

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სიმონ ბახტურიძე

საქართველოს ენერგორესურსების ათვისების პროგრამის
დამუშავება სისტემის ენერგოეფექტურობისა
და საიმედოობის ამალგების პირობებში

წარდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

სადოქტორო პროგრამა: "ენერგეტიკა და ელექტროინჟინერია"

შიფრი: 0405

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

თბილისი, 0175, საქართველო

ივლისი, 2019 წ.

საავტორო უფლება © 2019 წელი, სიმონ ბახტურიძე

თბილისი

2019 წელი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერნი ვადასტურებთ, რომ გავცანით სიმონ ბახტურიძის მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: „საქართველოს ენერგორესურსების ათვისების პროგრამის დამუშავება სისტემის ენერგოეფექტურობისა და საიმედობის ამალგების პირობებში“ და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

_____, 2019 წელი

ხელმძღვანელი: _____ პროფესორი დ. ლაოშვილი

რეცენზენტი: _____

რეცენზენტი: _____

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2019

ავტორი: სიმონ ბახტურიძე

თემის დასახელება: „საქართველოს ენერგორესურსების ათვისების პროგრამის დამუშავება სისტემის ენერგოეფექტურობისა და საიმედოობის ამალღების პირობებში“

ფაკულტეტი: ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის

ხარისხი: აკადემიური დოქტორი

სხდომა ჩატარდა: _____, 2019 წ.

ინდივიდუალური პიროვნებების ან ინსტიტუტების მიერ ზემომოყვანილი დასახელების დისერტაციის გაცნობის მიზნით მოთხოვნის შემთხვევაში მისი არაკომერციული მიზნებით კოპირებისა და გავრცელების უფლება მინიჭებული აქვს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს.

ავტორის ხელმოწერა

ავტორი ინარჩუნებს დანარჩენ საგამომცემლო უფლებებს და არც მთლიანი ნაშრომის და არც მისი ცალკეული კომპონენტების გადაბეჭდვა ან სხვა რაიმე მეთოდით რეპროდუქცია დაუშვებელია ავტორის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

ავტორი ირწმუნება, რომ ნაშრომში გამოყენებული საავტორო უფლებებით დაცულ მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა იმ მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

რეზიუმე

დასაბუთებულია საკვლევი თემის აქტუალობა, ჩამოყალიბებულია კვლევის მიზნები და ამოცანები, განხილულია თემასთან დაკავშირებული პრობლემური საკითხები.

განხილულია ქვეყნის ენერგომომარაგების სფეროში არსებული ისეთი ძირითადი პრობლემები, როგორცაა ენერგოდამოკიდებულების მაღალი ხარისხი, ადგილობრივი ენერგეტიკული რესურსების ათვისების დაბალი ტემპი და ენერგოსისტემის არა რაციონალური განვითარების საფრთხეები, გამოვლენილია დარგის მართვის სისტემის ხარვეზები.

პრობლემების დაძლევისა და ხარვეზების გამოსწორებისათვის საჭირო რეკომენდაციების შემუშავების მიზნით, ჩატარებულია კვლევები შემდეგი მიმართულებით:

- ელექტროენერგეტიკის დარგის მართვის სახელმწიფო სტრუქტურის სრულყოფის გზები;
- ელექტროენერჯის მოხმარების პროგნოზირების მეთოდოლოგიის სრულყოფა;
- ადგილობრივი ენერგეტიკული რესურსების კვლევა, პრიორიტეტების დადგენა და მათი ათვისების პროგრამების დამუშავება;
- ჩატარებული კვლევითი სამუშაოების შედეგებზე დაყრდნობით, ჩამოყალიბებულია დასკვნები და რეკომენდაციები, რომელთა გათვალისწინებით შესაძლებელია ენერგეტიკის დარგის განვითარება, ქვეყნის საერთო სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების სტრატეგიის შესაბამისად.

ელექტრობალანსის პროგნოზირების მეთოდოლოგიაში შემოტანილია ახალი ელემენტი - **ქვეყანაში საშუალო თვიური ხელფასის ზრდის ფაქტორი**. დადგენილია, რომ ელექტროენერჯის მოხმარების ზრდა ამ ელემენტთან, პირდაპირპროპორციულ დამოკიდებულებაშია. შესაბამისად, ამ ელემენტის გათვალისწინება ზრდის პროგნოზირების საიმედოობას.

ჩატარებულია განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების კვლევა. კვლევით დადგენილია, რომ:

- *საქართველოს გააჩნია ქარის ენერჯის სოლიდური პოტენციალი, რომლის ელექტრული ეკვივალენტი, ტექნოლოგიების განვითარების დღევანდელ ეტაპზე შეადგენს 90 მილიარდი კვტ.სთ-ს. მისი გამოყენებით, შესაძლებელია, რომ ოპტიმალურად შეივსოს საქართველოს ჰიდრო და ჰელიო ენერგეტიკული პოტენციალის სეზონური დეფიციტი და ჩანაცვლდეს იმპორტირებული და იმპორტირებულ ბუნებრივ გაზზე გამომუშავებული ელექტრო ენერჯია.*
- *ენერგეტიკის განვითარების მოკლე და საშუალო ვადიან პერსპექტივაში, შესაძლებელია, რომ ათვისებული იქნეს 12 – 13 მილიარდი კვტ.სთ-ის ეკვივალენტი ჰიდროენერჯია.*
- *საქართველოს ათ რაიონში, მზის ენერგეტიკული პოტენციალის ელექტრული ეკვივალენტი შეადგენს წელიწადში 40 მილიარდ კვტ.სთ-ზე მეტს;*

ქარის ენერგეტიკული პოტენციალი, შეფასებულია ახალი მიდგომით - ქარის ენერგეტიკული ტექნოლოგიების განვითარების თანამედროვე დონის გათვალისწინებით.

წარმოდგენილია განახლებადი - ჰიდრო, ქარის და მზის რესურსების ენერგეტიკული პოტენციალის ჯამური სიდიდე.

დადგენილია, რომ საქართველოში ელექტროენერჯის მოხმარების და განახლებადი ენერჯის მოდინების რეჟიმები, ხასიათდებიან მკვეთრად გამოხატული სეზონურობით. მათ შორის კავშირის დამყარების და სეზონურობის რაოდენობრივი შეფასების მიზნით, ავტორის მიერ შემოღებულია ახალი ცნება „სეზონურობის მახასიათებელი კოეფიციენტი“: $A_{\text{მზ}}$ - ელექტროენერჯის მოხმარების სეზონურობა; $A_{\text{ჰიდრო}}$ - ჰიდროენერჯის მოდინების სეზონურობა; $A_{\text{ქარ}}$ - ქარის ენერჯის სეზონურობა; $A_{\text{მზ+ჰიდრო}}$ - მზის ენერჯის სეზონურობა.

შემოთავაზებულია, ელექტროსადგურების მთავარი პარამეტრების დადგენის ახალი პრინციპი აღნიშნული კოეფიციენტების გამოყენებით. პრინციპი უზრუნველყოფს ელექტროსადგურის პროექტის ენერგეტიკულ, ეკონომიკურ და ეკოლოგიურ - ე.წ. „ე-ე-ე“-ს ოპტიმალურ პარამეტრებს. დადგენილია ამ პრინციპის მიხედვით, ჰესების არსებული პროექტების კორექტირების აუცილებლობა, რათა უზრუნველყოფილი იქნეს დაგეგმილი ჰესების „ე-ე-ე“ ოპტიმალური პარამეტრები და ენერგოსისტემის მდგრადობის და ეფექტურობის ამაღლება.

„სეზონურობის მახასიათებელი კოეფიციენტების“ მეშვეობით, დადგენილია განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების პრიორიტეტები და გამოვლენილია ენერგეტიკული რესურსების „ოპტიმალური მიქსი“, რომლის გეგმა-ზომიერი ათვისებით შესაძლებელია, რომ საქართველოს მოთხოვნა ელექტროენერჯიაზე, მთლიანად ადგილობრივი წარმოების ხარჯზე დაკმაყოფილდეს.

შემოთავაზებულია დარგის განვითარების მოკლე და საშუალო ვადიანი პროგრამების კონცეფცია და გრძელვადიანი განვითარების ხედვა.

მოკლე ვადიანი პროგრამის განხორციელების შედეგად, 2024 წელს, ქვეყნაში მოხმარებული ელექტროენერჯის ბალანსიდან გამოირიცხება იმპორტირებული ელექტროენერჯია.

საშუალო ვადიანი პროგრამის განხორციელების შედეგად, 2029 წელს, ელექტროენერჯის ბალანსიდან გამოირიცხება იმპორტირებული და იმპორტირებულ ბუნებრივ გაზზე გამომუშავებული ენერჯია - ქვეყნა მიაღწევს ენერგოდაამოუკიდებლობას.

ავტორის მიერ დამუშავებული, 2024 და 2029 წლების ელექტროენერჯის პროგნოზული ბალანსები, წარმოადგენს პირველად მასალას განახლებადი ენერგეტიკის განვითარების სტრატეგიის დამუშავებისათვის.

გრძელვადიანი პროგრამის ზოგადი ხედვა - 2050 წლამდე პერიოდში, ითვალისწინებს: ქვეყნის საერთო ენერგეტიკულ ბალანსში განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების წილის განუხრელ ზრდას, ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის უპირატეს ათვისებას, ბუნებრივი აირის

ჩანანაცვლებას მზის ენერგიით. წყალბადის ენერგეტიკის და სხვა, „მომავლის ენერგეტიკული ტექნოლოგიების“ დანარგვას.

კვლევების შედეგებზე დაყრდნობით, ჩამოყალიბებულია დასკვნები და რეკომენდაციები, რომელთა გათვალისწინებით შესაძლებელია: დარგის მართვის ეფექტიანი სისტემის შექმნა, დარგის განვითარება ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკური სტრატეგიის - ეკონომიკის ინკლუზიური ზრდის მოდელის შესაბამისად, ენერგოსისტემის ეფექტურობისა და საიმედოობის ამაღლება, ენერგეტიკის დარგში საინვესტიციო მოძრაობის გააქტიურება, ელექტროენერგიის წარმოების სრაფი ზრდა და ენერგეტიკის დარგში საბაზრო ურთიერთობის გარემოს შექმნა.

Resume

The relevance of the research topic is substantiated, the objectives and the goals of the topic are set out and the associated issues are discussed.

The key issues in the field of energy supply in the country, such as the high degree of energy independence, the low pace of utilization of local energy resources and the threats of non-rational development of the energy system. The flaws of management system of the sector are identified.

For the purpose of elaboration of recommendations for correcting flaws and overcoming problems, number of researches have been conducted in the following directions:

- ways of improving the structure of state bodies governing the electricity sector;
- enhancement of electricity consumption forecasting methodology;
- Research of local energy resources, setting priorities and elaboration of their utilization programs;
- based on the results of the research carried out, conclusions and recommendations are provided; Based on those recommendations the development of energy sector according to the country's overall socio-economic development strategy is feasible.

A new element in the forecasting methodology of electricity balance has been introduced - the average monthly wage increase factor in the country. It is widely acknowledged that the increase in consumption of electricity is directly related to this factor, in a proportionate fashion. Therefore, considering this element increases the reliability of the forecast.

The research of renewable energy resources has been conducted. The research has determined that:

- Georgia has a solid potential of wind energy that is equivalent to 90 billion kWh/year of today's state of the art of technology. Its rational utilization will optimally fill the seasonal gap of Georgia's hydro power and solar power potential and substitute the imported energy and electricity produced using imported fossil fuels.
- In the short and medium term, it is possible to utilize hydropower equivalent to 12-13 billion kWh annually.
- Throughout the ten regions of Georgia, solar energy potential in ten regions of Georgia is more than 40 billion kWh annually.

Wind energy potential is assessed using new approach that takes the modern level of wind energy technologies into account.

The total amount of renewable energy potential from hydro, wind and solar resources is presented.

It is presented, that the profiles of the electricity consumption and renewable energy availability in Georgia is characterized by sharply expressed seasonality. For the purpose of estimating the relationship among those two and quantitative assessment of seasonality, the author has introduced a new "**coefficient of**

seasonality”: A_{cs} – as consumption seasonality; A_{hs} – Hydropower seasonality; A_{ws} – Wind power seasonality; A_{ss} – Solar power seasonality.

The new principle of determining the main parameters of power plants is proposed using the mentioned coefficients. The principle ensures the identification of the optimal energy, economic and ecological (triple e) parameters for the power plants. According to this principle, the need to modify the existing hydropower projects to ensure the optimal triple “e” parameters and enhancement of the sustainability and efficiency of the energy system.

Based on Seasonality Coefficients the priorities of the renewable energy resources as well as the optimal mix of all energy resources are determined. If materialized, it may fully satisfy the all country’s demand on electricity solely from locally available energy resources.

Proposed are the short- and medium-term program concepts as well as the long-term development vision.

In case of implementation of short-term program, by 2024, the share of imported electricity in consumed electricity inside country, would be close to zero.

In case of implementation of medium-term program, by 2029, the share of imported electricity and of the electricity produced on imported fossil fuels in consumed electricity inside country, would be close to zero -Georgia would reach the energy independence.

The energy balance forecast by 2024 and 2029 proposed by the author, represents the input for elaboration of strategy of renewable energy development.

The vision of the long-term program by 2050 considers: the steady and sustainable growth of renewable power share in total energy mix of the country, utilization of wind energy resources with priority, substitution of natural gas with solar power, introduction of hydrogen and other future technologies.

Based on the results of the research key inferences and recommendations are elaborated. If taken into the consideration, it is possible to: (i) establish the effective management system of the energy sector; (ii) develop the energy sector in accord with inclusive growth model as well as socio-economic strategy; (iii) enhance the efficiency and reliability of the energy sector; (iv) incentivize investments into the power sector; and (v) improve the market environment for power trading.

შინაარსი

	88.
შესავალი	15
ლიტერატურის მიმოხილვა.....	22
თავი 1. ენერგეტიკის დარგში არსებული მდგომარეობის და მიმდინარე პროცესების კვლევა.....	27
1.1. მთლიანი ენერგმატარებლების აგრეგირებული ბალანსის ანალიზი	28
1.2. ელექტროენერგიის ბალანსის ანალიზი	31
1.2.1. ელექტროენერგიის ფაქტიური ბალანსის ანალიზი.....	32
1.2.2. ელექტროენერგიის ფაქტიური ბალანსის სტრუქტურული ანალიზი.....	35
1.3. ელექტროენერგეტიკის დარგში მიმდინარე პროექტების ანალიზი საქართველოს გადამცემი ქსელის განვითარების ათწლიანი გეგმა.	40
1.4. გენერაციის სექტორის მართვის სისტემის ანალიზი	43
თავი 2. საქართველოს ენერგორესურსების გამოკვლევა.....	46
2.1. ჰიდრო ენერგეტიკული პოტენციალის კვლევა.....	46
2.1.1. ზოგადი ინფორმაცია ჰიდროენერგეტიკული რესურსების შესახებ	46
2.1.2. საქართველოს ჰიდროენერგეტიკული რესურსების გამოკვლევა....	49
2.1.3. ათვისებული ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის ანალიზი	51
2.1.4. წინარე საინჟინრო კვლევებით გამოვლენილი მცირე და საშუალო სიმძლავრის ჰესების საპროექტო პარამეტრების ოპტიმიზაცია	57
2.1.5. თეორიული კვლევებით გამოვლენილი მცირე ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის ანალიზი და შეფასება.....	59
2.2. ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის კვლევა	69

2.2.1. ქარის ენერგეტიკის განვითარების თანამედროვე ტენდენციები და მომავლის პერსპექტივები	69
2.2.2. საქართველოს ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის კვლევა	72
2.2.3. ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის პრიორიტეტული რეგიონები.	75
2.3. მზის ენერგეტიკული პოტენციალის გამოკვლევა	81
2.3.1. მზის ენერჯის განაწილება ბუნებაში	81
2.3.2. მზის ენერჯის გამოყენება ელექტროენერჯის წარმოებაში.	83
2.3.3. საქართველოს მზის ენერგეტიკული პოტენციალის გამოკვლევა.	85
2.4. განახლებადი ენერგეტიკული პოტენციალის „მიქსი“ (ნარევი).	90
თავი 3. საქართველოს ელექტროენერგეტიკის დარგის განვითარების პროგრამების დამუშავება	91
3.1. ელექტროენერგეტიკის დარგის განვითარების მიზნები	91
3.1.1. ელექტროენერჯის მოხმარების ზრდის პროგნოზირება მოკლე და საშუალო ვადიან მომავლში	92
3.2. პრიორიტეტული ენერგეტიკული რესურსები და „ენერგეტიკული რესურსების ოპტიმალური მიქსი“.	97
3.3. ენერგორესურსების ათვისების პროგრამების დამუშავება.	101
3.3.1. მოკლევადიანი - ხუთ წლიანი პროგრამის ძირითადი ასპექტები	102
3.3.2. საშუალოვადიანი - ათ წლიანი პროგრამის ძირითადი ასპექტები.	105
3.3.3. გრძელვადიანი - 2050 წლამდე პროგრამის ძირითადი ასპექტები	107
დასკვნა	110
გამოყენებული ლიტერატურა.	113

ცხრილების ნუსხა

88

ცხრილი 1. აგრეგირებული ენერგეტიკული ბალანსის ძირითადი მაჩვენებლები (ტერა ჯვ.).....	29
ცხრილი 2. ბალანსის სტრუქტურა ენერგომატარებლების სახეობათა მიხედვით (ტერა ჯვ.).....	30
ცხრილი 3. ადგილობრივი რესურსების წილი მთლიან ენერგეტიკულ ბალანსში (ტერა ჯვ.)	31
ცხრილი 4. ელექტროენერჯის მოხმარების ზრდა და სეზონური ხასიათი (მლნ. კვტ.სთ),	32
ცხრილი 5. ბალანსის მახასიათებელი A_{ab} კოეფიციენტის საშუალო კვადრატული გადახრა (S).	33
ცხრილი 6. ელექტროენერჯის (მლნ. კვტ.სთ) 2018 წლის ბალანსის სტრუქტურული ანალიზი	36
ცხრილი 7. თბოსადგურებზე გამომუშავებული და ტრანზიტით გატარებული ელექტროენერჯის (მლნ. კვტ.სთ) დინამიკა.	37
ცხრილი 8. ექსპორტ-იმპორტის დინამიკა და ტარიფები	38
ცხრილი 9. ელექტროენერჯის ექსპორტის დინამიკა (მლნ. კვტ.სთ)	39
ცხრილი 10. ენგურჰესზე გადაღვრილი წყლის ეკვივალენტი ენერჯია, მლნ. კვტ.სთ.	39
ცხრილი 11. მოქმედი და დაგეგმილი ჰესების გენერაციის სეზონურობა. ...	41
ცხრილი 12. ათვისებული ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალი (მლნ. კვტ.სთ) 2017 წლის მდგომარეობით.	51
ცხრილი 13. 2017-2027 წლებში ასაშენებელი მცირე ჰესები.....	53

ცხრილი 14. 2017-2027 წლებში ასაშენებელი საშუალო ჰესები.	55
ცხრილი 15. 2017-2027 წლებში ასაშენებელი დიდი ჰესები	56
ცხრილი 16. მოქმედი და დაგეგმილი საშუალო ჰესების მთავარი პარამეტრები	58
ცხრილი 17. მცირე ჰიდროენერგეტიკული ტექნიკური პოტენციალის ჯამური მაჩვენებლები.	61
ცხრილი 18. მცირე ჰიდროენერგეტიკული ტექნიკური პოტენციალი დმანისის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე	62
ცხრილი 19. მცირე ჰესების ქსელი დმანისის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე	64
ცხრილი 20. მცირე ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის ათვისების მაჩვენებლები ავსტრიასა და საქართველოში	66
ცხრილი 21. ავსტრიასა და საქართველოში ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის ეფექტურობის შედარებითი ანალიზი.	67
ცხრილი 22. ნალექების რაოდენობა (მმ) საქართველოსა და ავსტრიაში ...	68
ცხრილი 23. ქარის ენერგეტიკის განვითარების დინამიკა.	70
ცხრილი 24. საქართველოს ლოკალურ ტერიტორიებზე არსებული ქარის ენერგეტიკული პოტენციალი	74
ცხრილი 25. რეგიონებში ქარის ენერჯის მოდინების სეზონურობა.	77
ცხრილი 26. ქარის და ჰიდრო ენერჯის სეზონურობის გრაფიკები	78
ცხრილი 27. ქარის ადგილობრივი რეჟიმები საქართველოს რეგიონებში ..	79
ცხრილი 28. ქარის სიჩქარის დღე-ღამური სვლა იმერეთის მაღლობზე ...	79
ცხრილი 29. მზის ენერგეტიკის განვითარების დინამიკა მსოფლიოში.	84

ცხრილი 30. მზის რადიაციის ჯამური ენერგია , 5%-იანი, 50%-იანი და 95%-იანი უზრუნველყოფის შემთხვევაში (თბილისის მაგალითზე) კვტ.სთ/მ ²	86
ცხრილი 31. მზის გაბნეული რადიაცია, კვტ.სთ/მ ²	86
ცხრილი 32. მზის ჯამური რადიაცია ჰორიზონტალურ ზედაპირზე, კვტ. სთ./მ ²	87
ცხრილი 33. მზის ელექტროსადგურების პერსპექტიული ტერიტორიები .	88
ცხრილი 34. ენერგორესურსების ჯამური პოტენციალი, მლრდ.....	90
ცხრილი 35. ელექტროენერგიის მოხმარების დამოკიდებულება მოსახლეობის რიცხოვნობასა და ხელფასების ზრდაზე.....	92
ცხრილი 36. ელექტროენერგიის მოხმარების (მლნ. კვტ.სთ) დინამიკა დარგების მიხედვით.....	93
ცხრილი 37. ელექტროენერგიის მოხმარების (მლნ. კვტ.სთ) ზრდის საშუალო წლიური და ყოველთვიური საპროგნოზო მაჩვენებლები	94
ცხრილი 38. 2018-2030 წლებში ელექტროენერგიის მოხმარების პროგნოზული მაჩვენებლები, მლნ.....	95
ცხრილი 39. თურქეთში ელექტროენერგიის მოხმარების დინამიკა, მლრდ. კვტ.სთ	97
ცხრილი 40. ენერგიის პირველადი წყაროების წილი (%) მსოფლიოში	98
ცხრილი 41. თელასის და ენერგო-პროს მიერ ელექტროენერგიის მოხმარების დინამიკა, მლნ.	100
ცხრილი 42. 2024 წლამდე ასაშენებელი ახალი ელექტროსადგურების ჯამური სიმძლავრე და გამომუშავება (მლნ.კვტ.სთ).....	103
ცხრილი 43. 2024 წლის ელექტროენერგიის ბალანსის მოსალოდნელი სტრუქტურა, მლნ.კვტ.სთ	103
ცხრილი 44. 2029 წლის ელექტროენერგიის ბალანსის მოსალოდნელი სტრუქტურა, მლნ.კვტ.სთ	105

ნახაზების ნუსხა

გვ.

ნახაზი 1. დმანისის მცირე ჰესების ქსელი კადასტრის.	24
ნახაზი 2. კვლევის შედეგად გამოვლენილი დმანისის მცირე ჰესების.	30
ნახაზი 3. ქარის ტურბინების სიმძლავრის ზრდის დინამიკა	33
ნახაზი 4. ქარის ენერჯის განაწილება საქართველოს ტერიტორიაზე	36
ნახაზი 5. მზის ენერგეტიკული აქტივობის 11 წლიანი და 22 წლიანი ციკლები	45
ნახაზი 6. მზის პირდაპირი რადიაციის მაღალი ინტენსიობის რეგიონები	46
ნახაზი 7. ელექტროენერჯის ზრდის პროგნოზული სცენარები.	49
ნახაზი 8. განახლებადი ენერჯიების წილი ელექტროენერჯის წარმოებაში	61

შესავალი

ენერგეტიკული უსაფრთხოება, ქვეყნის ეროვნული უსაფრთხოების მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნაწილია. ენერგეტიკის დარგის მდგრადი განვითარება, ქვეყნის მდგრადი განვითარების პირობაა. ნებისმიერი დარგი და სოციალური სფერო, განსაკუთრებული მგძნობელობით გამოირჩევა ელექტროენერგეტიკის დარგისადმი. ამიტომ, იგი განეკუთვნება მთავრობის განსაკუთრებული მზურველობის სფეროს. საქართველოს კონსტიტუციის თანახმად „მხოლოდ საქართველოს უმაღლეს სახელმწიფო ორგანოთა განსაკუთრებულ გამგებლობას მიეკუთვნება: „... ი)ერთიანი ენერგეტიკული სისტემა და რეჟიმი ...“ [1].

მსოფლიოს ცნობილი ინსტიტუტების მიერ ჩატარებული კვლევების შედეგებმა დაადასტურა, რომ ენერგეტიკის მდგრადი განვითარების გზა - ქვეყნის საკუთარი განახლებადი რესურსების ათვისებაა. საქმე ისაა, რომ ამ გზით, ქვეყნის ენერგოუსაფრთხოებასთან ერთად, ოპტიმალურად წყდება ეკონომიკური და ეკოლოგიური ხასიათის პრობლემებიც. მაგალითად, სტენფორდის უნივერსიტეტის და ბერლინის მექანიკის ინსტიტუტის მეცნიერების გათვლებით, მსოფლიოს 139 ქვეყანა (მათ შორისაა საქართველო), შეძლებს, რომ ენერგომატარებლებზე მოთხოვნა, 2050 წელს, სრულად დაიკმაყოფილონ მხოლოდ წყლის, ქარის და მზის ენერჯის გამოყენებით [2]. ჰარვარდის უნივერსიტეტის მეცნიერებმა (ლი მილერი, ედვარდ ქეიტი), მათემატიკური მოდელირების მეთოდით გამოთვალეს, რომ 2080 წელს, აშშ ენერჯის მთლიანი მოხმარების დაკმაყოფილება შესაძლებელია, მხოლოდ კონტინენტურ ნაწილზე არსებული ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის ხარჯზე, ამასთან, ჰაერის ტემპერატურა მოიმატებს მხოლოდ 0,2°C-ით [3]. ანუ, ენერჯით უზრუნველყოფასთან ერთად, გადაწყდება გლობალური დათბობის პრობლემაც და თავიდან იქნება აცილებული ისეთი საფრთხეები, როგორცაა ნახშირ-წყალბადების წვის პროდუქტებით გარემოს დაბინწურება. გერმანიამ ქარის ენერგეტიკა

აღიარა მომავლის ენერჯიად და ქარის ენერგეტიკის განვითარების გზით, ახორციელებს ატომური ენერგეტიკის ჩანაცვლების პროგრამას. ასეთი მიდგომით არის შესაძლებელი, რომ გამოირიცხოს ჩერნობილისა და ფუკუშიმას მსგავსი კატასტროფული მოვლენები.

მსოფლიო ტენდენციების მსგავსად, საქართველოს ენერგეტიკის განვითარების მიზანად დასახული უნდა იქნეს ენერგოდამოუკიდებლობის მიღწევა, ადგილობრივი ენერგეტიკული რესურსების პრიორიტეტული ათვისების გზით. ასეთი მიდგომით, შესაძლებელია, რომ საქართველომ, მიაღწიოს ენერგოუსაფრთხოების მაღალ დონეს და თავიდან აიცილოს, ენერგომატარებლების იმპორტიორი ქვეყნების მხრიდან, პოლიტიკური ზეწოლის საფრთხეც.

თემის აქტუალობა. ენერგეტიკული რესურსების ათვისების გზაზე, პირველ ნაბიჯს წარმოადგენს რესურსების მეცნიერულად გამოკვლევა და მათი გეგმა-ზომიერი ათვისების პროგრამის დამუშავება. ამიტომ:

- 1992 წელს - საქართველოს დამოუკიდებლობის პირველივე წლებში, მეცნიებათა აკადემიამ საკუთარი ენერგორესურსების ათვისების საკითხს მიუძღვნა ვრცელი მონოგრაფია, რომელშიც აღნიშნულია: *რომ „საქართველო მდიდარია განახლებადი ენერჯიის წყაროებით და შედარებით ღარიბია სათბობი რესურსებით. ... პირველყოვლისა, უნდა დამუშავდეს საქართველოს ენერგეტიკის განვითარების მეცნიერულად დასაბუთებული კონცეფცია რესპუბლიკის სრული დამოუკიდებლობის პირობებისათვის“* [4].
- 1998 წელს გამოიცა პრეზიდენტის ბრძანებულება „საქართველოში ენერგეტიკის არატრადიციული წყაროების გამოყენების განვითარების შესახებ“, რომელშიც არგუმენტირებულია განახლებადი ენერჯიების ათვისების მოკლე და საშუალო ვადიანი სახელმწიფო პროგრამების შემუშავების აუცილებლობა [5].
- 2013 წელს მიღებული სამთავრობო პროგრამით გათვალისწინებულია: *ენერგეტიკული უსაფრთხოების და ენერგო-დამოუკიდებლობის*

ხარისხის ამაღლება, განახლებადი ენერჯის წყაროების პრიორიტეტული ათვისება და, ამ გზით იმპორტის ეტაპობრივი ჩანაცვლება [6].

თუმცა, აღნიშნული ინიციატივების შესაბამისი ქმედითი ნაბიჯები დღემდე არ/ვერ გადაიდგა. მზის და ქარის ენერჯების შესახებ სამინისტრო, დღესაც გასული საუკუნის 80-იან წლებში ჩატარებული კვლევის შედეგებს ეყრდნობა. ამ შედეგების მიხედვით კი, საქართველოს ქარის ენერჯეტიკული პოტენციალის სიმძლავრე შეფასებულია 1 500 მვტ.-ის, ხოლო მზის ენერჯეტიკული პოტენციალის სიმძლავრე - 108 მვტ.-ის ტოლად [7]. ეს რიცხვები, რეალურთან შედრებით, რამდენიმე რიგით მცირეა. ამიტომ, ნაკლებია ამ ენერჯებისადმი, როგორც საზოგადოების და პოლიტიკოსების ცნობადობა, ისე ინვესტორების დაიტერესება. ახალი პროექტების დამუშავება ხდება რესურსების კვლევების და ჯეროვანი ტექნიკურ-ეკონომიკურ დასაბუთების გარეშე. ბოლო წლებში აშენებული ელექტრო სადგურების ხარისხი და ეფექტები, ნაკლებად შეესაბამება მთავრობის დირექტიული დოკუმენტებით დასახულ მიზნებს, როგორცაა: განახლებადი ენერჯეტიკული რესურსების უპირატესი ათვისების გზით იმპორტის ჩანაცვლება და ენერჯოდამოუკიდებლობის ზრდა [8,9].

აღნიშნული ხარვეზების აღმოფხვრის, ენერჯოსისტემის ეფექტიანობის და საიმედოობის ამაღლებისათვის, საჭირო და აუცილებელია საკუთარი ენერჯეტიკული რესურსების გამოკვლევა, პრიორიტეტული „ოპტიმალური მიქსის“ გამოვლენა და მისი ათვისების კონკრეტული პროგრამების დამუშავება, რომელთა რეალიზაციის გზით, შესაძლებელი იქნება იმპორტირებული და იმპორტირებულ ბუნებრივ აირზე გამომუშავებული ელექტრო ენერჯის მაქსიმალურად ჩანაცვლება და დარგის განვითარება სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების სახელმწიფო სტრატეგიის შესაბამისად.

აღნიშნული ნათლად მეტყველებს, ადგილობრივი ენერჯო რესურსების გამოკვლევის და მისი გეგმა-ზომიერი ათვისების პროგრამის

დამუშავების საჭიროებაზე, რაც თავის მხრივ, ადასტურებს დისერტაციის თემის აქტუალობას.

კვლევის მიზნები და მიმართულებები. კვლევის მიზანს წარმოადგენს, საქართველოს ენერგორესურსების შესწავლა და მათი ათვისების მოკლე, საშუალო და გრძელვადიანი პროგრამების დამუშავება, ენერგოსისტემის საიმედობის და ქვეყნის ენერგოდამოუკიდებლობის ხარისხის ამაღლება.

დასახული მიზნის მისაღწევად, კვლევა ჩავატარეთ შემდეგი მიმართულებით:

- ელექტროენერგეტიკის დარგის არსებული მდგომარეობის და მიმდინარე პროცესების ანალიზი;
- დარგის მართვის სისტემის ანალიზი;
- მოკლე და საშუალო ვადიან პერსპექტივებში ელექტროენერჯის მოხმარების პროგნოზირება და მისი ადგილობრივი რესურსებით უზრუნველყოფის რესურსების ძიება;
- ენერგოსისტემის ენერგოეფექტურობისა და საიმედობის ამაღლების გზების ძიება;
- საქართველოს ენერგოდამოუკიდებულების ეტაპობრივი შემცირების და სრული ენერგოდამოუკიდებლობის პროგრამების კონცეფციის დამუშავება.

კვლევის საგანი და ობიექტი. კვლევის საგანს წარმოადგენს საქართველოს ელექტროენერგეტიკის დარგი, მისი მართვის სისტემის სრულყოფის, ენერგოეფექტურობის და საიმედობის ამაღლება. კვლევის ობიექტია ენერგეტიკული ბალანსი, მისი სტრუქტურის ცალკეული ელემენტების (წარმოება, მოხმარება, იმპორტი, ექსპორტი, ტრანზიტი) ანალიზი და პროგნოზული მაჩვენებლები, ადგილობრივი ენერგეტიკული რესურსები და მათი ათვისების არსებული პირობები, მიმდინარე და დაგეგმილი ენერგეტიკული პროექტები.

კვლევის მეთოდოლოგია. კვლევა ჩატარებულია ენერგეტიკის დარგის კომპლექსური ანალიზის მეთოდით. დარგის არსებული მდგომარეობა და

მისი განვითარების პერსპექტივები დადგენილია: მართვის სიტემის ისტორიული განვითარების ანალიზის, ელექტროენერჯის და მთლიანი აგრეგირებული ენერგობალანსების სტატისტიკური მონაცემების მათემატიკური მეთოდით დამუშავების, განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების არსებული საცნობარო და ექსპერიმენტული კვლევის შედეგების ანალიზის, კონკრეტული ენერგეტიკული პროექტების პარამეტრების ტექნიკურ-ეკონომიკური ანალიზის, საქართველოს და მსგავსი ქვეყნების რესურსული უზრუნველყოფის შედარებითი ანალიზის და ლოგიკური მსჯელობის გზით.

დისერტაციის სამეცნიერო სიახლე.

1. საქართველოს განახლებადი ენერჯიების პოტენციალი, პირველად არის შეფასებული მათი გამოყენების ტექნოლოგიების თანამედროვე დონის გათვალისწინებით.
2. დადგენილია, ელექტროენერჯის მოხმარების და ენერგეტიკული რესურსების მოდინების რეჟიმების სეზონური ხასიათი. სეზონურობის რაოდენობრივი შეფასების მიზნით, ავტორის მიერ შემოღებულია „სეზონურობის მახასიათებელი კოეფიციენტები“: $A_{მს}$ - ელექტროენერჯის მოხმარების სეზონურობა; $A_{ჰს}$ - ჰიდრო ენერჯის სეზონურობა; $A_{ქს}$ - ქარის ენერჯის სეზონურობა; $A_{მზს}$ - მზის ენერჯის სეზონურობა.
3. შემოთავაზებულია ელექტროსადგურების მთავარი პარამეტრების დადგენის ახალი პრინციპი, რომელიც უზრუნველყოფს პროექტის ენერგეტიკულ, ეკონომიკურ და ეკოლოგიურ - „ე-ე-ე“-ს ოპტიმალურ პარამეტრებს. დადგენილია ამ პრინციპის მიხედვით, ჰესების არსებული პროექტების „ე-ე-ე“ პარამეტრების კორექტირების - ოპტიმიზაციის აუცილებლობა.

შენიშვნა: ასეთი მიდგომით, ტექნიკურ-ეკონომიკური პარამეტრების გაუნჯობესებასთან ერთად, თავიდან იქნება აცილებული

ეკოლოგიური ხასიათის პრობლემები, რაც ხშირად ხდება ჰესების პროექტების შეფერხების მიზეზი.

4. დადგენილია სხვადასხვა სახის განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების პრიორიტეტები და გამოვლენილია „განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების ოპტიმალური მიქსი“, რომლის გეგმა-ზომიერი ათვისებით შესაძლებელია, რომ საქართველოს მოთხოვნა ელექტროენერგიაზე, მთლიანად დაკმაყოფილდეს ადგილობრივი წარმოების ხარჯზე.
5. შემოთვაზებულია დარგის განვითარების მოკლე და საშუალო ვადიანი პროგრამების კონცეფცია. მოკლედ არის გადმოცემული დარგის განვითარების გრძელვადიანი ხედვა.
6. გამოვლენილია დარგის მართვის სტრუქტურის ხარვეზები.
7. ჩამოყალიბებულია რეკომენდაციები, რომელთა გათვალისწინებით, შესაძლებელია: ენერგეტიკის დარგის განვითარება ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების სტრატეგიის - **ეკონომიკის ინკლუზიური ზრდის მოდელის** შესაბამისად, ენერგოსისტემის ეფექტურობისა და საიმედოობის ამაღლება, საინვესტიციო მოძრაობის გააქტიურება, ელექტროენერჯის წარმოების სრაფი ზრდა და ენერგეტიკის დარგში საბაზრო ურთიერთობის გარემოს შექმნა.

ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება. კვლევითი სამუშაოების შედეგები და გამოტანილი დასკვნები შეიძლება გამოყენებული იქნეს:

- საქართველოს მთავრობის მიერ, ენერგეტიკის დარგის განვითარების ისეთი დირექტიული დოკუმენტების დამუშავებისას, როგორცაა ენერგეტიკის დარგის განვითარების პოლიტიკური მიმართულებები და სტრატეგია.
- შესაბამისი სახელმწიფო უწყების მიერ, დარგის განვითარების მოკლე, საშუალო და გრძელვადიანი პროგრამების შედგენისათვის;
- ელექტროენერჯის ბალანსის პროგნოზირების და მისი რესურსული უზრუნველყოფის გეგმების დამუშავებისათვის;

- განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების ათვისების ხელშეწყობი კანონების დამუშავებისათვის;
- მთავრობის მიერ, ენერგეტიკის დარგის მართვის სტრუქტურის სრულყოფისა და განვითარებისათვის.

ლიტერატურის მიმოხილვა

ნაშრომში გამოყენებულია ენერგეტიკის დარგის მარეგულირებელი, უმაღლესი იურიდიული ძალის მქონე - საქართველოს კონსტიტუცია, საქართველოს კანონი ენერგეტიკისა და ბუნებრივი გაზის შესახებ და სხვა კანონქვემდებარე აქტები და ნორმატიული დოკუმენტები, მთავრობის დირექტიული მასალები: ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების „სტრატეგია 2020“, „საქართველოს ენერგეტიკის დარგში სახელმწიფო პოლიტიკის ძირითადი მიმართულებები“, „საქართველოს ენერგეტიკის განვითარების სტრატეგია 2016-2025“, ს.ს. სახელმწიფო ელექტროსისტემის მიერ დამუშავებული „ელექტრო გადამცემი ქსელის განვითარების ათწლიანი გეგმები“ და სხვა.

აღნიშნულ სამთავრობო დირექტიულ მასალებში მოცემული ენერგეტიკის დარგის განვითარების მთავარი მიმართულებები და ამოცანები, გამოვიყენეთ ადგილობრივი ენერგეტიკული რესურსების ათვისების პროგრამების კონცეფციის შემუშავების პროცესში. კერძოდ:

- პარლამენტის მიერ მიღებულ - „საქართველოს ენერგეტიკის დარგში სახელმწიფო პოლიტიკის ძირითადი მიმართულებები“-ის მიხედვით, ენერგეტიკის დარგის განვითარების მთავარი მიმართულებაა „... განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების ოპტიმალური ათვისება“ [8].
- საქართველოს ენერგეტიკის განვითარების სტრატეგია 2016-2025, ელექტროენერჯის წარმოების განვითარების საქმეში, უპირატესობას ანიჭებს ადგილობრივი რესურსების ათვისებას: „... აუცილებელია, მეტად გააქტიურდეს მუშაობა ახალი სიმძლავრეების მშენებლობის მიმართულებით, რაც თავის მხრივ უნდა გულისხმობდეს ელექტროენერჯის წარმოების განვითარებას უპირატესად ადგილობრივი ბუნებრივი რესურსების რაციონალური ათვისების გზით“ [9, გვ. 34].

- სამთავრობო პროგრამაში - „ძლიერი, დემოკრატიული, ერთიანი საქართველოსათვის“, ენერგეტიკის დარგის განვითარება ორიენტირებულია განახლებადი ენერჯის ათვისებაზე: „... პრიორიტეტული იქნება განახლებადი ენერჯის წყაროების ოპტიმალურად ათვისება ტექნიკური, ეკონომიკური, გარემოს დაცვითი და სოციალური მოთხოვნებისა და საერთაშორისო პრაქტიკის გათვალისწინებით“ [10, გვ.20].

აღნიშნულის მიუხედავად, ენერჯეტიკის დარგის ერთადერთ პროგრამული ხასიათის დოკუმენტში - **ქსელის განვითარების 2018-2028 წლების გეგმაში**, დასახული დარგის განვითარების მიზნები და ამოცანები, მნიშვნელოვნად განსხვავებულია დირექტიულ დოკუმენტებისაგან. კერძოდ:

- ქვეყანაში ელექტროენერჯის მოხმარება-მიწოდების დაბალანსების საშუალებად, განიხილულია თბოსადგურების აშენება, ხოლო ქარის ენერჯეტიკის განვითარება (განახლებადი ენერჯის ათვისება), გადავადებულია შორეულ პერსპექტივაში: „2021 წლამდე სისტემაში შესაძლებელია ჯამურად 100 მგვტ ქარის მიღება, ხოლო 2030 წლისთვის (იმის გათვალისწინებით, რომ ყველა დაგეგმილი მარეგულირებელი სადგური და სისტემათაშორისი ხაზი შევა ოპერირებაში) არის 400 მგვტ, ... ზამთრის რეჟიმებში მოხმარება-გენერაციის დაბალანსების მიზნით, შესაძლოა აშენებული იქნას თბოსადგურები იქ, სადაც არსებობს სიმძლავრის მიღების ყველაზე კარგი შესაძლებლობა - ზესტაფონში, ქსანში და გარდაბანში“ [11, გვ. 28, 354].

საქართველოს განახლებადი ენერჯეტიკული რესურსების კვლევის და მათი ათვისების საკითხებთან დაკავშირებით, განვიხილე ქართველი მეცნიერების მიერ შექმნილი ნაშრომები. აღსანიშნავია, რომ ბოლო წლებში ჩატარებული კვლევები, ადგილობრივი ენერჯეტიკული რესურსების კვლევის და ენერჯეტიკის დარგის განვითარებისათვის მათი როლის

შესახებ ძლიერ მწირია. ზოგ სამეცნიერო ნაშრომებში, განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების როლისა და მნიშვნელობის შესახებ მოცემული ინფორმაცია, ავტორის პირადი შეხედულების შთაბეჭდილებას უფრო ტოვებს, ვიდრე მეცნიერული კვლევის შედეგებზე დაყრდნობით გაკეთებულ დასკვნებს. მაგალითად:

- დოქტორანტი ეკატერინე უკლება, სადისერტაციო ნაშრომში: „საქართველოს ელექტროენერგეტიკის განვითარებისადმი სისტემური მიდგომა“, ელექტროენერგიაზე მოთხოვნის სრული დაკმაყოფილებისათვის საჭირო რესურსად გრძელვადიან პერსპექტივაში, განიხილავს მხოლოდ ჰიდრორესურსებს - *„საქართველოს ელექტროენერგეტიკულ სექტორში გრძელვადიანი პოლიტიკის უმთავრესი ამოცანა, საკუთარი ჰიდრორესურსებით ელექტროენერგიაზე ქვეყანაში არსებული მოთხოვნის სრული დაკმაყოფილება“* [12, გვ. 98]. ცხადია, რომ ამოცანის დასმისას არ არის გათვალისწინებული საქართველოს ენერგეტიკული რესურსების რეალური შესაძლებლობი და ენერგეტიკის განვითარების თანამედროვე ტენდენციები.
- დოქტორანტი თენგიზ კერესელიძის სადისერტაციო ნაშრომის რეფერატში - *„ჰესები ბუნებრივ ჩამონადენზე და მათი როლი საქართველოს ელექტროენერგეტიკულ ბალანსში“*, ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის შესახებ აღნიშნულია, რომ *„საქართველოს ქარის, ტექნიკურად განხორციელებადი რესურსების წლიური პოტენციალი 3-4 მლრდ.კვტსთ შეფასებული, აქედან, ჩვენი შეხედულებით, ეკონომიკურად ეფექტიანი წილი არ უნდა აჭარბებდეს 1-2 მლრდ.კვტ.სთ-ს.“* [13, გვ. 9]. ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის ასეთი შეფასება და ავტორის შეხედულება ემყარება გასული საუკუნის 90-იანი წლების მონაცემებს, რაც თავის მხრივ, ადასტურებს განახლებადი ენერგორესურსების გამოკვლევის

აუცილებლობას, ტექნოლოგიების განვითარების დღევანდელი დონის გათვალისწინებით.

ელექტროენერჯის მოხმარების პროგნოზირებისათვის განვიხილე ქართველი მეცნიერების შრომები. მათგან,

- აღსანიშნავია დოქტორანტ ბელა ჭანტურიძის სადისერტაციო ნაშრომში - „საქართველოს ელექტრობალანსი: ტენდენციები და პერსპექტივები“. იგი შესრულებულია 2015 წელს. შემდგომ წლებში პრაქტიკულად დადასტურდა, რომ ელექტროენერჯის, ავტორის მიერ პროგნოზირებულ და ფაქტიურ მაჩვენებლებს შორის განსხვავება (ცდომილება) საკმაოდ მცირეა. კონკრეტულად: 2016, 2017 და 2018 წლებში, პროგნოზირებული მცირედით ნაკლებია ფაქტიურ მნიშვნელობაზე. ჩვენი ანალიზით, მიზეზი ისაა, რომ ნაშრომში, ელექტროენერჯის მოხმარების ზრდის განმსაზღვრელ პრიორიტეტულ ფაქტორად მიჩნეული არის „ელექტროენერჯის მოხმარება მოსახლეობის 1 სულზე“ [14, გვ. 91, 109]. კვლევით კი, დადგინდა, რომ: *ელექტროენერჯის მოხმარების დინამიკა პირდაპირ კავშირშია მოსახლეობის სახელფასო შემოსავლებთან და არა უბრალოდ მოსახლეობის რიცხოვნობასთან.* ამიტომ, ელექტროენერჯის მოხმარების პროგნოზირების მეთოდოლოგიის სრულყოფის მიზნით, კვლევითი სამუშაოები უნდა გაგრძელდეს.

განახლებადი ენერჯის კვლევის და მათი გამოყენების პერსპექტივების შესახებ, საინტერესო და სასარგებლო ინფორმაციაა მოცემული უცხოელი მეცნიერების კვლებში:

- სტენფორდის უნივერსიტეტის და ბერლინის მექანიკის ინსტიტუტის მეცნიერების გათვლებით, მსოფლიოს 139 ქვეყანა (მათშორისაა საქართველო), შეძლებს, რომ ენერგომატარებლებზე მოთხოვნა, 2050 წელს, სრულად დაიკმაყოფილონ მხოლოდ წყლის, ქარის და მზის ენერჯის გამოყენებით [2].

- ჰარვარდის უნივერსიტეტის მეცნიერებმა (ლი მილერი, ედვარდ ქეიტი), მათემატიკური მოდელირების მეთოდით გამოთვალეს, რომ 2080 წელს, აშშ ენერჯის მთლიანი მოხმარების დაკმაყოფილება შესაძლებელია, მხოლოდ კონტინენტურ ნაწილზე არსებული ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის ხარჯზე, ამასთან, ჰაერის ტემპერატურა მოიმატებს მხოლოდ 0,2°C-ით [3]. ანუ, ენერჯით უზრუნველყოფასთან ერთად, გადაწყდება გლობალური დათბობის პრობლემაც და თავიდან იქნება აცილებული ისეთი საფრთხეები, როგორცაა ნახშირ-წყალბადების წვის პროდუქტებით გარემოს დაბინძურება.
- ქარის ენერგეტიკის განვითარების გზაზე, ხარისხობრივად ახალი მიდგომაა გერმანული ენერჯოკონცერნი - E.ON-ის მიერ, ქარის სადგურების გამოყენება არა მხოლოდ როგორც ენერჯის წყარო, არამედ, როგორც ელექტროქსელის რეგულირების საშუალება [15].

ენერგეტიკის დარგის განვითარების თანამედროვე ტენდენციების და სამომავლო ტექნოლოგიების შესახებ, საინტერესოა ბოლო წლებში გამოცემული წიგნები:

- Карусель энергетики [16]. მასში ფიზიკოსის თვალით არის დანახული ენერგეტიკის განვითარების გზაზე შექმნილი პრობლემები და დახასიათებულია განახლებადი ენერჯის წყაროები, როგორც ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტის საშუალება.
- Системы возобновляемых источников энергии. Технологии. Расчеты. Моделирование [17]. წიგნში მოცემულია განახლებადი ენერჯების გარდაქმნის თანამედროვე ტექნოლოგიების თეორია და გამოყენების სქემები და გაანგარიშებები. იგი სასარგებლოა როგორც სტუდენტების ცოდნის გაღრმავების, ისე შესაბამისი პროფილის ინჟინრებისათვის.
- 2014 წელს გამოცემულ წიგნში - ВОДОРОД В ЭНЕРГЕТИКЕ [18], მოცემულია წყალბადის მიღების თანამედროვე ტექნოლოგიები,

განხილულია წყალბადის გამოყენების პერსპექტიული სფეროები. ხაზგასმულია წყალბადის ენერგეტიკის მნიშვნელობა, როგორც განახლებადი ენერგეტიკის განვითარების წინაპირობა.

ნაშრომში გამოყენებულია, დისერტაციაზე მუშაობის წლებში ჩვენ მიერ, კონფერენციებსა და სხვადასხვა სამეცნიერო პერიოდიკაში გამოქვეყნებული შრომები:

- ბახტურიძე ს. თეზისები: საქართველოს ქარის ენერგეტიკული რესურსები და მისი რაციონალური გამოყენების პირობები. სტუდენტთა 85-ე ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის - „ელექტრომომხმარების სექციის“ მოხსენებათა კრებული. სტუ, თბილისი, 2017 წ.
- ბახტურიძე ს., ლაოშვილი დ. საქართველოს ქარის ენერგო-პოტენციალი და მისი რაციონალური გამოყენების პირობები. ჟურნალი „ენერჯია“ №3 (83), თბ., 2017 წ. გვ. 28-35;
- ბახტურიძე ს. საქართველოს ენერგორესურსების გამოკვლევა და მისი ათვისების პროგრამის დამუშავება სისიტემის ენერგოეფექტურობისა და საიმედოობის ამაღლების პირობებში. V საერთაშორისო კონფერენცია, ენერგეტიკა: რეგიონული პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები. მოხსენებების კრებული, ქუთაისი, 2018 წ. გვ. 8-13;
- ბახტურიძე ს. საქართველოში ქარის ელექტროსადგურების ეფექტიანობის შესახებ. ჟურნალი „საქართველოს საინჟინრო სიახლენი“ 3/2018 წ. გვ. 47-51.

დისერტაციაზე მუშაობისას გამოყენებულია საქართველოს და საზღვარგარეთის სამეცნიერო და საერთაშორისო ორგანიზაციების მიერ მომზადებული კვლევები და საცნობარო-საინფორმაციო მასალები.

თავი 1. ენერგეტიკის დარგში არსებული მდგომარეობის და მიმდინარე პროცესების კვლევა

ენერგეტიკის დარგის გეგმა-ზომიერი განვითარებისათვის, საჭირო და აუცილებელია დარგის მდგომარეობის პერიოდული შეფასება და მიმდინარე პროცესების ანალიზი. ანალიზის შედეგებზე დაყრდნობით არის შესაძლებელი დარგის მართვის დირექტიული დოკუმენტების და განვითარების პროგრამების განახლება, განვითარების შემაფერხებელი ფაქტორების დროულად გამოვლენა და მათი აღმოფხვრის ეფექტური ღონისძიებების შემუშავება.

საქართველოს ენერგეტიკის დარგში პრობლემების არსებობაზე მეტყველებს დარგის განვითარების უარყოფითი მაჩვენებლები, რაც ზოგადად, გამოხატულია ქვეყნის ენეროდამოკიდებულების ზრდაში. კონკრეტულად: ენერჯის მოხმარების ზრდას, მნიშვნელოვნად ჩამორჩება წარმოების ზრდა, განსაკუთრებით სწრაფი ტემპით იზრდება იმპორტზე დამოკიდებულება ელექტროენერგეტიკის სექტორში, რაც უარყოფითად აისახება როგორც ენერგეტიკის დარგის, ისე მთლიანად სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების მაჩვენებლებზე.

არსებული მდგომარეობის და მიმდინარე პროცესების კვლევა ჩავატარეთ, დარგის როგორც სამეურნეო სექტორის, ისე მართვის სისტემაში არსებული პრობლემების გამოვლენის და მათი აღმოფხვრისათვის საჭირო ღონისძიებების შემუშავების მიზნით.

დარგის არსებული მდგომარეობის შესახებ წარმოდგენას ქმნის მთლიანი ენერგომატარებლების აგრეგირებული და ელექტროენერჯის ფაქტიური ბალანსების ანალიზის შედეგები.

1.1. მთლიანი ენერგომატარებლების აგრეგირებული ბალანსის ანალიზი

მთლიანი ენერგომატარებლების აგრეგირებული ბალანსის წარმოებას ახორციელებს საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური. თანამედროვე სტანდარტების დონეზე, საქართველოში აგრეგირებული ენერგობალანსების წარმოება დაიწყო 2013 წლიდან.

ცხრ.1.-ში წარმოდგენილია 2013-2017 წლების აგრეგირებული ენერგეტიკული ბალანსების მაჩვენებლები და მათი ანალიზის შედეგები [9].

ცხრილიდან ჩანს, რომ ქვეყანაში ენერგომატარებლების მოხმარების ტემპი ზრდადია, ხოლო ადგილობრივი წარმოების ტემპი - კლებადი. კერძოდ: ბოლო ხუთი წლის განმავლობაში, ენერგომატარებლების მოხმარება (შიდა მიწოდება) 173,6 ტერაჯოულიდან, 198,3 ტერაჯოულამდე გაიზარდა, ხოლო წარმოება 59,8 ტერაჯოულიდან, 55,8 ტერაჯოულამდე შემცირდა.

ცხრილი 1. აგრეგირებული ენერგეტიკული ბალანსის ძირითადი მაჩვენებლები (ტერა ჯ.) [19-23]

წელი	წარმოება	იმპორტი	ექსპორტი	საერთა-შორისო ბუნკერები	მარაგების ცვლილება	შიდა მიწოდება	უზრუნველყოფის სტრუქტურა	
							იმპ, %	ადგილ, %
2017	55 837,1	160 059,0	14 143,6	4 087,2	658,9	198 324,2	80,71	19,29
2016	57 622,3	156 380,7	10 451,4	3 048,0	23,9	200 527,5	77,98	22,02
2015	55 701,7	159 963,9	17 086,1	-	(868,9)	197 710,6	80,91	19,09
2014	57 441,3	135 206,8	5 069,5	-	(97,6)	187 481,0	72,12	27,88
2013	59 816,6	118 549,0	4 639,2	-	(149,6)	173 576,8	68,30	31,70
საშ.	57 283,8	146 031,9	10 278,0	1 427,0	(86,7)	191 524,0	76,00	24,00

შენიშვნა: შიდა მიწოდება იანგარიშება, როგორც: წარმოება+იმპორტი-ექსპორტი-საერთაშორისო ბუნკერები+მარაგების ცვლილება.

შესაბამისად, გაუარესდა ენერგოდამოკიდებულების ხარისხი - ქვეყნის საერთო ენერგეტიკულ ბალანსში, იმპორტის წილი 2013-2017 წლებში, 68,3%-დან გაიზარდა 80,7%-მდე. ეს კი, ენერგეტიკულთან ერთად, საერთო ეროვნული საფრთხის ზრდის შემცველი ტენდენციაა.

ცხრ. 2-ში წარმოდგენილია აგრეგირებული ბალანსის ტექნოლოგიური სტრუქტურა. მონაცემების ანალიზიდან ჩანს, რომ მთლიანად მოხმარებული ენერჯის 74% არაგანახლებად რესურსებზე მოდის. ძირითად ნაწილს წარმოადგენს, თითქმის მთლიანად იმპორტირებული ნავთობის პროდუქტები და ბუნებრივი გაზი. ამასთან, ბანანსში სრავად იზრდება ბუნებრივი გაზის წილი, მისი მოხმარება 2013-2017 წლებში გაზრდილია 27,1%-ით.

ცხრილი 2. ბალანსის სტრუქტურა ენერგომატარებლების სახეობათა მიხედვით (ტერა ჯ.) [19-23]

წელი	ქვანახშირი: ადგილობრივი და იმპორტის ჯამი	ნელი ნავთობი: ადგილობრივი და იმპორტის ჯამი	ნავთობის პროდუქტები	ბუნებრივი გაზი	ჰიდრო ენერჯია	გეო თერმული ენერჯია	ბიო საწვავი	იმპორტირებული ელექტრო ენერჯია	განახლებადი ენერჯიები	არა განახლებადი ენერჯიები
2017	12,201	3,776	47,818	82,037	33,157	1,185	15,214	2,921	49,556	148,753
2016	10,938	2,698	57,351	79,167	33,585	886	16,192	288	50,662	150,442
2015	11,381	616	53,264	84,425	30,434	775	16,675	142	47,883	149,828
2014	12,180	-	47,444	76,781	30,007	704	19,470	894	50,182	137,299
2013	13,218	-	45,117	64,534	29,776	647	20,143	121	50,566	122,991
საშ.	11,984	2,363	50,199	77,389	31,392	839	17,539	873	49,770	141,863
%	6.26	1.23	26.21	40.41	16.39	0.44	9.16	0.46	25.99	74.07

ნელი ტემპით იზრდება ენერგეტიკულ ბალანსში ჰიდროენერჯის წილი, თითქმის არ იზრდება ადგილობრივი ბუნებრივი აირის მოპოვება. ეს კი, მნიშვნელოვანი საფრთხის შემცველი ტენდენციაა: ვინაიდან, ბუნებრივი აირის მომწოდებელი არის მხოლოდ ერთი ქვეყანა, იზრდება საქართველოს ენერგოსაფრთხოების საფრთხე. ამის გარდა, ენერგობალანსში არაგანახლებადი ენერჯიების წილის ზრდა საფრთხეს უქმნის, საქართველოს მიერ ეკოლოგიური უსაფრთხოების კუთხით ნაკისრი ვალდებულებების შესრულებას.

აღნიშნულის გარდა, საყურადღებოა, რომ ენერგეტიკულ ბალანსში, ადგილობრივი წიაღისეული ენერგეტიკული რესურსების წილი უმნიშვნელოა. ამასთან, ცხრ. 3-ში წარმოდგენილი მონაცემების ანალიზი აჩვენებს, რომ: ქვანახშირის, ნავთობის და ბუნებრივი გაზის ადგილობრივი

მოპვება მცირდება. განახლებადი ენერგიებიდან, მცირდება ბიო-საწვავის მოპოვება, იზრდება ჰიდრო და გეო-თერმული ენერგიის წარმოება, რაც პოზიტიური მოვლენაა, თუმცა, წარმოების ზრდა მოხმარების ზრდას მნიშვნელოვნად ჩამორჩება.

ცხრილი 3. ადგილობრივი რესურსების წილი მთლიან ენერგეტიკულ ბალანსში (ტერა ჯ.) [19-23]

წელი	მთლიანი მოხმარება	ქვანახ-შირი	ნედლი ნავთობი	ნავთობის პროდუქტები	ბუნებრივი გაზი	ჰიდრო ენერგია	გეოთერ-მული	ბიო საწ-ვავი
2017	198 324	4 558	1 360	-	298	33 157	1 185	15 214
2016	200 528	5 041	1 639	-	231	33 585	886	16 192
2015	197 711	5 200	1 709	484	397	30 434	775	16 675
2014	187 481	5 088	1 812	-	359	30 007	704	19 470
2013	173 577	7 033	2 034	-	183	29 776	647	20 143
საშ.	191 524	5 384	1 711	97	294	31 392	839	17 539
%	100	2,81	0,89	0,05	0,15	16,39	0,44	9,16

აღნიშნულიდან გამომდინარე, საქართველოს ენერგეტიკის დარგის განვითარების მთავარი ვექტორი მიმართული უნდა იყოს განახლებადი ენერგიების ათვისებაზე.

1.2. ელექტროენერგიის ბალანსის ანალიზი

საქართველოს ელექტროენერგიის საპროგნოზო ბალანსს, ბრძანებით ამტკიცებს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტრო. ფაქტიურ ბალანსს კი ოფიციალურად აქვეყნებს სახელმწიფო ელექტროსისტემის სადისპეტჩერო და ელექტროენერგეტიკული ბაზრის კომერციული ოპერატორი.

წარმოება-მიწოდების (მათშორის: იმპორტ-ექსპორტის, ტრანზიტის), საკმაოდ ინფორმაციული საპროგნოზო და ფაქტიური ბალანსების წარმოება ხდება 2007 წლიდან. დღევანდელი მდგომარეობით, შექმნილია ელექტროენერგიის ფაქტიური ბალანსების მონაცემების 12 წლიანი რიგი. ამ

მონაცემების ანალიზის შედეგები უნდა გახდეს ქვეყანაში ელექტროენერჯის წარმოება-მიწოდების დაგეგმვის საფუძველი და აქედან გამომდინარე - გენერაციის წყაროების და ელექტროქსელის ოპტიმალური განვითარების გარანტი.

1.2.1. ელექტროენერჯის ფაქტიური ბალანსის ანალიზი

ბალანსის კვლევა ჩატარდა, ელექტროენერჯის მოხმარების დინამიკის და მისი ცვლილების ხასიათის დადგენის მიზნით. კვლევის ობიექტად მივიღეთ ელექტროენერჯის ბოლო წლების ფაქტიური ბალანსები. ცხრ.4-ში წარმოდგენილია ელექტროენერჯის მოხმარების ფაქტიური მაჩვენებლები.

ცხრილი 4. ელექტროენერჯის მოხმარების ზრდა და სეზონური ხასიათი (მლნ. კვტ.სთ) [24-32]

თვე	იანვ	თებ	მარტ	აპრ	მაის	ივნ	ივლ	აგვ	სექტ	ოქტ	ნოემ	დეკ	წლი-ური	ზრდა %	ამ.ს.
2010	809	730	785	692	646	610	659	633	637	676	743	822	8441		1,61
2011	873	802	835	768	699	655	706	712	671	743	863	927	9257	9,66	1,61
2012	915	876	909	697	675	703	749	741	702	724	773	916	9379	1,33	1,63
2013	942	792	865	767	690	724	788	786	733	803	811	990	9690	3,31	1,58
2014	962	853	877	800	764	747	818	864	771	815	909	988	10170	4,95	1,55
2015	1006	865	932	867	816	789	840	840	759	781	869	1017	10382	2,08	1,50
2016	1014	897	942	865	847	846	899	908	792	884	968	1164	11027	6,21	1,53
2017	1087	1013	1021	934	857	872	986	1038	920	949	1034	1164	11875	7,70	1,53
2018	1170	1060	1116	981	963	981	1093	1049	955	978	1078	1172	12596	6,07	1,49
საშუალო 2010-2018წ.	975	877	920	819	773	770	838	841	771	817	894	1018	10313	5,16	1,56

ანალიზით დადგინდა, რომ ელექტროენერჯის მოხმარება ხასიათდება მკვეთრად გამოხატული სეზონურობით. კერძოდ: ელექტროენერჯის მოხმარება, ამ ეტაპზე შემოდგომა-ზამთრის - წყალმცირობის თვეებში მეტია, ვიდრე გაზაფხულ-ზაფხულის წყალუხვობის თვეებში. ამასთან, ცხრილიდან ჩანს, რომ შემოდგომა-ზამთრის 7 თვეში (სექტემბერ-მარტი) და

გაზაფხულ-ზაფხულის 5 თვეში (აპრილი-აგვისტო) მოხმარებული ელექტროენერჯის ფარდობა სტაბილური სიდიდეა. ვუწოდოთ ამ სიდიდეს ელექტროენერჯის ბალანსის სეზონურობის მახასიათებელი. აღვნიშოთ იგი სიმბოლოთი - $A_{სს}$. მისი სიდიდე გამოითვლება ფორმულით:

$$A_{სს} = \frac{W_{(სექტ-მარტ)}}{W_{(აპრილ-აგვ)}}$$

სადაც:

- $A_{სს}$ - არის უგანზომილებო სიდიდე, რომელიც რიცხობრივად ტოლია სექტემბერ-მარტის თვეებში მოხმარებული ელექტროენერჯის ფარდობისა, აპრილი-აგვისტოს თვეებში მოხმარებულთან;
- $W_{(სექტ-მარტ)}$ - სექტემბერ-მარტის 7 თვეში მოხმარებული ენერჯია (მლნ. კვტ.სთ);
- $W_{(აპრილ-აგვ)}$ - აპრილ-აგვისტოს 5 თვეში მოხმარებული ენერჯია (მლნ. კვტ.სთ);

ცხრილიდან ჩანს, რომ $A_{სს}$ კოეფიციენტის მნიშვნელობა ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში საკმაოდ მცირე ზღვრებში მერყეობს. ბოლო 9 წლის განმავლობაში, მისი მნიშვნელობა 1,61-დან, შემცირდა 1,49-მდე.

ცხრ.5-ში გამოთვლილია $A_{სს}$ კოეფიციენტის საშუალო კვადრატული გადახრა - S. ცხრილიდან ჩანს, რომ ელექტროენერჯის მოხმარების

ცხრილი 5. ბალანსის მახასიათებელი $A_{სს}$ კოეფიციენტის საშუალო კვადრატული გადახრა (S)

წლები	n	x	\bar{x}	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$	$\sum_{i=1}^{12} (x - \bar{x})^2$	n-1	$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}{n-1}}$
2010	1	1,606	1,570	0,036	0,001	0,019	8	0,049
2011	2	1,614	1,570	0,044	0,002			
2012	3	1,631	1,570	0,061	0,004			
2013	4	1,580	1,570	0,010	0,000			
2014	5	1,546	1,570	-0,024	0,001			
2015	6	1,500	1,570	-0,070	0,005			
2016	7	1,525	1,570	-0,045	0,002			
2017	8	1,533	1,570	-0,037	0,001			
2018	9	1,511	1,570	-0,059	0,003			
ჯამი					0,019			
საშ.		1,561						

გადახრა - S, ძლიერ მცირე სიდიდეა. შესაბამისად, ეს მეტყველებს $A_{\text{მ}}$ კოეფიციენტის მაღალ სტაბილურობაზე. ამიტომ, $A_{\text{მ}}$ კოეფიციენტი:

- შეიძლება გამოყენებული იქნეს ელექტროენერჯის მოხმარების პროგნოზირებისათვის, საკმაოდ გრძელვადიან მომავალში.
- შეიძლება დახასიათდეს საქართველოს განახლებადი ენერჯის რესურსები, წლიურ ჭრილში ენერჯის მოდინების სეზონურობის მხივ, განისაზღვროს მათი ათვისებით, ენერჯოსისტემის ეფექტურობის ამაღლების ხარისხი. ანუ განისაზღვროს ენერჯის კონკრეტული წყაროს პრიორიტეტულობა ენერჯოსისტემის ეფექტურობის ამაღლების უნარიანობის ნიშნით.
- შეიძლება შეფასდეს, თუ რამდენად აკმაყოფილებს, კონკრეტული ახალი ელექტროსადგურის პარამეტრები ენერჯოსისტემის ეფექტურობის ამაღლების პირობებს. საჭიროების შემთხვევაში კი, მოხდეს არსებული პროექტების პარამეტრების ოპტიმიზაცია იმგვარად, რომ ახალ სადგურზე ენერჯის გამოუშვების სეზონურობა იყოს მოხმარების სეზონურობის მაქსიმალურად ადეკვატური;

სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ბალანსის სეზონურობის მახასიათებელი, ერთმანეთთან აკავშირებს ელექტროენერჯის ბალანსის, ენერჯეტიკული პოტენციალის და ელექტროსადგურის რაოდენობრივ მახასიათებლებს. კონკრეტულად: ბალანსის სეზონური მახასიათებლი შინაარსორივად აჩვენებს, რომ ელექტროენერჯის მოხმარება შემოდგომა ზამთრის თვეებშია მეტი, ვიდრე გაზაფხულ-ზაფხულის - წყალ უხვობის სეზონზე. აქედან გამომდინარე, პრიორიტეტულია ის ენერჯეტიკული პოტენციალი (ან მისი ნაწილი), რომლის ათვისებით, ენერჯოსისტემას შემოდგომა-ზამთრის სეზონზე მიეწოდება მეტი ელექტროენერჯია. ჰიდროპოტენციალის შემთხვევაში, ჰესების პროექტირების დროს, სეზონურობის კოეფიციენტის მიხედვით უნდა განისაზღვროს ჰესის წლიური გამოუშვების ოპტიმალური წლიური გრაფიკი. ამ გზით ერთდროულად გადაწყდება ორი საკითხი:

- პირველი, მდინარის მთლიანი ნაკადიდან, გამოყენებული იქნება იმ ოპტიმალური სიმძლავრის შესაბამისი ნაწილი, რომელიც შექმნის ენერგოსისტემისათვის საჭირო და, არა „ზედმეტ“ - უსარგებლო სიმძლავრეს“.
- მეორე, მდინარის კალაპოტში დარჩება კალაპოტის ფორმირებისათვის (მყარი ნატანის ტრანზიტისათვის) საჭირო ხარჯი. ამით მოიხსნება ჰესების პროექტებთან დაკავშირებული ეკოლოგიური ხასიათის პრობლემები.

შევნიშნავთ, რომ ბალანსის მახასიათებელი $A_{\text{მ}}$ კოეფიციენტის მნიშვნელობა, როგორც ცხრ.4-დან ჩანს, მცირე კლების ტენდენციით ხასიათდება. ჩვენი აზრით, ამის გამომწვევი ფაქტორია ელექტროენერჯის გამოყენების ზრდა სოციალურ სექტორში ჰაერის გაგრილების მიზნით. მაგრამ, ენერგეტიკის დარგის სწორად განვითარების შემთხვევაში, ელექტროენერჯია ჩაანაცვლებს სითბოთი, ცხელი წყლით და სამზარეულო მიზნებით გამოყენებულ ბუნებრივ გაზს. ამის გამო, ელექტროენერჯის მოხმარება წლიურ ჭრილში გაიზრდება პროპორციულად და ბალანსის მახასიათებელი $A_{\text{მ}}$ კოეფიციენტის ცვლილება იქნება უმნიშვნელო.

1.2.2. ელექტროენერჯის ფაქტიური ბალანსის სტრუქტურული ანალიზი

საქართველოს ელექტროენერჯის წლიური ბალანსი, სტრუქტურულად შედგება: ჰესებზე, თბოსადგურებსა და ქარის სადგურზე გამომუშავებული და იმპორტირებული ენერჯისაგან. ბალანსის სტრუქტურაში აგრეთვე, მცირე მოცულობით მონაწილეობს ექსპორტირებული და ტრანზიტით გატარებული ელექტროენერჯია.

ელექტროენერჯის ბალანსის სტრუქტურა, 2018 წლის ფაქტიური ბალანსის მაგალითზე, წარმოდგენილია ცხრ. 6 -ში. ცხრილის მონაცემების ანალიზით დადგინდა რომ:

- მოხმარებული ელექტროენერჯის მთლიან მოცულობაში, ადგილობრივი რესურსების გამოყენებით გამოიმუშავებული არის 71.2%. დანარჩენი 28.8%-ის უზრუნველყოფა მოხდა იმპორტირებული და იმპორტირებულ ბუნებრივ გაზზე გამოიმუშავებული ელექტროენერჯით;
- ენერგოდამოკიდებულების საშუალო წლიური მაჩვენებელი შეადგენს 28.8%-ს, ხოლო შემოდგომა-ზამთრის თვეებში - 50%-საც კი აჭარბებს, რაც დიდი რისკის ქვეშ აყენებს ქვეყნის ენერგოუსაფრთხოებას.
- იმპორტირებული ენერჯის საფასურის სახით, ქვეყნიდან გაედინება დიდი რაოდენობით უცხოური ვალუტა, რაც უარყოფითად აისახება ეროვნული ვალუტის სიმყარეზე.

ცხრილი 6. ელექტროენერჯის (მლნ. კვტ.სთ) 2018 წლის ბალანსის სტრუქტურული ანალიზი [32]

დასახელება	იანვ	თებ	მარტ	აპრ	მაის	ივნ	ივლ	აგვ	სექტ	ოქტ	ნოემ	დეკ	სულ
გამომუშავება	1014	934	997	1064	1161	1208	1268	985	849	783	900	986	12149
თბოსაგურები	331	334	215	35	76	3	7	150	160	198	331	275	2115
გორის ქესი	7	6	7	9	5	5	8	8	8	7	7	6	84
ჰესები სულ	676	594	775	1019	1079	1200	1253	827	681	578	563	705	9949
მარეგულირებელი ჰესები	342	303	333	532	603	762	911	580	444	339	288	363	5801
სეზონური ჰესები	289	246	372	407	392	366	292	194	198	194	224	282	3456
მცირე ჰესები	45	45	69	80	84	73	50	53	38	45	51	59	692
იმპორტი	202	168	161	11	44	6	1	100	139	230	219	228	1509
მომხმარებელზე მიწოდება	1170	1060	1116	981	963	981	1093	1049	955	978	1078	1172	12596
ექსპორტი				62	200	195	132						588
საქართველოში მოხმარებული ელექტროენერჯის რესურსული სტრუქტურა													
ადგილობრივი რესურსები: ჰიდრო + ქარი	683	600	782	967	885	1011	1129	835	689	585	570	711	9445
თბო + იმპორტი	534	502	376	47	120	9	8	249	300	427	550	502	3624
ენერგოდამოკიდებულების დიაგრამა													
	დამოკიდ-ბა, %	45,6	47,3	33,7	4,8	12,5	0,9	0,8	23,8	31,4	43,7	51,0	42,9

თბო და ტრანზიტით გატარებული ენერჯის მონაცემები წარმოდგენილია ცხრ. 7-ში. ცხრილიდან ჩანს, რომ ელექტროენერჯის ტრანზიტით მკვეთრად შემცირების ტენდენციით ხასიათდება.

ცხრილი 7. თბოსადგურებზე გამომუშავებული და ტრანზიტით გატარებული ელექტროენერჯის (მლნ. კვტ.სთ) დინამიკა [27-32]

წლები	2014	2015	2016	2017	2018
თბოსადგურების გამომუშავება	2035,9	2378,7	2235,5	2233,0	2114,9
ტრანზიტით გატარებული	58,6	0,0	849,6	254,0	13,4

ამასთან, საინტერესოა, რომ რეგიონის ელექტროენერჯეტიკული ბაზრის მთავრი მოთამაშე - რუსეთი თავის ენერჯოსისტემის განავითარებას ახდენს „თვითკმარობის“ პრინციპით. ოფიციალური წყაროებიდან ირკვევა, რომ: რუსეთი, გეგმა-ზომიერად ამცირებს ელექტროენერჯის როგროც ექსპორტს, ისე იმპორტს. კონკრეტულად: 2012-2017 წლებში, სამხრეთის მიმართულებით - აზერბაიჯანში, თურქეთსა და ირანში, ექსპორტი არ ქონდა დაგეგმილი, ხოლო 2018-2024 წლებში დაგეგმილი აქვს ექსპორტის 14,4 მილიარდი კვტ.სთ-დან 10,6 მილიარდ კვტ.სთ-მდე შემცირება. ამავე პერიოდში, აპირებს იმპორტის შემცირებას 5,5 მილიარდი კვტ.სთ-დან ერთ მილიარდ კვტ.სთ-მდე [33,34].

ცხრ. 7-დან ჩანს, რომ საქართველოში ბოლო 4 წლის განმავლობაში, თბოელექტროსადგურებზე გამომუშავება შემცირების ტენდენციით ხასიათდება, მიუხედავად იმისა, რომ 2016 წელს ესპლუატაციაში გაიშვა 230 მვტ. სიმძლავრის მაღალი ეფექტურობის სადგური. მიღებული ინფორმაციის მიხედვით, მიზეზი არის ბუნებრივი გაზის დეფიციტი. გამომდინარე იქიდან, რომ ქვეყნის გაზიფიცირება ინტენსიურად მიმდინარეობს და იზრდება საყოფაცხოვრებო სექტორში ბუნებრივი გაზის მოხმარება, მოსალოდნელია, რომ თბოსადგურებზე ენერჯის გამომუშავება კიდევ უფრო შემცირდება.

ელექტროენერჯის ექსპორტ-იმპორტის დინამიკა და ტარიფები წარმოდგენილია ცხრ. 8-ში.

განხორციელებული ექსპორტ-იმპორტის მონაცემების ანალიზი აჩვენებს რომ:

- ელექტროენერჯის ექსპორტი მკვეთრად გამოხატული შემცირების ტენდენციით ხასიადება, ხოლო იმპორტი პირიქით - მკვეთრად იზრდება.
- ექსპორტირებული ელექტროენერჯის ტარიფი ორჯერ მცირეა, იმპორტირებული ენერჯის ტარიფთან შედარებით და შეადგენს საშუალოდ 2,69 ცენტ/კვტ.სთ-ზე. ცხადია, ელექტროენერჯის ასეთი ტარიფით ექსპორტის მიზნით ახალი სიმძლავრეების აშენება, ეკონომიკური თვალსაზრისით გაუმართლებელია. ეს მოვლენა გათვალისწინებული უნდა იქნეს პროექტირების ეტაპზე ახალი ჰესების მთავარი პარამეტრების გაანგარისების დროს.

ცხრილი 8. ექსპორტ-იმპორტის დინამიკა და ტარიფები, შედგენილია ესკო-ს და საქსტატის მონაცემებზე დაყრდნობით [24-32, 35]

წლები	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	სულ
იმპორტი, მლნ. კვტ.სთ	222,1	471,0	614,6	484,1	793,3	699,2	478,9	1497,2	1508,8	6547,1
გასული თანხა, მლნ. \$.	13,1	24,4	32,7	30,3	51,0	43,8	21,8	66,7	75,8	346,5
ექსპორტი, მლნ. კვტ.სთ	1524,3	930,6	528,2	450,4	545,1	659,9	559,0	685,7	588,8	4947,6
შემოსული თანხა, მლნ. \$	36,5	32,6	18,7	14,0	29,4	26,1	22,3	22,2	19,0	184,4
იმპ-ის ტარიფი, ცენტ/კვტ.სთ	5,89	5,18	5,31	6,26	6,43	6,27	4,56	4,46	5,02	საშ. 5,49
ექსპ-ის ტარიფი, ცენტ/კვტ.სთ	2,40	2,85	2,83	3,21	1,85	2,53	2,50	3,09	3,10	საშ. 2,71
საღივით: "ექსპ" - "იმპ", მლნ. კვტ.სთ	1302,2	459,6	-86,4	-33,7	-248,2	-39,3	80,1	-811,5	-920,0	

აღნიშნულის გარდა, გასათვალისწინებელია, რომ საქართველოდან ექსპორტირებული ელექტროენერჯის მცირე ტარიფის მიუხედავად, ექსპორტის მოცულობა მნიშვნელოვნადაა შემცირებული 2010 წლის შემდეგ პერიოდში. ცხრ. 9-დან ჩანს, რომ ელექტროენერჯის ექსპორტის მაქსიმალური რაოდენობა - 1,524 მლრდ. კვტ.სთ, განხორციელებულია 2010 წელს. მიუხედავად იმისა, რომ შემდგომ პერიოდში მნიშვნელოვნად გაძლიერდა კავშირები თურქეთთან,

სომხეთთან და აზერბაიჯანთან, ელექტროენერჯის ექსპორტი საგრძობლად შემცირდა.

ცხრილი 9. ელექტროენერჯის ექსპორტის დინამიკა (მლნ. კვტ.სთ), შედგენილია ესკო-ს მონაცემებზე დაყრდნობით [24-32]

წელი	თვეები												სულ
	იანვ	თებ	მარტ	აპრ	მაისი	ივნ	ივლ	აგვ	სექტ	ოქტ	ნოემბ	დეკ	
2010	37	30	77	207	252	217	279	158	71	87	61	50	1524
2011	0	0	4	40	174	280	197	97	23	17	19	0	815
2012	0	0	0	12	126	221	139	26	4	0	1	0	528
2013	0	0	0	114	146	75	0	0	26	89	0	0	361
2014	0	0	0	0	162	119	198	19	0	20	27	0	497
2015	0	0	28	43	144	185	166	24	25	25	20	0	615
2016	0	0	0	0	190	212	130	27	0	0	0	0	559
2017	0	0	0	0	63	123	76	0	0	0	0	0	262
2018	0	0	0	62	200	195	132	0	0	0	0	0	588
სულ	37	30	109	478	1456	1625	1317	351	149	239	127	50	5750

შენიშვნა: აპრილ-აგვისტოს თვეების გარდა, ექსპორტს აწარმოებენ მხოლოდ თურქული კომპანიების საკუთრებაში არსებული ჰესები.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ აღნიშნულ პერიოდში, ენგურჰესის წყალსაცავიდან, უქმად არის გადაღვრილი ასეულობით მილიონი კვტ.სთ ელექტროენერჯის ეკვინალენტი წყალი (იხ. ცხრ. 10).

ცხრილი 10. ენგურჰესზე გადაღვრილი წყლის ეკვივალენტი ენერჯია, მლნ. კვტ.სთ

წელი	თვეები							სულ
	მარტი	აპრ	მაისი	ივნ	ივლ	აგვ	სექტ	
2010	0.0	0.0	199.5	600.0	339.0	8.7	0.0	1147.2
2011	18.7	0.0	21.5	94.0	296.5	57.7	0.0	488.4
2012	0.0	0.0	184.9	158.3	0.0	0.0	0.0	343.2
2013	0.0	0.0	7.2	0.0	0.0	0.0	83.7	90.9
2014	0.0	0.0	133.4	18.2	0.0	0.0	0.0	151.6
2015	0.0	0.0	0.0	46.1	30.9	0.0	0.0	77.0
2016	0.0	30.3	3.6	50.5	473.8	47.2	0.0	605.4
2017	0.0	0.0	122.0	165.5	44.5	0.0	19.9	351.9
2018	0.0	0.0	22.5	46.5	139.4	0.0	0.0	208.4
საშ.	2.1	3.4	77.2	131.0	147.1	12.6	11.5	384.9

შენიშვნა: წყლის უქმად დაღვრა, ჰესის ავარიული მდგომარეობის გამო, მოხდა მხოლოდ 2018 წლის მაისის ბოლო 7 დღის განმავლობაში.

წყარო: შპს „ენგურჰესის“ ინფორმაცია.

ცხრ. 9 და 10 მონაცემების ანალიზი აჩვენებს, რომ საქართველოდან ელექტროენერჯის ექსპორტი ხორციელდება მხოლოდ აპრილ-აგვისტოს - წყალუხვობის სეზონზე და, ისიც შეზღუდული რაოდენობით. ანუ,

წყალუხვობის თვეებში, რეგიონის ბაზარზე, ელექტროენერგიაზე მოთხოვნა ნაკლებად არის.

ელექტროენერგიის ექსპორტ-იმპორტის სფეროში არსებული მდგომარეობის და მომავლის პროგნოზის ანალიზით დადგინდა, რომ, რომ:

- ექსპორტირებული ენერგიის ტარიფი საშუალოდ 2-ჯერ ნაკლებია იმპორტირებული ენერგიის ტარიფთან შედარებით;
- რეგიონის ბაზარზე, წყალუხვობის სეზონზე და, საერთოდ საქართველოდან ელექტროენერგიაზე მოთხოვნის გაზრდა ნაკლებად მოსალოდნელია;
- საქართველოს ელექტროსისტემის გავლით, ელექტროენერგიის ტრანზიტი მკვეთრად არის შემცირებული და მისი გაზრდის პერსპექტივაც არ ჩანს.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ლოგიკურად იკვეთება საქართველოს ელექტროენერგეტიკის განვითარების მიზანი: ელექტროენერგიის წარმოების ზრდა ქვეყნაში მოხმარების პროგნოზის შესაბამისად და გადამცემი ქსელის გაძლიერება, წარმოებული ენერგიის მომხმარებელზე საიმედო მიწოდების უზრუნველყოფა.

1.3. ელექტროენერგეტიკის დარგში მიმდინარე პროექტების ანალიზი საქართველოს გადამცემი ქსელის განვითარების ათწლიანი გეგმა

წარმოადგენს დარგის განვითარების შესახებ, მეტ-ნაკლებად კონკრეტული ინფორმაციის შემცველ დოკუმენტს. 2015 წლის სემდეგ, მისი დამუშავება ხდება ყოველწლიურად ს/ს „საქართველოს სახელმწიფო ელექტრო-სისტემის“ მიერ, ს/ს „საქრუსენერგოსა“ და შ.პ.ს. „ენერგოტრანსთან“ შეთანხმებით.

გეგმის მიზანია, ენერგოსისტემის ქსელის გაძლიერება გენერაციისა და დატვირთვების გაზრდის შესაბამისად [36]. აქედან გამომდინარე: *ენერგოსისტემის ეფექტურობის და საიმედოობის ამაღლების გარანტიის*

შესაქმნელად საჭიროა, რომ გენერაციის ახალი წყაროების პარამეტრები გაანგარიშებული იყოს ელექტროენერჯის მოხმარების სეზონურობის გათვალისწინებით.

ცხრ. 11-ში წარმოდგენილია, ქსელის განვითარების გეგმით, 2017-2027 წლებში ასაშენებელი 87 ჰესის საპროექტო და მოქმედი ჰესების ფაქტიური გამომუშავების მონაცემები. დაგეგმილი ჰესების ეფექტურობის შეფასების მიზნით, შევადარეთ ჰესებზე წყალუხვობის 5 თვის (აპრ-აგვისტო) და წყალმცირობის 7 თვის (სექტემბერ-მარტი) სეზონზე გამომუშავების მოსალოდნელი ენერჯის რაოდენობა.

ცხრილი 11. მოქმედი და დაგეგმილი ჰესების გენერაციის სეზონურობა

ჰესის კატეგორია	იანვ	თებ	მარტ	აპრ	მაის	ივნ	ივლ	აგვ	სექტ	ოქტ	ნოემ	დეკ	სულ	A ₃₅
მოქმედი ჰესების გამომუშავება (2015 წლის მონაცემები), მლნ. კვტ.სთ														
დიდი (მარეგულ-ი)	362	310	336	419	561	610	721	545	325	277	284	369	5119	0,79
საშუალო (სეზ-რი)	194	163	221	332	376	324	247	187	148	213	217	195	2817	0,92
მცირე (დერეგ-ლი)	33	29	37	50	59	57	44	35	36	47	48	43	518	1,11
სულ	590	501	594	801	996	991	1011	767	509	537	549	607	8454	0,85
გამომუშ-ბა (სექტ-მარტ)-ის თვეებში	590	501	594						509	537	549	607	3886	-
2017-2027 წლების გეგმით ასაშენებელი ჰესების გამომუშავება (მლნ. კვტ.სთ)														
დიდი 6 ჰესი	333	305	422	824	1069	1051	1012	814	491	362	279	287	7250	0,52
საშუალო 28 ჰესი	144	122	193	383	534	567	547	475	400	277	202	177	4020	0,60
მცირე 53 ჰესი	42	31	45	109	217	259	263	239	188	97	60	48	1599	0,47
სულ: 87 ჰესი	519	458	660	1316	1819	1877	1821	1529	1080	736	542	512	12870	0,54
გამომუშ-ბა (სექტ-მარტ)-ის თვეებში	519	458	660						1080	736	542	512	4506	-

შედარები დადგინდა, რომ სხვადასხვა კატეგორიის (დიდი, მცირე, საშუალო სიმძლავრის) მოქმედი და დაგეგმილი ჰესები, ელექტროენერჯის გამომუშავების სეზონურობის მხრივ, მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან. შესაბამისად, განსხვავებულია მათი ეფექტურობა ენერგოსისტემის შემოდგომა-ზამთრის (სექტემბერ-მარტი) დეფიციტის შევსების მხრივაც. ამ განსხვავების რაოდენობრივი შეფასების მიზნით, შემოვიღეთ მახასიათებელი სიდიდე, რომელიც რიცხობრივად ტოლია: ჰესზე, შემოდგომა-ზამთრის 7 თვეში (სექტ-მარტი) და გაზაფხულ-ზაფხულის 5 (აპრ-აგვ) თვეში გამომუშავებული ენერჯის ფარდობის. ვუწოდოთ ამ სიდიდეს „ჰესის სეზონურობის მახასიათებელი“. აღვნიშოთ იგი სიმბოლოთი - $A_{ჰს}$. მისი სიდიდე გამოითვლება ფორმულით:

$$A_{ჰს} = \frac{W_{ჰ(სექტ-მარტ)}}{W_{ჰ(აპრილ-აგვ)}};$$

სადაც:

- $A_{ჰს}$, უგანზომილებო სიდიდეა, რომელიც რიცხობრივად ტოლია, ჰესზე (სექტ-მარტ)-ის და (აპრ-აგვისტ)-ოს თვეებში გამომუშავებული ელექტროენერჯის ფარდობის;
- $W_{ჰ(სექტ-მარტ)}$ - (სექტ-მარტ)-ის 7 თვეში გამომუშავებული ენერჯიაა;
- $W_{ჰ(აპრ-აგვ)}$ - (აპრ-აგვისტ)-ოს 5 თვეში გამომუშავებული ენერჯიაა;

ცხრ. 11-ის მონაცემების ანალიზი აჩვენებს, რომ მახასიათებელი - $A_{ჰს}$ კოეფიციენტი გაცილებით დიდია მოქმედი ჰესების, ვიდრე 2017-2027 წლებში ასაშენებელი ჰესების. ანუ, დაგეგმილ ჰესებზე, გაზაფხულ-ზაფხულის 5 თვეში იქნება გამომუშავებული გაცილებით მეტი ენერჯია, ვიდრე შემოდგომა-ზამთრის 7 თვის განმავლობაში. კერძოდ,

- მოქმედ ჰესებზე, წლის განმავლობაში გამომუშავებული 8 453.8 მლნ. კვტ.სთ ენერჯიდან, შემოდგომა-ზამთრის 7 თვეზე მოდის 3 886,2 მლნ. კვტ.სთ, ანუ - 46%;

- დაგეგმილ ჰესებზე კი, წლიური - 12 869,6 მლნ. კვტ.სთ ენერგიდან, შემოდგომა-ზამთრის 7 თვეზე მოდის 4 506,5 მლნ. კვტ.სთ, ანუ მხოლოდ 35%;

აღნიშნულის გამო, დაგეგმილი ჰესების ეფექტურობა, ენერგოსისტემის ტექნიკურ-ეკონომიკური მახასიათებლების ამაღლების და იმპორტის ჩანაცვლების თვალსაზრისით, ნაკლებად ეფექტური იქნება. აქედან გამომდინარე, არსებობს ენერგოსისტემის არაეფექტური, ნეგატიური მიმართულებით განვითარების საფრთხე. ამ საფრთხის თავიდან აცილებისათვის, საჭირო და აუცილებელია, რომ მოხდეს დაგეგმილი ჰესების საპროექტო პარამეტრების სეზონურობის ნიშნით კორექტორება.

1.4. გენერაციის სექტორის მართვის სისტემის ანალიზი

საბჭოთა კავშირის დაშლის შემდეგ, ელექტროენერგეტიკის დარგი ფუნქციონირებდა ერთიანი დეპარტამენტის - „საქენერგოს“ სახით.

გენერაციის სექტორის გამოყოფა ერთიანი ენერგეტიკული სისტემიდან მოხდა, დარგის რესტრუქტურისაციის შედეგად - „რესტრუქტურისაციის პირველ ეტაპზე განხორციელდეს: დეპარტამენტ „საქენერგოს“ რეორგანიზაცია, რისთვისაც მის ბაზაზე ჩამოყალიბდეს ფინანსურად დამოუკიდებელი 3 ქვე-სექტორი - გენერაციის, გადაცემა-დისპეტჩერიზაციისა და განაწილების“ [38]. მისი მართვის მიზნით შეიქმნა სააქციო საზოგადოება -.

2000 წელს, პრეზიდენტის 29 თებერვალის №74 ბრძანებულებით, ს/ს „საქენერგოგენერაცია“ გარდაიქმნა საჯარო სამართლის იურიდიულ პირად - სსიპ „ენერგოგენერაცია“, რომლის საქმიანობის საგანი, მიზნები და ფუნქციები, დებულების მიხედვით იყო შემდეგი:

ა) კოორდინაციას უწევს და ზედამხედველობს გენერაციის ობიექტების ექსპლუატაციას, მონაწილეობს მათ მიერ ძირითად ღონისძიებათა (სარემონტო კამპანია, წყალდიდობისა და შემოდგომა-ზამთრის

- სეზონისათვის მზადება და სხვ.) დაგეგმვაში, მათ შეთანხმებაში მოსალოდნელ ელექტრულ დატვირთვებთან, მომხდარ ავარიებსა და სხვა სახის უწყესრიგობათა მიზეზების შესწავლასა და აღმოფხვრაში;
- ბ) საქართველოს სახელმწიფო ქონების მართვის სამინისტროსთან ერთად აკონტროლებს გრძელვადიან მართვაში გადაცემულ სადგურებში საინვესტიციო ვალდებულებათა შესრულებას, სადგურის ისეთი რეჟიმით მუშაობას, რომ ვადის გასვლის შემდეგ უზრუნველყოფილი იყოს მათი მუშა მდგომარეობაში დაბრუნება;
- გ) ახორციელებს სახელმწიფო კრედიტებით მიმდინარე სარეაბილიტაციო სამუშაოების დაგეგმვა-ორგანიზაციას, ტექნიკურ ღონისძიებათა მოცულობებისა და ხარისხის კონტროლს;
- დ) ამზადებს წინადადებათა პაკეტს, მონაწილეობს ინვესტორების მოძიებასა და წარუდგენს მათ ამ პაკეტს ახალი პერსპექტიული ელექტროსადგურების მშენებლობისათვის;
- ე) ამზადებს მცირე ჰიდროენერგეტიკის განვითარების პროგრამებს და ხელს უწყობს მათ განხორციელებას; კოორდინაციას უწევს არსებული მცირე სიმძლავრის ჰიდროელექტროსადგურების აღდგენა-რეაბილიტაციისა და ახალი მცირე სიმძლავრის ჰესების სამშენებლო-საპროექტო პროგრამების განხორციელებას;
- ზ) მონაწილეობს ენერგოგენერაციის ობიექტების პრივატიზაციის პროცესში და სხვადასხვა ვადით მართვაში გადასაცემი ობიექტების სატენდერო პირობების შემუშავებაში თავისი კომპეტენციის ფარგლებში;
- თ) ახორციელებს ენერგოგენერაციის ობიექტების, საკუთრების ფორმის მიუხედავად, ტექნიკურ ზედამხედველობას;
- ი) განსაზღვრავს ახალი ელექტროსადგურების, მათ შორის განახლებადი ენერჯის ობიექტების მშენებლობის მიზანშეწონილობას, ამზადებს მათი ლიცენზირებისათვის საჭირო მასალებსა და წარუდგენს შესაბამის ორგანოს;
- კ) მონაწილეობს არატრადიციული ენერჯის პოტენციური წყაროების მოძიება-გამოვლენაში, ამზადებს და ინვესტორებს წარუდგენს

წინადადებათა პაკეტს ამ მიზნით; ახორციელებს არატრადიციული ენერჯის ელექტროსადგურების მშენებლობის კოორდინაციას;

ლ) ახორციელებს პრივატიზებული, იჯარის ან მართვის უფლებით გადაცემული ელექტროსადგურების მიერ სატენდერო სახელშეკრულებო ვალდებულებათა შესრულების მონიტორინგს თავისი კომპეტენციის ფარგლებში;

მ) მონაწილეობს მსოფლიო მზის პროგრამით გათვალისწინებული საქართველოში განსახორციელებელი პროექტების შესრულებაში;

ნ) კოორდინაციას უწევს ახალ ენერგეტიკულ მოწყობილობათა და ხელსაწყოთა დამუშავება-დამზადებასა და ენერგოსისტემაში დანერგვას.

2004 წლის 16 დეკემბერს, „ენერგოგენერაციის“ დებულებაში შევიდა ცვლილებები პრეზიდენტის №596 ბრძანებულებით. ორგანიზაცია გახდა კერძო სამართლის იურიდიული პირი და შეიზღუდა მისი ფუნქციები და უფლებები.

2010 წელს, „ენერგოგენერაცია“ აუქციონის წესით გაიყიდა თბილისის საქალაქო სასამართლოს გადაწყვეტილებით.

ამგვარად, ელექტროენერგეტიკის დარგის მართვის სახელმწიფო სტრუქტურაში, 2010 წლიდან (პრაქტიკულად კი 2004 წლიდან) აღარ არსებობს გენერაციის სექტორის განვითარებაზე ოფიციალურად პასუხისმგებელი რგოლი. შესაბამისად, ვერ ხორციელდება გენერაციის სფეროს განვითარების სახელმწიფო დაკვეთა პროფესიონალურ დონეზე, არ ხდება საკანონმდებლო-იურიდიული ბაზის განვითარება იმისათვის, რომ გზა გაეხსნას დარგში უცხოური ინვესტიციების შემოდინებას და ახალი ელექტროსადგურების შესაბამისი ტემპით მშენებლობას.

თავი 2. საქართველოს ენერგორესურსების გამოკვლევა

ენერგორესურსების გეგმა-ზომიერი ათვისებისა და ეფექტიანად გამოყენებისათვის, საჭიროა, რომ მეცნიერული კვლევების შედეგებზე დაყრდნობით იქნეს დადგენილი რესურსების რაოდენობრივი და თვისებრივი მახასიათებლები. მხოლოდ ასეთი მიდგომით შეიძლება, რომ სწორად განისაზღვროს ადგილობრივი რესურსების თითოეული სახეების როლი ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების საქმეში, დადგინდეს პრიორიტეტები და დამუშავდეს მათი ეფექტიანად ათვისების პროგრამები.

საქართველოს ენერგეტიკულ ბალანსში, ტრადიციულად მცირე იყო ადგილობრივი ენერგეტიკული რესურსების წილი. ამის გამო, საბჭოთა კავშირის დაშლის შემდეგ, საქართველოს ენერგეტიკა მწვავე პრობლემების წინაშე აღმოჩნდა. ქვანახშირით, მაზუთით და ბუნებრივი გაზით ცენტრალიზებული მომარაგების შეწყვეტის გამო, შეუძლებელი გახდა თბო ელექტრო-სადგურების მუშაობა. ქვეყანა დარჩა მხოლოდ ჰესების იმედად. შედეგად, ქვეყანაში ელექტროენერჯის წარმოება 2-ჯერ და მეტად შემცირდა. ამ მოვლენამ ნათლად გამოაჩინა მთლიანად სათბობ-ენერგეტიკული კომპლექსის და, მათ შორის ელექტროენერგეტიკის დარგის საკუთარ რესურსებზე გადაყვანის საჭიროება და აუცილებლობა.

საქართველოს განახლებადი ენერჯების რესურსებიდან, სამრეწველო მასშტაბით ელექტროენერჯის წარმოებისათვის, პერსპექტიულია ჰიდრო, ქარის და მზის ენერჯების გამოყენება.

2.1. ჰიდრო ენერგეტიკული პოტენციალის კვლევა

2.1.1. ზოგადი ინფორმაცია ჰიდროენერგეტიკული რესურსების შესახებ

ჰიდროენერგეტიკული რესურსები ბუნებაში არსებობს მზის ენერჯის ხარჯზე. დედამიწის ზედაპირზე მოღწეული მზის სიმძლავრის 23% ($2,6 \cdot 10^9$

მვტ) იხარჯება წყლის აორთქლებაზე. აორთქლებული წყლის ის ნაწილი, რომელიც ხმელეთზე მოდის ატმოსფერული ნალექების სახით, ქმნის ჰიდროენერგეტიკულ რესურსს (ჰიდროენერგეტიკულ რესურსებს მიეკუთვნება ზღვების და ოკეანეების ტალღების, მოქცევა-უკუქცევის ტალღების ენერჯიაც, მაგრამ ნაშრომში მათ არ განვიხილავთ, როგორც საქართველოსათვის არა აქტუალურ საკითხს).

აორთქლების და ატმოსფეროდან ნალექების გამოყოფის პროცესი მუდმივი (მაგრამ დროში არა თანაბარი) პროცესია. შესაბამისად, მუდმივად მიმდინარეობს ხმელეთზე მოსული ნალექების შეკრება და მაღალი ენერგეტიკული კონცენტრაციის მქონე წყლის ნაკადის ფორმირება. ნაკადის სიმძლავრის თეორიული სიდიდე გამოითვლება ფორმულით:

$$P = g \cdot Q \cdot H, \text{ კვტ.},$$

სადაც:

- g , არის თავისუფალი ვარდნის აჩქარება, 9,81 მ/წმ;
- Q არის ნაკადის ხარჯი, მ³/წმ;
- H , არის ნაკადის ვარდნის სიმაღლე, მ. (მდინარის წყალშემკრები აუზის საშუალო ნიშნული ზღვის დონიდან).

მდინარის ნაკადს ახასიათებს დროში მკვეთრად - დიდ დიაპაზონში ცვალებადობა. ამის გამო, პრაქტიკულად შეუძლებელია ნაკადის ენერგეტიკული პოტენციალის მთლიანად გამოყენება ელექტროენერჯის წარმოების მიზნით. შემოღებულია **ტექნიკური ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის** ცნება, რაც გულისხმობს ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის იმ ნაწილს, რომლის ათვისება არის მიზანშეწონილი ტექნიკური თვალსაზრისით. ამის გარდა, ტექნიკურად რეალიზებადი პოტენციალის გამოყენების მიზნით ჰიდროტექნიკური ნაგებობების დაპროექტების პროცესში ხდება ნაგებობების მშენებლობის ხარჯების შედარება მისაღებ მოგებასთან. შესაბამისად გამოვლინდება ნაკადის **ეკონომიკური თვალსაზრისით მიზანშეწონილი სიდიდე**. მშენებლობის ხარჯების სიდიდეზე გავლენას ახდენს მშენებლობის ტექნოლოგიის

განვითარება, სამშენებლო მასალების ფასები. ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის ის ნაწილი, რომლის გამოყენება ტექნოლოგიური განვითარების კონკრეტულ ეტაპზე მიზანშეწონილია ეკონომიკური თვალსაზრისით, მიეკუთვნება ეკონომიკური ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის კატეგორიას. მსოფლიოში დღევანდელი მდგომარეობით აღრიცხულია:

- თეორიული ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალი - 39 100 მილიარდი კვტ.სთ;
- ტექნიკური ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალი - 14 650 მილიარდი კვტ.სთ;
- ეკონომიკური ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალი - 8 770 მილიარდი კვტ.სთ;

მდინარის ენერგეტიკული პოტენციალის გამოყენება, ელექტროენერჯის წარმოების მიზნით, ხდება ძირითადად ორი განსხვავებული სქემით: პირველი - მდინარის ბუნებრივი ჩამონადენის რეჟიმით; მეორე - ჩამონადენის დაგროვებით წყალსაცავში და დაგროვილი ჰიდროენერჯის გამოყენებით მოთხოვნის გრაფიკის მიხედვით. შესაბამისად, არსებობს ჩამონადენზე მომუშავე და წყალსაცავიანი ჰესები. მდინარის ნაკადის ენერგეტიკული პოტენციალის გამოყენების სქემის შერჩევა ხდება მდინარის ჰიდროლოგიური, ტოპოგრაფიული, ეკოლოგიური პირობების და ასაშენებელი ჰესის ეკონომიკური მახასიათებლების კომპლექსური ანალიზის საერთო ფონზე.

ბუნებაში, ჰესის სიმძლავრის განმსაზღვრელი ფაქტორების რიცხვითი მნიშვნელობები ფართო დიაპაზონში იცვლება. შესაბამისად, ერთეული კვტ-დან ათასობით მგვტ-მდე დიაპაზონში იცვლება ნაკადის გამოყენებით ასაშენებელი ჰესის სიმძლავრე. სიმძლავრის მიხედვით, ჰესები პირობითად დაყოფილია შემდეგი კატეგორიის ჯგუფებად:

- მცირე სიმძლავრის ჰესი, 10 მგვტ-მდე;
- საშუალო სიმძლავრის ჰესი, 10-დან 100 მგვტ-მდე;

- დიდი სიმძლავრის ჰესი, 100-დან 1000 მვტ-მდე;
- გიგანტი ჰესი, 1000 მვტ-ზე მეტი;

ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალი, ასაშენებელი ჰესის სიმძლავრის შესაბამისად, დაყოფილია მცირე, საშუალო და დიდი ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის კატეგორიებად.

2.1.2. საქართველოს ჰიდროენერგეტიკული რესურსების გამოკვლევა

ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის ხვედრითი მაჩვენებლების მიხედვით, საქართველო ერთერთი მოწინავე ქვეყანაა მსოფლიოში.

აღნიშნული განპირობებულია ქვეყნის ტერიტორიის მაღალმთიანი რელიეფით და უხვი ატმოსფერული ნალექებით. ატმოსფერული ნალექების სიუხვე, თავის მხრივ, განპირობებულია იმით, რომ საქართველო მდებარეობს ორ - კასპიის და შავ ზღვებს შორის. ქვეყნის ტერიტორიაზე გაბატონებული ქარების მიმართულებაა აღმოსავლეთ-დასავლეთი და დასავლეთ-აღმოსავლეთი. ამ ფაქტორის გავლენით, ტერიტორიის უმეტეს ნაწილზე ხდება ტენიანი ჰაერის მასების ინტენსიური შემოდინება, რაც იწვევს ატმოსფერული ნალექების სიუხვეს. ატმოსფერული ნალექების სიუხვე და რელიეფის მაღალმთიანი ხასიათი კი, თავის მხრივ, როგორც წინა პარაგრაფში იყო აღნიშნული, განაპირობებს ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის მაღალ ხვედრით მაჩვენებლებს.

საქართველოში ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის შესწავლა დაიწყო გასული საუკუნის პირველი წლებიდან. მდინარეების ენერგეტიკული პოტენციალის, როგორც „ბუნებრივი საწარმო ძალის“ რაოდენობრივი შეფასება პირველად მოხდა 1913 წელს. განხილული იქნა 49 მდინარე, რომლის ჯამური წლიური ენერგო გამომუშავება შეფასებული იყო 40.6 მილიარდი კვტ.სთ-ის ტოლად [].

შემდგომ პერიოდში კვლევები გრძელდებოდა სისტემატურად და მდინარეების ენერგეტიკული პოტენციალის აღრიცხვა ხდებოდა

სხვადასხვა მეთოდებით. საქართველოში ფუნქციონირებდა 150-ზე მეტი დაკვირვების სადგური და წყალ-საგუშაგო, რომლებზეც ხდებოდა მდინარეების სახასიათო უბნებზე წყლის ხარჯის სისტემატური აღრიცხვა. შედეგად, შეიქმნა უნიკალური - მრავალწლიური დაკვირვების მონაცემთა ბაზა. ამ მონაცემების სხვადასხვა მეთოდით დამუშავების შედეგად, სხვადასხვა დროს არის შეფასებული საქართველოს ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალი. მათგან, ყველაზე სრულყოფილი შეფასება მომზადდა აკადემიკოს სვანაძის მიერ, რომელიც მონოგრაფიის სახით გამოიცა 1987 წელს. მასში მოცემულია კრებითი ინფორმაცია საქართველოს ჰიდროენერგეტიკული რესურსების და მისი ტერიტორიული განაწილების შესახებ [39].

საქართველოს ჰიდროენერგეტიკული რესურსების ტექნიკური პოტენციალი შეადგენს 80-85 მილიარდ კვტ.სთ-ს, ხოლო ეკონომიკურად მიზანშეწონილი ნაწილი - 45-50 მილიარდ კვტ.სთ-ს [40].

საქართველოს ჰიდროენერგეტიკული რესურსები შესწავლის დონის მიხედვით, პირობითად შეიძლება დავყოთ შემდეგ სამ კატეგორიად:

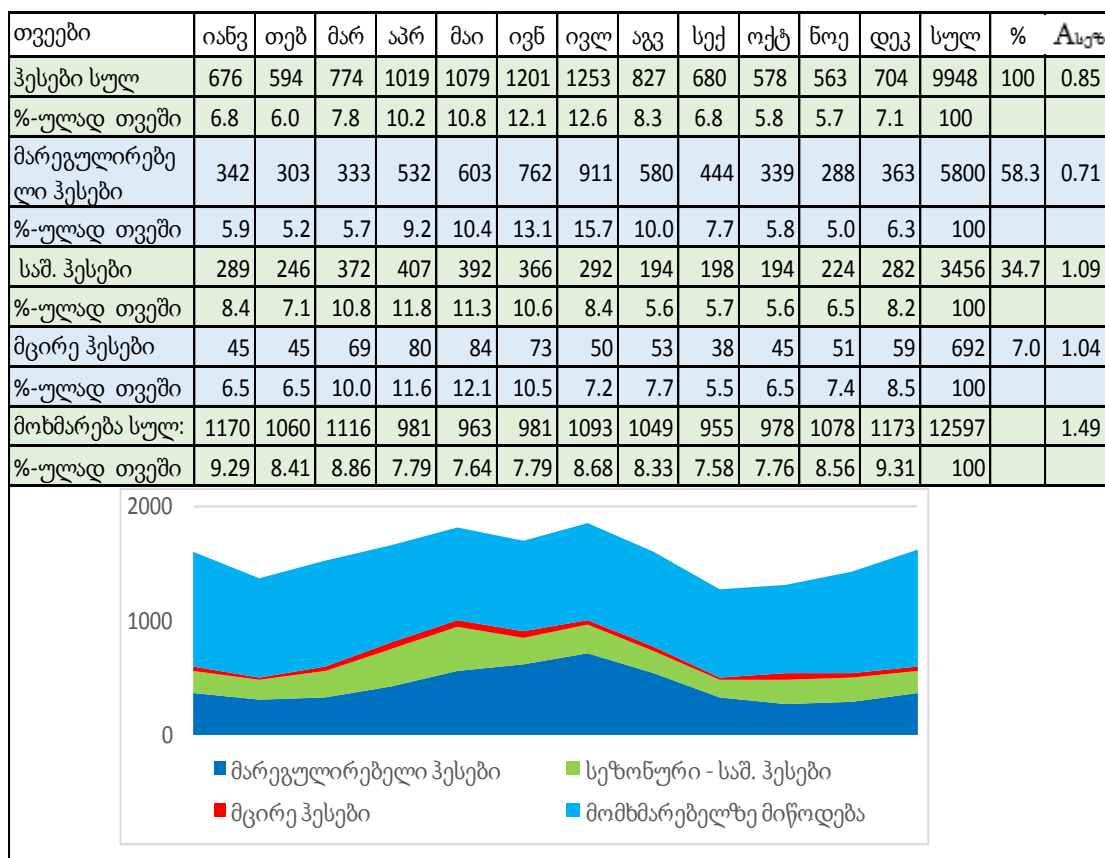
- ათვისებული ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალი, რომელიც გამოვლენილი იქნა კომპლექსური საინჟინრო კვლევების შედეგად ჰესების აშენების მიზნით და უკვე ათვისებულია (ჰესები აშენებულია);
- წინარე საინჟინრო კვლევების შედეგად გამოვლენილი ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალი, რომელიც გამოვლენილი იქნა ინვესტორების დაკვეთით, ჰესის აშენების უფლების მოპოვების მიზნით. ეს კვლევები მოიცავს ყველა კატეგორიის დიდ - წყალსაცავიან, საშუალო და მცირე სიმძლავრის ჰესებს. შესაბამისად, ყველა კატეგორიის ჰიდროენერგეტიკულ პოტენციალს.
- თეორიული კვლევებით გამოვლენილი ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალი.

ყოველი კატეგორიის პოტენციალის პრიორიტეტის დასადგენად, საჭიროა მათი გამოკვლევა და ენერგოსისტემის საერთო ეფექტურობის ამაღლების და ქვეყნის ეკონომიკაზე გავლენის ნიშნით გაანალიზება.

2.1.3. ათვისებული ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის ანალიზი.

დღევანდელი მდგომარეობით, ათვისებულია ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის ეკონომიკური ნაწილის 23%. მისი გამოყენებით, 2018 წელს, 51 მცირე, 14 საშუალო და 7 დიდ - წყალსაცავიან ჰესზე, გამომუშავებულია 9,95 მილიარდი კვტ.სთ ელექტროენერგია. მონაცემები წარმოდგენილია ხცრ.12-ში.

ცხრილი 12. ათვისებული ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალი (მლნ. კვტ.სთ) 2017 წლის მდგომარეობით [31]



ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ სხვადასხვა კატეგორიის ჰესები ელექტროენერგიის გამომუშავების სეზონურობის, მოხმარების

სეზონურობასთან შესაბამისობის მხრივ, მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ამ განსხვავებას ახასიათებს ცხრილში წარმოდგენილი სეზონურობის კოეფიციენტი - $A_{\text{ს}}$. ჰესბისათვის იგი რიცხობრივად ტოლია წყალმცირობის (სექტემბერი-მარტი) და წყალუხვობის (აპრილი-აგვისტო) სეზონზე გამომუშავებული ელექტროენერჯის ფარდობის. იგი ახასიათებს თითოეული კატეგორიის ჰესს იმის მიხედვით, თუ რამდენად ახლოს არის მასზე ელექტროენერჯის გამომუშავების გრაფიკი, ელექტროენერჯის მოხმარების გრაფიკთან. ანალიზი აჩვენებს, რომ ელექტროენერჯის გამომუშავების სეზონურობის მხრივ, მოხმარების სეზონურობასთან უფრო ახლოსაა მცირე და საშუალო სიმძლავრის ჰესები, ვიდრე დიდი - მარეგულირებელი ჰესები. აქედან გამომდინარე, ლოგიკურია, რომ: *ენერგოსისტემის შემდგომი განვითარებისათვის, პრიორიტეტი მიენიჭოს მცირე და საშუალო ჰიდროენერგეტიკულ პოტენციალს (მცირე და საშუალო სიმძლავრის ჰესების მშენებლობას).*

წინარე საინჟინრო კვლევებით გამოვლენილი ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალი. წინარე საინჟინრო კვლევების შედეგებზე დაყრდნობით, 2017 წლის მდგომარეობით დამუშავებულია 6 დიდი, 28 საშუალო და 53 მცირე სიმძლავრის ჰესის სქემა, რომელთა რეალიზაციის თაობაზე მთავრობასთან გაფორმებულია მემორანდუმები და, მათი აშენება, ქსელის განვითარების გეგმით, გათვალისწინებულია 2017-2027 წლებში.

ქვემოთ მოცემულია აღნიშნული ჰესების ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტურობის და ელექტროენერჯის გამომუშავების სეზონურობის ანალიზი.

მცირე სიმძლავრის 45 ჰესის მონაცემები, რომელიც მიღებულია მდინარეთა და მდინარეთა ცალკეული უბნების ენერგეტიკული ათვისების სქემების დამუშავების გზით, წარმოდგენილია ცხრ. 13-ში. შევნიშნავთ, რომ დრეჟანდელი მდგომარეობით, გეგმით გათვალისწინებული 53 მცირე ჰესიდან, 8 ჰესი უკვე აშენებულია. ამიტომ ცხრილში წარმოდგენილია დარჩენილი 45 ჰესის საპროექტო პარამეტრები.

ცხრილი 13. 2017-2027 წლებში ასაშენებელი მცირე ჰესები. W - წლიური გამოძულება მლნ. კვტ.სთ; P - სიმძლავრე, მვტ; A₃₅ - სეზონურობის კოეფიციენტი

#	ჰესი	იანვ	თებ	მარ	აპრ	მაის	ივნ	ივლ	აგვ	სექტ	ოქტ	ნოემ	დეკ	W	P	A ₃₅
1	ლუხუნი 2	2,4	2,3	4,8	8,9	8,9	8,9	8,9	8	6	6,4	4,70	3,4	74	12	0,69
2	ოქროპილაური	0,35	0,4	0,7	1,2	1,3	1,3	1,2	0,5	0,6	0,7	0,80	0,35	9	2	0,71
3	გოგინაური	0,35	0,4	0,6	1,2	1,3	1,3	1,2	0,5	0,6	0,7	0,80	0,35	9	2	0,69
4	კასლეთი 1	1,04	0,62	0,69	2,04	6,36	8,29	8,6	8,6	6,56	2,55	1,35	1,08	48	8	0,41
5	კასლეთი 2	1,04	0,62	0,69	2,04	6,36	8,29	8,6	8,6	6,56	2,55	1,35	1,08	48	8	0,41
6	ლახამი ჰესი	2,16	1,28	1,44	4,24	13,2	17,2	17,9	17,9	13,6	5,28	2,80	2,24	99	9	0,41
7	ცხვანდირი	0,96	0,57	0,64	1,89	5,87	7,65	7,94	7,94	6,05	2,35	1,25	1,00	44	10	0,41
8	ოკრილი	0,66	0,39	0,44	1,3	4,06	5,29	5,49	5,49	4,18	1,62	0,86	0,69	31	7	0,41
9	უბისა	0,82	0,49	0,55	1,61	5,02	6,54	6,78	6,78	5,17	2,01	1,06	1,01	38	8	0,42
10	სურები	0,89	0,53	0,59	1,75	5,43	7,08	7,34	7,34	5,6	2,17	1,15	0,92	41	7	0,41
11	ვანი ჰესი	0,97	0,57	0,65	1,9	5,93	7,72	8,01	8,01	6,11	2,37	1,26	1,01	45	8	0,41
12	ბუისციხე	0,89	0,53	0,59	1,74	5,42	7,06	7,33	7,33	5,58	2,17	1,15	0,92	41	7	0,41
13	სუფსა	0,14	0,08	0,09	0,27	0,84	1,09	1,13	1,13	0,86	0,34	0,18	0,14	6	1	0,41
14	ბარამიძე	0,96	0,57	0,64	1,88	5,86	7,64	7,92	7,92	6,04	2,34	1,24	0,99	44	7	0,41
15	ართანა	0,29	0,17	0,2	0,58	1,8	2,34	2,43	2,43	1,85	0,72	0,38	0,31	14	3	0,41
16	ყვირილა	0,87	0,52	0,58	1,71	5,33	6,94	7,2	7,2	5,49	2,13	1,13	0,9	40	7	0,41
17	ხონისწყ 1	0,17	0,1	0,11	0,34	1,05	1,37	1,42	1,42	1,08	0,42	0,22	0,18	8	1	0,41
18	ხონისწყ 2	0,16	0,1	0,11	0,32	1,00	1,3	1,35	1,35	1,03	0,4	0,21	0,17	8	1	0,41
19	ხონისწყ 3	0,39	0,23	0,26	0,77	2,4	3,12	3,24	3,24	2,47	0,96	0,51	0,41	18	3	0,41
20	ბუჯა ჰესი 1	0,19	0,11	0,13	0,37	1,16	1,51	1,57	1,57	1,19	0,46	0,25	0,2	9	2	0,41
21	ბუჯა ჰესი 2	0,11	0,07	0,08	0,22	0,69	0,9	0,94	0,94	0,71	0,28	0,15	0,12	5	1	0,41
22	ბუჯა ჰესი 3	0,27	0,16	0,18	0,53	1,64	2,13	2,21	2,21	1,69	0,66	0,35	0,28	12	2	0,41
23	პალდო	1,07	0,63	0,71	2,09	6,51	8,49	8,8	8,8	6,71	2,6	1,38	1,11	49	7	0,41
24	რაჩხა ჰესი	0,69	0,41	0,46	1,35	4,19	5,47	5,67	5,67	4,32	1,68	0,89	0,71	32	10	0,41
25	მაყიეთი	1,23	0,73	0,82	2,41	7,51	9,79	10,2	10,2	7,74	3,00	1,59	1,27	56	12	0,41
26	ღერე ჰესი	0,97	0,58	0,65	1,91	5,95	7,76	8,05	8,05	6,13	2,38	1,26	1,01	45	8	0,41
27	მლეთა ჰესი	0,79	0,47	0,53	1,55	4,82	6,28	6,52	6,52	4,97	1,93	1,02	0,82	36	5	0,41
28	ქვეშეთი	1,47	0,87	0,98	2,88	8,98	11,7	12,1	12,1	9,25	3,59	1,90	1,52	67	10	0,41
29	უმილაურთა	0,83	0,49	0,56	1,64	5,1	6,64	6,89	6,89	5,25	2,04	1,08	0,87	38	8	0,41
30	ლასკადურა	2,97	1,92	1,92	3,38	3,81	3,68	2,53	2,38	2,05	2,12	2,94	3,3	33	7	1,09
31	საშულა 1	0,77	0,46	0,52	1,52	4,73	6,17	6,4	6,4	4,88	1,89	1,00	0,8	36	5	0,41
32	საშულა 2	0,75	0,44	0,5	1,47	4,56	5,95	6,17	6,17	4,7	1,82	0,97	0,77	34	5	0,41
33	ჭაპალა ჰესი	0,07	0,04	0,04	0,13	0,4	0,52	0,54	0,54	0,41	0,16	0,08	0,07	3	1	0,41
34	ნატანები 2	1,55	1,53	2,91	6,56	7,86	7,61	7,25	4,56	4,18	3,91	2,63	1,95	53	8	0,55
35	ნატანები 3	2,31	2,27	4,32	9,75	11,7	11,3	10,8	6,78	6,21	5,8	3,90	2,9	78	12	0,55
36	იფარი ჰესი	0,42	0,41	0,79	1,77	2,13	2,06	1,96	1,23	1,13	1,06	0,71	0,53	14	3	0,55
37	ხელრა ჰესი	0,36	0,35	0,67	1,51	1,81	1,75	1,67	1,05	0,96	0,9	0,61	0,45	12	3	0,55
38	ლაჯანური 1	0,7	0,69	1,31	2,95	3,54	3,42	3,26	2,05	1,88	1,76	1,18	0,88	24	4	0,55
39	ლაჯანური 2	0,92	0,91	1,72	3,89	4,67	4,52	4,3	2,71	2,48	2,32	1,56	1,16	31	6	0,55
40	ლაჯანური 3	0,7	0,69	1,31	2,95	3,54	3,42	3,26	2,05	1,88	1,76	1,18	0,88	24	4	0,55
41	საკურა	1,68	1,65	3,14	7,09	8,49	8,22	7,83	4,93	4,51	4,22	2,84	2,11	57	12	0,55
42	ზეკარი	0,24	0,24	0,45	1,02	1,23	1,19	1,13	0,71	0,65	0,61	0,41	0,3	8	2	0,55
43	ნაროვანი	0,55	0,54	1,03	2,32	2,79	2,7	2,57	1,62	1,48	1,38	0,93	0,69	19	4	0,55
44	ქედი ჰესი	0,29	0,29	0,55	1,24	1,49	1,44	1,37	0,86	0,79	0,74	0,50	0,37	10	2	0,55
45	ბოჭორმა	1,23	1,02	1,06	1,72	3,83	4,78	4,93	4,93	3,93	1,96	1,38	1,25	32	5	0,59
	სულ	39	28	42	100	201	240	243	224	176	89	55	43	1479	257	0,47

ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ დაგეგმილი ჰესების სეზობურობის - A_{35} კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობაა 0,47. იგი 2-ჯერ და მეტად მცირეა, ვიდრე ექსპლუატაციაში მყოფი მცირე ჰესების (იხ. ცხრ. 12). ანუ. წყალუხვობის სეზონზე - 5 თვის განმავლობაში გამომუშავდება 2-ჯერ მეტი ენერჯია, ვიდრე წყალმცირობის სეზონზე - 7 თვეში.

აღნიშნულის გამო, ქსელის განვითარების გეგმით 2017-2027 წლებში გათვალისწინებული მცირე ჰესები, არსებული პარამეტრებით, ენერგოსისტემის ეფექტურობის ამაღლების, შემოდგომა-ზამთრის დეფიციტის შევსების და იმპორტის ჩანაცვლების თვალსაზრისით, ნაკლებად ეფექტურია.

აღნიშნულის გარდა, განსახილველია თვით ჰესების, როგორც საწარმოს ეკონომიკური ეფექტიანობის საკითხი. კერძოდ, არნიშნულ ჰესებზე ენერჯიის წლიური გამომუშავების ძირითადი ნაწილი მოდის წყალუხვობის სეზონზე. ამ პერიოდში კი, ენერჯიის გასაყიდი ტარიფი, საშუალოდ 6-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე წყალმცირობის სეზონზე []. აქედან გამომდინარე, ჰესების სიმძლავრის გაანგარიშება მხოლოდ წყალუხვობის სეზონის ჰიდროლოგიური მაქსიმუმის მიხედვით - აზრს მოკლებულია. საჭიროა, რომ მოხდეს აღნიშნული ჰესების მთავარი პარამეტრების ოპტიმიზაცია.

ცხრ. 14-ში წარმოდგენილია საშუალო სიმძლავრის 28 ჰესის მონაცემები, რომელთა აშენება გათვალისწინებულია 2017-2027 წლებში.

ცხრილიდან ჩანს, რომ წარმოდგენილი 28 ჰესიდან, 5 ჰესის (კირნათი, მტკვარ, ხერთვისი, მაჭახელა-1 და მაგანა-ლექარდე ჰესები) გარდა, ყოველი მათგანის სეზონურობის A_{35} კოეფიციენტი მნიშვნელოვნად დაბალია მოქმედ საშუალო სიმძლავრის ჰესებთან შედარებით. ეს ჰესები ენერჯიის ნახევარზე მეტს წყალუხვობის სეზონზე გამოიმუშავებენ. აქედან გამომდინარე, ჰესების უმეტესობა, განხილული მცირე ჰესების მსგავსად, არა ეფექტურია, როგორც ტექნიკური, ისე ეკონომიკური თვალსაზრისით. არსებული პარამეტრებით ამ პროექტების რეალიზაციის შემთხვევაში,

ენერგოსისტემას შეემატება არაეფექტური სიმძლავრე, რაც გამოიწვევს ქსელის გაძლიერების ასევე არაეფექტურ ხარჯებს. ამის თავიდან აცილებისათვის, საჭიროა აღნიშნული ჰესების პარამეტრების ოპტიმიზაცია.

ცხრილი 14. 2017-2027 წლებში ასაშენებელი საშუალო ჰესები. W - წლიური გამომუშავება მლნ.კვტ.სთ; P - სიმძლავრე მგტ; A₃₅ - სეზონურობის კოეფიციენტი.

#	ჰესი	იანვ	თებ	მარ	აპრ	მაის	ივნ	ივლ	აგვ	სექტ	ოქტ	ნოემ	დეკ	W	P	A
1	კირნათი ჰესი	12,6	13,0	13,0	12,3	12,4	20,2	33,4	36,5	35,4	16,0	10,8	10,8	226	51	0,97
2	ხობი ჰესი 1	10,7	10,1	14,3	33,4	33,4	33,4	28,7	19,5	18,0	17,5	14,4	13,5	247	60	0,66
3	ხობი ჰესი 2	6,9	6,3	10,5	25,6	25,6	25,6	23,0	15,7	14,2	13,7	10,6	9,7	187	42	0,62
4	მტკვარი ჰესი	13,9	12,7	15,7	28,3	30,3	30,3	20,8	17,1	15,0	16,4	15,7	16,2	232	53	0,83
5	ხერთვისი ჰესი	6,3	6,5	28,2	49,2	39,5	20,9	13,5	11,1	10,8	27,2	21,5	14,7	249	65	0,86
6	დარჩი ჰესი	3,6	4,4	6,8	12,3	12,3	12,3	12,3	7,5	5,9	7,5	5,8	5,8	97	17	0,70
7	დოღრა ჰესი 3	2,7	1,6	1,8	5,3	16,5	21,5	22,3	22,3	17,0	6,6	3,5	2,8	124	30	0,41
8	მესტიაჭალა 2	2,5	1,5	1,7	4,9	15,3	20,0	20,7	20,7	15,8	6,1	3,2	2,6	115	27	0,41
9	აკავრეთა ჰესი	2,1	1,2	1,4	4,0	12,5	16,3	16,9	16,9	12,9	5,0	2,7	2,5	95	19	0,42
10	მეტეხი ჰესი 1	2,9	1,7	1,9	5,6	17,4	22,7	23,6	23,6	18,0	7,0	3,7	3,0	131	24	0,41
11	მეტეხი ჰესი 2	2,5	1,5	1,7	5,0	15,4	20,1	20,9	20,9	15,9	6,2	3,3	2,6	116	21	0,41
12	სტორი ჰესი 1	2,1	2,0	3,8	8,7	10,4	10,1	9,6	6,0	5,5	5,2	3,5	2,6	69	14	0,55
13	მაჭახელა 1	8,2	8,5	13,7	15,7	16,9	13,5	10,7	9,1	9,5	10,9	10,8	10,5	138	23	1,09
14	მაჭახელა 2	5,0	4,0	8,0	12,1	13,0	10,4	8,2	7,0	7,3	8,4	8,3	8,0	100	19	0,97
15	წაბლარი ჰესი	1,4	0,8	0,9	2,7	8,4	11,0	11,4	11,4	8,7	3,4	1,8	1,4	63	15	0,41
16	რაჩხა ჰესი	0,7	0,4	0,5	1,3	4,2	5,5	5,7	5,7	4,3	1,7	0,9	0,7	32	10	0,41
17	მაჟიეთი ჰესი	1,2	0,7	0,8	2,4	7,5	9,8	10,2	10,2	7,7	3,0	1,6	1,3	56	12	0,41
18	ღები ჰესი	1,6	0,9	1,1	3,1	9,7	12,6	13,1	13,1	10,0	3,9	2,1	1,6	73	14	0,41
19	ჭიორა	1,5	0,9	1,0	2,9	9,2	11,9	12,4	12,4	9,4	3,7	1,9	1,6	69	15	0,41
20	ვედი ჰესი	2,1	1,3	1,4	4,1	12,9	16,8	17,4	17,4	13,3	5,2	2,7	2,2	97	19	0,41
21	ცირმინდი ჰესი	1,4	0,8	1,0	2,8	8,8	11,4	11,8	11,8	9,0	3,5	1,9	1,5	66	13	0,41
22	ბარისახო ჰესი	1,7	1,0	1,1	3,3	10,3	13,4	13,9	13,9	10,6	4,1	2,2	1,7	77	15	0,41
23	ხელედულა 3	5,6	3,3	3,7	10,9	34,0	44,3	45,9	45,9	35,0	13,6	7,2	5,8	255	60	0,41
24	სამყურისწყა 2	2,9	1,7	3,6	8,3	16,8	16,3	16,8	16,8	16,2	9,8	4,2	4,0	117	23	0,56
25	ზოტი ჰესი	6,7	6,6	12,5	28,1	33,7	32,6	31,1	19,6	17,9	16,7	11,3	8,4	225	48	0,55
26	საკაურა ჰესი	1,7	1,7	3,1	7,1	8,5	8,2	7,8	4,9	4,5	4,2	2,8	2,1	57	12	0,55
27	ახალდაბა ჰესი	14,6	14,4	27,3	61,7	74,0	71,6	68,2	42,9	39,3	36,7	24,7	18,4	494	93	0,55
28	მაგანა-ლექარდ	19,2	12,4	12,4	21,8	24,6	23,8	16,4	15,4	13,2	13,7	19,0	21,3	213	41	1,09
	ჯამი	144	122	193	383	534	567	547	475	260	277	202	177	3879	855	0,55

დაგეგმილი დიდი სიმძლავრის 6 ჰესის მონაცემები წარმოდგენილია ცხრ. 15-ში. ცხრილიდან ჩანს, რომ დაგეგმილი დიდი - წყალსაცავიანი ჰესების სეზონურობის მახასიათებელი - A₃₅ კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობა შეადგენს 0.52-ს. იგი მნიშვნელოვნად მცირეა, ვიდრე

საქართველოს ენერგოსისტემის წყალსაცავიანი ჰესების იგივე მაჩვენებელი - 0.71 (იხ. ცხრ. 12).

ცხრილი 15. 2017-2027 წლებში ასაშენებელი დიდი ჰესები. W - წლიური გამომუშება მლნ.კვტ.სთ; P - სიმძლავრე მვტ; A_{შს} - სეზონურობის კოეფიციენტი

#	ჰესი	იანვ	თებ	მარ	აპრ	მაის	ივნ	ივლ	აგვ	სექ	ოქტ	ნოე	დეკ	W	P	A
1	კორომხეთი	17	20	48	112	102	59	25	16	16	18	33	20	483	150	0.54
2	ცხენისწყალი	124	107	113	228	240	240	240	173	126	61	42	49	1744	357	0.55
3	ხუდონი	30	25	42	107	217	265	290	238	133	89	55	37	1528	702	0.37
4	ნენსკრა	91	85	88	99	140	145	155	157	63	45	36	90	1194	280	0.72
5	ნამახვანი	59	58	109	197	238	215	170	122	87	97	89	73	1513	433	0.61
6	ონი	12	11	21	81	132	128	132	109	66	53	26	19	789	177	0.36
	სულჯამი	333	305	422	824	1069	1051	1012	814	491	362	279	287	7250	2099	0.52

აღნიშნული გამოწვეულია იმით, რომ დაგეგმილი ჰესების წყალსაცავები არის მცირე მოცულობის. არ ხდება დიდი რაოდენობით წყლის შენახვა წყალმცრობის სეზონზე გამოსაყენებლად, ჩამონადენის ძირითადი ნაწილი გამოიყენება მოდინების რეჟიმში - წყალუხვობის სეზონზე. ვინაიდან, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ელექტროენერჯის ექსპორტი მნიშვნელოვნად არის შემცირებული და მომავალშიც ნაკლებად მოსალოდნელია, ამიტომ დაგეგმილი ჰესების ამ ეტაპზე აშენება, წარმოდგენილი პარამეტრებით, მოკლებულია სად აზრს.

რაც შეეხება დაგეგმილ მცირე და საშუალო სიმძლავრის ჰესებს, უნდა მოხდეს მათი საპროექტო პარამეტრების ოპტიმიზაცია იმგვარად, რომ ჰესებზე ენერჯის გამომუშავების სეზონურობის მახასიათებელი A_{შს} კოეფიციენტის რიცხვითი მნიშვნელობა, ახლოს იყოს ელექტროენერჯის მოხმარების სეზონურობის მახასიათებელ - A_{შს} კოეფიციენტის სიდიდესთან.

2.1.4 წინარე საინჟინრო კვლევებით გამოვლენილი მცირე და საშუალო სიმძლავრის ჰესების საპროექტო პარამეტრების ოპტიმიზაცია

ოპტიმიზაციის მიზანია ჰესების საპროექტო პარამეტრების იმგვარად კორექტირება, რომ მაქსიმალურად გაიზარდოს თვით ჰესის და მთლიანად ენერგოსისტემის ეკონომიკური ეფექტურობა.

ოპტიმიზაციის (კორექტირების) აუცილებლობაზე მიუთითებს ცხრ. 16-ში წარმოდგენილი საშუალო ჰესების მონაცემების ანალიზის შედეგები.

მონაცემების შედარებით ჩანს, რომ 2000 წლამდე აშენებული ჰესების სეზონურობის მახასიათებელი - $A_{ჰს}$ კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობა შეადგენს 1,12-ს, რითაც უზრუნველყოფილია ენერგოსისტემის ოპტიმალური განვითარების პირობები. 2000 წლის შემდეგ აშენებული ჰესების იგივე მახასიათებელი კი, 1,5-ჯერ, ხოლო 2017-2027 წლებში ამასენებელი ჰესების - 2-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე 2000 წლამდე აშენებული ჰესების. შევნიშნოთ, რომ 2000 წლამდე, საქართველოში ფუნქციონირებდა ენერგეტიკის პროფილის სამეცნიერო-კვლევითი და საპროექტო ინსტიტუტები, სამშენებლო ორგანიზაციები (ენერგეტიკისა და ენერგეტიკულ ნაგებობათა კვლევითი ინსტიტუტი, ენერგო-ქსელპროექტი, ჰიდრო-პროექტი, ჰიდრომშენებელი) და ახალი ელექტროსადგურების პროფესიონალური დამკვეთი - საქენერგო. სწორედ ამ ორგანიზაციების გაუქმებით აიხსნება, რომ 2000 წლის შემდეგ აშენებული და დაპროექტებული ელექტროსადგურების პარამეტრები, მნიშვნელოვნად არის აცდენილი ენერგოსისტემის ოპტიმალური განვითარების მიზნებს. ამიტომ, საჭიროა, რომ დაგეგმილი ჰესების საპროექტო პარამეტრების კორექტირება მოხდეს ენერგოსისტემის ინტერესების შესაბამისად - მოქმედი ჰესების პარამეტრების მსგავსად. კერძოდ, საპროექტო პარამეტრების კორექტირება უნდა მოხდეს შემდეგი პირობით:

$$A_{ჰს} = \frac{W_{ჰ(სექტ-მარტ)}}{W_{ჰ(აპრილ-აგვ)}} = 1,00;$$

აღსანიშნავია, რომ კორექტირების შედეგად:

- ჰესების ჯამური სიმძლავრე 855 მვტ-დან შემცირდა 425 მვტ.-მდე, ანუ $\approx 50\%$ -ით;
- ელექტროენერჯის წლიური გენერაცია 3,9 მილიარდი კვტ.სთ-დან შემცირდა 2,8 მილიარდ კვტ.სთ-მდე, ანუ მხოლოდ 28%-ით;
- შემოსავალი კი, 237 მილიონი ლარიდან შემცირდა 207 მილიონ ლარამდე, ანუ მხოლოდ 13%-ით;

ცხრილი 16. მოქმედი და დაგეგმილი საშუალო ჰესების მთავარი პარამეტრები

თვე	იანვ	თებ	მარ	აპრ	მაის	ივნ	ივლ	აგვ	სექტ	ოქტ	ნოე	დეკ	W	P	A
2000 წლამდე აშენებული საშუალო სიმძლავრის ჰესების მახასიათებლები															
ზაჰესი	17.5	15.7	27.2	25.7	29.7	22.6	12.4	8.4	8.2	9.2	11.2	14.3	202	42	1.05
რიონჰესი	18.7	18.1	27.2	26.3	25.4	26.7	13.3	25.0	13.3	26.5	25.7	24.2	245	48	1.32
ჩითახევჰესი	6.9	6.5	9.7	11.0	11.5	10.8	10.5	6.8	7.5	8.0	7.8	7.2	104	17	1.06
გუმათჰესი	25.6	20.3	31.8	33.4	30.8	33.5	34.1	22.0	21.6	17.0	19.7	25.6	315	67	1.05
აწჰესი	6.7	7.4	11.0	11.6	11.9	9.4	5.2	3.7	4.0	7.9	8.6	8.7	96.1	16	1.30
ორთაჭალჰესი	7.0	7.0	8.0	11.0	12.0	11.0	6.0	5.0	5.0	5.0	5.0	6.0	85.2	18	0.96
სულ															1.12
2000 წლის შემდეგ აშენებული საშუალო სიმძლავრის ჰესების მახასიათებლები															
ხადორჰესი	4.4	3.6	5.9	13.3	19.0	18.5	14.4	8.7	8.2	12.3	9.2	5.5	123	24	0.66
ლარსიჰესი	3.1	2.8	2.8	5.4	11.4	12.0	11.2	10.7	10.0	7.8	5.3	4.0	86.4	20	0.71
ფარავანჰესი	28.0	26.9	29.8	50.1	55.8	50.1	34.5	29.8	24.8	25.6	24.8	28.0	408	85	0.85
დარიალიჰესი	15.6	12.1	14.9	27.4	72.2	77.8	80.4	80.4	54.0	38.7	23.8	19.3	516	109	0.53
ხელვაჩაური 1	15.2	9.0	18.9	23.4	26.9	23.6	20.3	15.6	10.5	8.7	13.3	19.5	205	51	0.87
კირნათიჰესი	6.8	7.0	11.2	23.0	26.6	23.3	20.1	15.4	10.4	8.5	13.1	19.2	184	48	0.70
სულ															0.72
2017-2027 წლებში ასაშენებელი საშ. ჰესების მახასიათებლები კორექტირებამდე															
28 საშ. ჰესი	144	122	193	383	534	567	547	475	260	277	202	177	3879	855	0.55
ტარიფი (2018), ლ/კვტ.სთ	0.113	0.113	0.113	0.113	0.018	0.018	0.018	0.018	0.113	0.113	0.113	0.113			
შემოსავალი, მლნ. ლარი	16.3	13.8	21.8	43.3	9.6	10.2	9.8	8.6	29.4	31.3	22.8	20.0	236.8		
2017-2027 წლებში ასაშენებელი საშ. ჰესების მახასიათებლები კორექტირების შემდეგ															
28 საშ. ჰესი	144	122	193	269	278	269	278	278	260	277	202	177	2748	425	1.00
ტარიფი (2018), ლ/კვტ.სთ	0.113	0.113	0.113	0.113	0.018	0.018	0.018	0.018	0.113	0.113	0.113	0.113			
შემოსავალი, მლნ. ლარი	16.3	13.8	21.8	30.4	5.0	4.8	5.0	5.0	29.4	31.3	22.8	20.0	205.6		

გასათვალისწინებელია, რომ, კორექტირების შედეგად ჰესების სიმძლავრის შემცირების კვალობაზე, საჭირო ინვესტიციების მოცულობა, საშუალოდ 40 %-ით მცირდება. შესაბამისად შემცირდება ელექტროქსელის

გადლიერების ხარჯებიც და, ელექტროენერჯის თვითღირებულებაც. ამასთან, მნიშვნელოვანია, რომ ჰესის სიმძლავრის შემცირება მოხდება ტურბინებში გასატარებელი ნაკადის შემცირებით. შესაბამისად, პრაქტიკულ მინიმუმამდე შემცირდება, ჰესის აშენებით გამოწვეული გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედება. ამით თავიდან იქნება აცილებული, გარემოს დაცვის საბაზით ჰესების მიმართ უარყოფითი დამოკიდებულება, რაც ხშირად პროექტების შეჩერების მიზეზი ხდება.

ამგვარად, სეონურობის კოეფიციენტი - A_{35} , გვამღევს საშუალებას, რომ ჰესის პარამეტრების გაანგარიშება მოხდეს ენერჯის გამომუშავების, ჰესის ეკონომიკური ეფექტურობის და ეკოლოგიის საკითხების ოპტიმალური შეხამების გზით.

ანალოგიური სქემით უნდა მოხდეს მცირე ჰესების პარამეტრების კორექტირებაც, რათა მათი განხორციელება საინტერესო იყოს როგორც ინვესტორისათვის, ისე ენერჯის სექტორის ეფექტურობის ამაღლების და გარემოზე უარყოფითი გავლენის პრაქტიკულ მინიმუმამდე შემცირების მხრივ.

კორექტირების შედეგად, წინარე საინჟინრო კვლევებით გამოვლენილი მცირე სიმძლავრის ჰესების ჯამური სიმძლავრე იქნება 150 მვტ-მდე, ხოლო წლიური გამომუშავება - 1 065 მილიონი კვტ.სთ.

თუმცა, ცხრილში წარმოდგენილი ნაწილი უმნიშვნელოა, იმ მთლიან მცირე ჰიდროენერგეტიკულ პოტენციალთან შედარებით, რომელიც გააჩნია ქვეყანას. აქედან გამომდინარე, საჭიროა, რომ დადგინდეს მთლიანი მცირე ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის ეკონომიკური ნაწილის სიდიდე.

2.1.5 თეორიული კვლევებით გამოვლენილი მცირე ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის ანალიზი და შეფასება

საქართველო ხასიათდება მცირე მდინარეების მაღალი ხვედრითი მაჩვენებლებით, რომელთა გამოყენება შესაძლებელია მცირე სიმძლავრის ჰესების (10 მვტ-ზე ნაკლები) ასაშენებლად. მდინარის ან მისი ცალკეული

უბნის ენერგეტიკული პოტენციალის შესაფასებლად, ყველაზე საიმედო მეთოდია ადგილზე ჰიდროლოგიური და ტოპოგრაფიული გაზომვების ჩატარების გზით, ენერგეტიკული ათვისების ოპტიმალური სქემის შედგენა და მისაღები სიმძლავრის და ენერჯის გამოთვლა. ასეთი გზა პრაქტიკაში მიღებულია ერთი მდინარის ან ლოკალურ ტერიტორიულ უბანზე (მაგ. რაიონის) არსებული რამდენიმე მდინარის ენერგეტიკული პოტენციალის შეფასებისათვის. ქვეყნის მთლიანი ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის შეფასება კი, აღნიშნული გზით, პრაქტიკულად შეუძლებელია მდინარეთა სიმრავლის გამო. ქვეყნის მთლიანი ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის გამოთვლა, როგორც წესი, ხდება ჰიდროლოგიური მონაცემების დამუშავების მათემატიკურ-სტატისტიკური - ზოგადი ხასიათის მეთოდით. თუმცა, საქართველოს მცირე ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის კვლევა, რომელიც ჩატებულია 2006 წელს, ენერგეტიკისა და ენერგეტიკულ ნაგებობათა სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მიერ, ეყრდნობა უფრო ზუსტ - მდინარეთა ცალკეული უბნების ენერგეტიკული ათვისების იმიტაციურ მოდელს. კვლევის შედეგებზე დაყრდნობით, შედგენილია საქართველოს მდინარეების მცირე ჰიდროენერგეტიკული ტექნიკური პოტენციალის კადასტრი, რომელიც გამოიცა 2006 წელს [41].

კადასტრში წარმოდგენილია საქართველოს 11 რეგიონის 62 მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე არსებული, 359 მდინარის მცირე ჰიდრო ენერგეტიკული ტექნიკური პოტენციალის შემდეგი მონაცემები:

- 356 მდინარის 1251 უბნის ენერგეტიკული გამოყენების იმიტაციური მოდელი;
- ჯამური სიმძლავრე - 3 729 მვტ;
- შესაძლო წლიური გენერაცია - 19 მილიარდ 471 მილიონ კვტ.სთ;

აღნიშნული ტექნიკური პოტენციალის ჯამური მაჩვენებლები და მისი რეგიონული და სეზონური განაწილება, წარმოდგენილია ცხრ. 17-ში.

ცხრილი 17. მცირე ჰიდროენერგეტიკული ტექნიკური პოტენციალის ჯამური მაჩვენებლები, [41]-ის მიხედვით

რეგიონი	მდინარე-ების რაოდ.	ჰესების რაოდ.	სიმძლავრე, მვტ	ენერჯის შესაძლო გენერაცია, მლნ. კვტ.სთ				
				მთლი-ანი	ზამთ-არში	გაზაფ-ხულზე	ზაფ-ხულში	შემოდ-გომაზე
საქართველო სულ	356	1 251	3 729	19 471	3 716	5 947	5 526	4 282
აფხაზეთი	64	226	752	4 374	1 045	1 224	1 024	1 081
აჭარა	25	89	244	1 425	335	447	347	297
სამეგრელო-ზემო სვანეთი	36	112	450	2 246	332	590	721	604
გურია	9	40	174	1 128	302	325	285	216
რაჭა-ლეჩხუმი	28	108	444	2 474	267	785	958	463
იმერეთი	42	150	678	2 035	457	757	411	410
დასავლეთ საქართველო/%	204	725	2 740	13 680	2 737	4 127	3 745	3 071
	57%	58%	73%	70%	74%	69%	68%	72%
კახეთი	41	161	416	2 430	470	743	713	505
ქვემო ქართლი	21	54	40	241	31	106	44	59
მცხეთა-მთიანეთი	38	124	270	1 613	223	456	628	306
შიდა ქართლი	26	101	146	835	136	296	225	178
სამცხე-ჯავახეთი	26	86	117	671	119	219	171	163
აღმოსავლეთ საქართველო/%	152	526	989	5 791	980	1 820	1 781	1 211
	43%	42%	27%	30%	26%	31%	32%	28%

ცხრილში წარმოდგენილი ტექნიკური პოტენციალის ეკონომიკური ნაწილის დადგენა ვცადეთ ექსპერიმენტული კვლევის და შერჩევითი ანალიზის გზით.

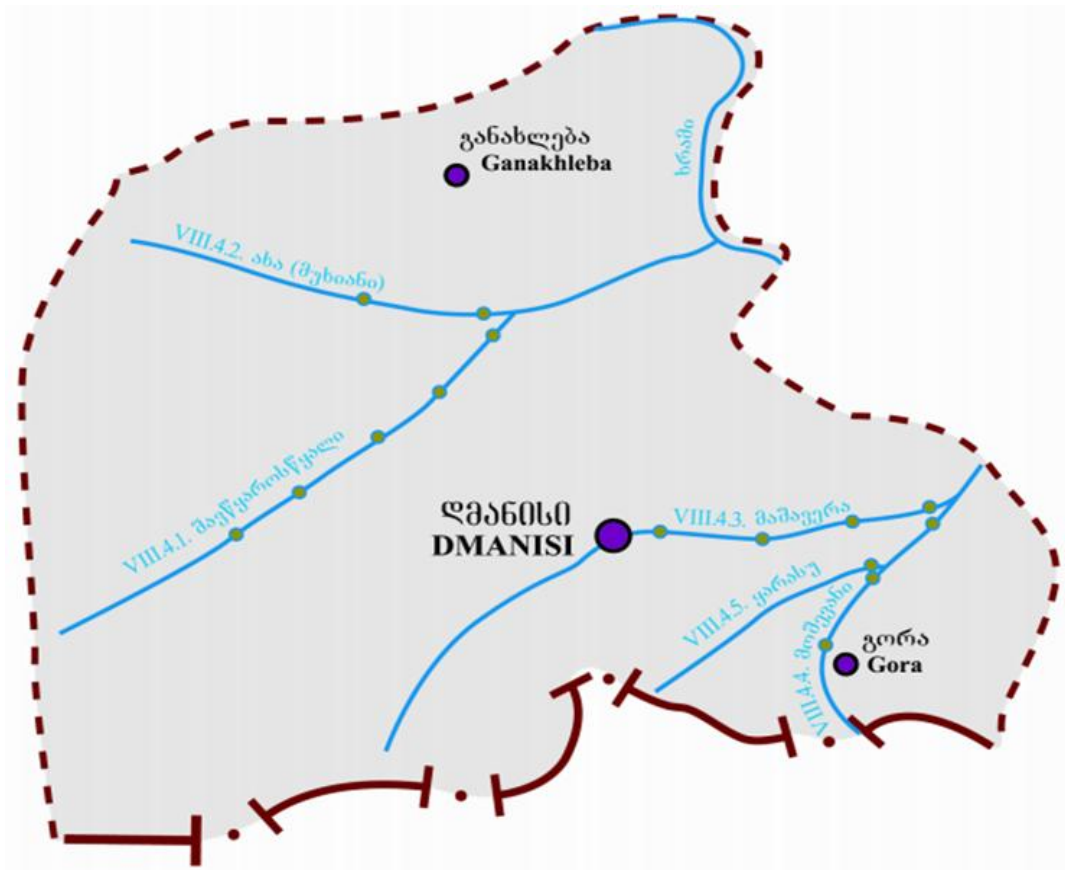
ექსპერიმენტული კვლევის ობიექტად შევარჩიეთ დმანისის მუნიციპალიტეტი. ამის საფუძველი გახდა ის გარემოება, რომ აღნიშნული მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე, ენერგეტიკული პოტენციალის განმსაზღვრელი ფაქტორები, როგორცაა: რელიეფის მთა-გორიანობა, მდინარეთა ჰიდროლოგია, მდინარეთა ქსელის სიხშირე, ნალექების წლიური რაოდენობა არის საშუალო მნიშვნელობისა. კადასტრის მიხედვით, ამ ტერიტორიაზე არსებული მცირე ენერგეტიკული ტექნიკური პოტენციალის მონაცემები წარმოდგენილია ცხრ. 18-ში. ცხრილიდან ჩანს, რომ დმანისის მუნიციპალიტეტის მცირე ჰიდროენერგეტიკული ტექნიკური პოტენციალის შესაფასებლად, განხილულია მხოლოდ 5 მდინარე. ამ მდინარეებზე ჰესების განლაგების სქემა წარმოდგენილია ნახ.1-ზე.

ცხრილი 18. მცირე ჰიდროენერგეტიკული ტექნიკური პოტენციალი დმანისის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე [41]

მდინარე	ჰესი #	ნიშნული ზ. დ., მ		დერივაციის სიგრძე, კმ	სიმძლავრე, მვტ	გენერაცია, მლნ. კვტ.სთ
		ზედა ბიეფი	ქვედა ბიეფი			
1 ყარაბულახი (შავწყაროს წყალი)	1	2200	1860	2,8	0,8	4,4
	2	1860	1500	3,0	1,1	7,0
	3	1500	1400	4,8	0,4	2,5
	4	1400	1310	3,7	0,4	2,8
	5	1310	1190	3,5	0,9	5,3
სულ	5				3,6	22,0
2 ახა	1	1480	1390	1,9	0,2	1,2
	2	1390	1195	7,1	0,6	3,6
სულ	2				0,8	4,8
3 მაშავერა	1	1355	1160	7,6	2,1	13,5
	2	1160	1050	4,8	1,9	11,5
	3	1050	910	6,2	2,5	15,6
	4	810	810	2,5	2	12,5
სულ	4				8,5	53,1
4 მოშევანი	1	1310	1090	5,8	0,5	2,8
	2	1090	920	4,4	0,5	3,3
	3	920	81	0,7	0,6	3,6
სულ	3				1,6	9,7
5 ყარასუ	1	1090	920	4,1	0,4	2,2
სულ დმანისი	15				14,9	91,8

ცხრილში წარმოდგენილი მდინარეების ეკონომიკური ენერგეტიკული პოტენციალის გამოვლენის და ჰესების აშენების შესაძლებლობის გამოვლენის მიზნით, კვლევის სამუშაოები ჩავატარეთ 2016-2017 წლებში. კვლევითი სამუშაოების ფარგლებში შესრულდა:

- არსებული საფონდო მასალების შესწავლა;
- მდინარეების ხარჯის გაზომვა სახასიათო წყალმცრობის თვეებში;
- მდინარეთა უბნების გეოლოგიური მდგომარეობის ვიზუალური შეფასება;
- ზუსტი ტოპოგრაფიული გაზომვები;
- მდინარეთა უბნების ოპტიმალური ათვისების სქემების დამუშავება;



ნახაზი 1. დმანისის მცირე ჰესების ქსელი კადასტრის მიხედვით [41]

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ:

- მდინარე ყარაბულახზე (შავწყაროს წყალი) 1400-2200 მ. ნიშნულებს შორის არსებული პოტენციალი (ოთხი ჰესი), ეკონომიკურად არახელსაყრელია დერივაციის სიგრძეების და ზამთრის რთული კლიმატური პირობების გამო.
- იგივე მიზეზების და მდინარის მცირე ხარჯის გამო, ეკონომიკურად არახელსაყრელია მდ. ახას ორი საფეხური 1480-1195 მ. ნიშნულებს შორის. საჭირო გახდა მდინარის უბნის ენერგეტიკული ათვისების სქემის ოპტიმიზაცია.
- მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე, კადასტრში წარმოდგენილი 5 მდინარის გარდა, კიდევ არსებობს სამი მდინარე: სარფდერე, ნაზიკლიჩი და მამუტლი, რომელთა ერგეტიკული პოტენციალის გამოყენებით, შესაძლებელია მაღალი ეკონომიკური პარამეტრების მქონე მცირე ჰესების აშენება.

კვლევით დადგენილი, 8 მდინარის ეკონომიკური ჰიდრო-ენერგეტიკული პოტენციალი და მისი გამოყენებით ასაშენებელი 15 მცირე ჰესის მთავარი პარამეტრები, წარმოდგენილია ცხრ. 19-ში, ხოლო ჰესების მდებარეობის სიტუაციური სურათი - ნახ. 2-ზე.

საინჟინრო კვლევების შედეგად, კადასტრში წარმოდგენილი მცირე ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის სიდიდე 91,8 მილიონი კვტ.სთ-დან, 116,5 მილნ. კვტ.სთ-მდე (25%-ით) გაიზარდა. ეს განპირობებულია იმით, რომ კვლევის შედეგად მოხდა მდინარეების ცალკეული უბნების ათვისების სქემის ოპტიმიზაცია და გამოვლინდა კიდევ, შედარებით მცირე სამი შენაკადი მდინარე, რომლებიც ხასიათდებიან დიდი დახრილობით და, შესაბამისად, მაღალი ეკონომიკური ეფექტურობით.

ამგვარად, დმანისის მუნიციპალიტეტის მაგალითზე გამოვლინდა, რომ მცირე ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის ეკონომიკური ნაწილი პრაქტიკულად უფრო მეტია, ვიდრე თეორიული კვლევის შედეგად არის წარმოდგენილი კადასტრში. აქედან გამომდინარე, შეიძლება ითქვას, რომ:

ცხრილი 19. მცირე ჰესების ქსელი დმანისის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე

#	ჰესი	მდინარე	სიმძლავრე, კვტ	გენერაცია, მლნ. კვტ.სთ	ნიშნული ზ.დ. მ		აგრეგატების დატვირთვა, სთ	ინვესტიცია, ჯ. მლნ.	შენიშვნა
					ზედა ბიეფი	ქვედა ბიეფი			
1	მაშავერა 1	მაშავერა	1,35	7,8	1370	1290	5800	2,228	აშენდა 2019 წელს
2	მაშავერა 2		1,27	7,6	1170	1090	6000	2,096	მემორანდუმი
3	მაშავერა 3		1,60	9,6	983	935	6000	2,480	განიხილავს ინვესტორი
4	მაშავერა 4		1,52	9,1	930	885	6000	2,356	
5	მაშავერა 5		1,56	9,4	869	825	6000	2,418	
6	ნაზიკლიჩი	ნაზიკლიჩი	3,74	22,4	1625	1425	6000	5,797	მემორანდუმი
7	პანტიანი	ნაზიკლიჩი	0,40	2,0			5000		ფუნქციონირებს
8	სარფდერე	სარფდერე	0,80	4,8	1525	1425	6000	1,320	მემორანდუმი
9	ზემო ოროზმანი	მამულთი	1,30	7,8	1375	1185	6000	2,145	2019 წელს შევა ექსპლუატაციაში
10	ქვემო ოროზმანი		0,60	3,6	1240	1170	6000	0,990	განიხილავს ინვესტორი
11	მოშევანი	მოშევანი	0,60	3,3	920	810	5500	0,990	საპრ. წინადადება
12	ყარასუ	ყარასუ	0,40	2,2	1090	920	5500	0,660	საპრ. წინადადება
13	ქვემო ყარაბულაზი	ყარაბულაზი (შავწყაროს წყალი)	3,00	16,5	1210	1110	5500	4,650	მემორანდუმი
14	ზემო ყარაბულაზი		1,50	9,0	1300	1220	6000	2,475	განიხილავს ინვესტორი
15	ახა	ახა	0,26	1,4	1370	1220	5200	0,429	საპრ. წინადადება
16	ჯამური მარცენებელი		19,90	116,5				31,033	

ზემოთ ხსენებული 356 მდინარის გარდა, საქართველოში არსებობს შენაკადი მცირე მდინარეების დიდი რაოდენობა, რომელთაც გააჩნიათ მართალია მცირე, მაგრამ ეკონომიკურად ეფექტური პოტენციალი. ამასთან, მათი დიდი რაოდენობა ქმნის სოლიდურ ეკონომიკურ პოტენციალს, რომლის გამოყენებით, შესაძლებელია პოზიტიური ეფექტის მიღება, როგორც ელექტროენერჯის წარმოების ზრდის, ისე მთლიანად ენერჯოსისტემის ეფექტურობის ამაღლების კუთხით. ამიტომ, მცირე ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის კვლევის სამუშაოები უნდა გაგრძელდეს. თუმცა, ყოველივე ზემოთ აღნიშნულის გათვალისწინებით, შეიძლება ითქვას, რომ მცირე ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის ეკონომიკური ნაწილი, დღევანდელი მდგომარეობით, შეადგენს 10 -11 მილიარდ კვტ.სთ-ს, რომელიც შეიძლება წარმატებით იქნეს გამოყენებული ელექტროენერჯის წარმოების და ენერჯოსისტემის ეფექტურობის ამაღლებისათვის.



ნახაზი 2. კვლევის შედეგად გამოვლენილი დმანისის მცირე ჰესების ქსელი

1.მაშავერა-1, 2. მაშავერა-2, 3. მაშავერა-3, 4. მაშავერა-4, 5. მაშავერა - 5, 6. ნაზიკლიჩი, 7. პანტიანი, 8. სარფდერე, 9. ზემო ოროზმანი, 10. ქვემო ოროზმანი, 11. მოშევანი, 12. ყოისუ, 13. ქვემო ყარაბულახი, 14. ზემო ყარაბულახი, 15. ახა. მცირე ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის როლის და მნიშვნელობის შესახებ, ნათელ წარმოდგენას ქმნის ავსტრიის გამოცდილება. ცხრ. 20-ში წარმოდგენილია მცირე ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის მონაცემები ავსტრიასა და საქართველოში.

ცხრილი 20. მცირე ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის ათვისების მაჩვენებლები ავსტრიასა და საქართველოში [41,42,43]

ჰესის სიმძლავრე, მვტ.	რაოდენობა, ცალი	ჯამური სიმძლ, მვტ.	წლიური გენერაცია, მლნ. კვტ.სთ	რაოდენობა, ცალი	ჯამური სიმძლ, მვტ.	წლიური გენერაცია, მლნ. კვტ.სთ	რაოდენობა, ცალი
	ავსტრიის მცირე ჰესები, 2005 წ.			საქართველოს მცირე ჰესები, 2018 წ.			კადასტრის მიხედვით
0.2-მდე	1 442	87,40	337,0	2	0,250	1,10	35
0,2 - 0,5	292	97,50	385,0	5	3,900	17,00	39
0,5 - 1,0	184	128,10	468,0	6	4,700	20,70	221
1,0 - 2,0	118	174,30	598,0	19	24,600	129,40	250
2,0 - 5,0	73	230,30	745,0	13	38,430	156,10	378
5,0 - 10,0	34	265,20	881,0	11	123,720	360,80	328
სულ	2 143	982,80	3414,0	56	197,600	685,10	1 251

მონაცემების შედარებითი ანალიზი აჩვენებს, რომ ავსტრიაში ათვისებულია ისეთი ძლიერ მცირე ჰიდროენერგეტიკული რესურსებიც კი, რომელიც საქართველოში თითქმის იგნორირებულია (მხედველობაში გვაქვს 0.2 და 0.5 მვტ.-ზე ნაკლები სიმძლავრის ჰესები). ამით, კიდევ ერთხელ დასტურდება რომ: *საქართველოს გააჩნია, მცირე ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის ათვისებელი სოლიდური რესურსი.*

საინტერესოა, რომ ავსტრიაში, ბოლო წლების განმავლობაშიც, სწრაფი ტემპით ვითარდება მცირე ჰიდროენერგეტიკა. 2005 - 2017 წლებში მცირე ჰესების რაოდენობა გაორმაგდა - 5200 მიაღწია [42,43]. მათგან:

- 3 100 მცირე ჰესი ჩართულია ენერგო სისტემაში;
- 2 000 მცირე ჰესი ფუნქციონირებს ლოკალურ ქსელში;
- მცირე ჰესებზე გამომუშავდება 6 მილიარდი კვტ.სთ ელექტროენერგია;

აღნიშნულის გარდა, საინტერესოა საქართველოს ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის მაღალი ეფექტურობა. ცხრ. 21-ში

წარმოდგენილია ავსტრიისა და საქართველოს მცირე ჰესების სიმლავრის დატვირთვის საშუალო წლიური მაჩვენებლები სთ-ში.

ცხრილი 21. ავსტრიისა და საქართველოში ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის ეფექტურობის შედარებითი ანალიზი

სიმძლავრის გრადაცია, მვტ	0,2-მდე	0,2 - 0,5	0,5 - 1,0	1,0 - 2,0	2,0 - 5,0	5,0 - 10,0	საშ.
ავსტრიის მცირე ენერგეტიკის მონაცემები 2005 წლის მდგომარეობით							
ჯამური სიმძლავრე, მვტ.	87,4	97,5	128,1	174,3	230,3	265,2	
გენერაცია, მლნ.კვტ.სთ/წ.	337,0	385,0	468,0	598,0	745,0	881,0	
სიმძლავრის ეფექტურობა, სთ.	3856	3949	3653	3431	3235	3322	3574
საქართველოს მცირე ენერგეტიკის მონაცემები 2005 წლის მდგომარეობით							
ჯამური სიმძლავრე, მვტ.	0,25	3,9	4,7	24,6	38,4	123,7	
გენერაცია, მლნ.კვტ.სთ/წ.	1,10	17,00	20,70	129,40	156,10	360,80	
სიმძლავრის ეფექტურობა, სთ.	4400	4359	4404	5260	4062	2916	4234

მონაცემების შედარებით ირკვევა, რომ საქართველოში, მცირე ჰესების აგრეგატების დატვირთვის მაჩვენებელი - ჰესის, როგორც საწარმოს ეფექტურობა, მნიშვნელოვლად მეტია, ვიდრე ავსტრიაში [44]. განსხვავება შეადგენს საშუალოდ $(4\ 234 - 3\ 574 = 659)$ 18%-ს.

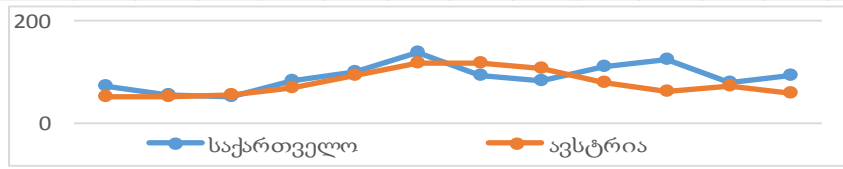
ამ განსხვავების გამომწვევი ფაქტორის დადგენის მიზნით, შევადარეთ, საქართველოსა და ავსტრიის ტერიტორიაზე, ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა და სეზონური განაწილების კანონზომიერება საქართველოს და ავსტრიის ტერიტორიაზე ტერიტორიული ერთეულების საშუალო ჰიდროლოგიური მონაცემები. მონაცემები წარმოდგენილია ცხრ. 22-ში.

საქართველოს და ავსტრიის ტერიტორიაზე ნალექების წლიური ნორმების შედარებითი ანალიზით ირკვევა, რომ საშუალოდ, წლიური ნალექების რაოდენობა საქართველოში (1 161 მმ.) 24 %-ით მეტია, ვიდრე ავსტრიაში (934 მმ.). ამასთან, როგორც დიაგრამაზე ჩანს, საქართველოს ტერიტორიაზე ნალექების სეზონური განაწილებაც უფრო ოპტიმალურია. კერძოდ, ნალექების მოდინების საშუალო წლიურ გრაფიკს ახასიათებს ორი - ზაფხულის და გვიანი შემოდგომის პიკი. ანუ საქართველოში წყალუხვობის პერიოდი დგება ორჯერ. ეს მოვლენა საშუალებას იძლევა,

რომ სექტემბერ-ოქტომბრის თვეებში, მაქსიმალურად დაიტვირთოს ჩამონადენზე მომუშავე ჰესები, ხოლო წყალსაცავიანი ჰესები ზამთრის სეზონს შეხვდეს პოტენციალის მაქსიმალური მარაგით.

ცხრილი 22. ნალექების რაოდენობა (მმ) საქართველოსა და ავსტრიაში [45,46]

#	თვე	იან	თებ	მარ	აპრ	მაის	ივნ	ივლ	აგვ	სექ	ოქტ	ნოე	დეკ	წლიური
	რაიონი	საქართველო												
1	გუდაუთა	134	108	110	113	92	108	108	122	135	133	145	155	1 463
2	მესტია	49	52	60	91	110	130	105	98	92	76	70	70	1 003
3	წალენჯიხა	124	118	118	117	88	158	132	150	141	150	138	158	1 592
4	გორდი	193	108	154	76	321	185	259	204	194	559	227	213	2 691
5	ლეზარდე	128	111	117	76	268	190	216	195	120	280	191	211	2 102
6	ლენტეხი	70	78	88	107	98	121	94	92	101	97	92	101	1 139
7	ონი	69	63	62	78	95	103	81	77	78	92	87	90	975
8	ხარაგოული	100	82	71	73	71	90	62	62	72	98	95	125	1 001
9	ცხომარეთი	71	63	62	78	89	99	76	71	72	90	82	94	947
10	ხულო	80	70	59	71	78	97	64	72	81	92	90	105	959
11	ჩოხატაური	155	142	110	92	75	122	103	132	158	175	174	215	1 653
12	ყაზბეგი	63	20	43	165	135	253	184	132	231	92	37	115	1 469
13	ბარისახო	40	10	28	76	108	207	146	79	148	135	12	63	1 051
14	ომალო	46	12	13	67	93	179	98	63	85	94	5	59	813
15	ახმეტა	67	35	4	57	62	143	33	6	86	164	54	62	773
16	აბასთუმანი	78	25	11	65	70	150	81	65	96	127	77	39	884
17	ახალციხე	54	14	5	53	67	110	56	68	100	110	63	25	725
18	ახალქალაქი	20	10	2	37	109	142	78	74	99	108	72	28	779
19	წალკა	28	38	48	75	112	112	72	65	50	51	48	32	731
20	დმანისი	41	18	6	74	73	152	63	10	114	149	42	45	787
21	თეთრი წყარო	61	27	4	71	87	117	33	5	175	209	33	43	864
	რეგიონი	ავსტრია												
1	ვენა	35	39	41	43	67	73	71	65	52	42	51	44	623
2	მატერსბურგი	31	32	40	45	72	81	80	77	57	44	50	42	651
3	შტირია	45	56	56	63	92	117	121	100	70	55	62	58	895
4	ბრაუნაუ	72	69	70	83	100	123	130	99	80	68	72	64	1030
5	ცელამზი	59	58	58	81	108	143	147	140	98	83	91	71	1137
6	ფილი	61	63	67	107	119	152	137	129	98	89	119	79	1220
7	ჰორნი	31	33	40	44	73	95	89	72	51	39	47	41	655
8	კუჰშეინი	50	49	53	70	98	129	131	121	81	63	70	58	973
9	ლუსტენაუ	77	62	70	92	104	132	135	134	103	77	75	87	1148
10	კნიტელფენდი	45	50	60	70	100	127	136	121	90	76	78	58	1011
ნალექიანობის საშუალო მნიშვნელობათა შედარება														
1	საქართველო	74	55	51	82	99	139	94	81	112	126	80	92	1161
2	ავსტრია	51	51	56	70	93	117	118	106	78	64	72	60	934



ამრიგად, ჩატარებული კვლევების, არსებული საცნობარო მასალების და ჰესების არსებული პროექტების პარამეტრების ანალიზის შედეგებზე დაყრდნობით, საქართველოს მდინარეების და მათი ცალკეული უბნების

მცირე და საშუალო ენერგეტიკული პოტენციალის ეკონომიკური ნაწილი შეიძლება შეფასდეს 16–18 მილიარდი კვტ.სთ-ის ტოლად. შევნიშნავთ, რომ აღნიშნული პოტენციალის 25% მოდის აფხაზეთის და შიდა ქართლის დროებით ოკუპირებულ ტერიტორიებზე (იხ. ცხრილი 17). ამიტომ, ენერგეტიკის განვითარების მოკლე და საშუალო ვადიან პროგრამებში, შეიძლება გათვალისწინებული იქნეს ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის ათვისება 12 – 13 მილიარდი კვტ.სთ-ის ოდენობით.

2.2. ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის კვლევა

კვლევის მიზანია ქარის ენერჯის პოტენციალის შესწავლა და ელექტროენერჯის წარმოების მიზით, მისი ათვისების კონცეფციის დამუშავება.

2.2.1. ქარის ენერგეტიკის განვითარების თანამედროვე ტენდენციები და მომავლის პერსპექტივები

ქარის ენერგეტიკის განვითარება დღის წესრიგში დადგა გასული საუკუნის ბოლო პერიოდში, როგორც ელექტროენერჯის სწრაფად მზარდი მოხმარების დაკმაყოფილების და მწვავე ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტის საშუალება. განახლებადი ენერჯების სხვა წყაროებთან შედარებით, ქარის ენერჯის პრიორიტეტულობას განაპირობებს ის, რომ:

- ქარის ელექტროსადგურების მშენებლობის და ექსპლუატაციით გამოწვეული გარემოზე უარყოფითი გავლენა და რისკები გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე სხვა ნებისმიერ ენერჯიაზე მომუშავე ელექტროსადგურების შემთხვევაში;
- ქარის ელექტროსადგურებით დაკავებული ტერიტორიები ისევე გამოიყენება სახნავ-სათესად, საძოვრებად, ტყეების გასამენებლად და სხვა მიზნით, როგორც სადგურის აშენებამდე. ეს კი, განსაკუთრებით

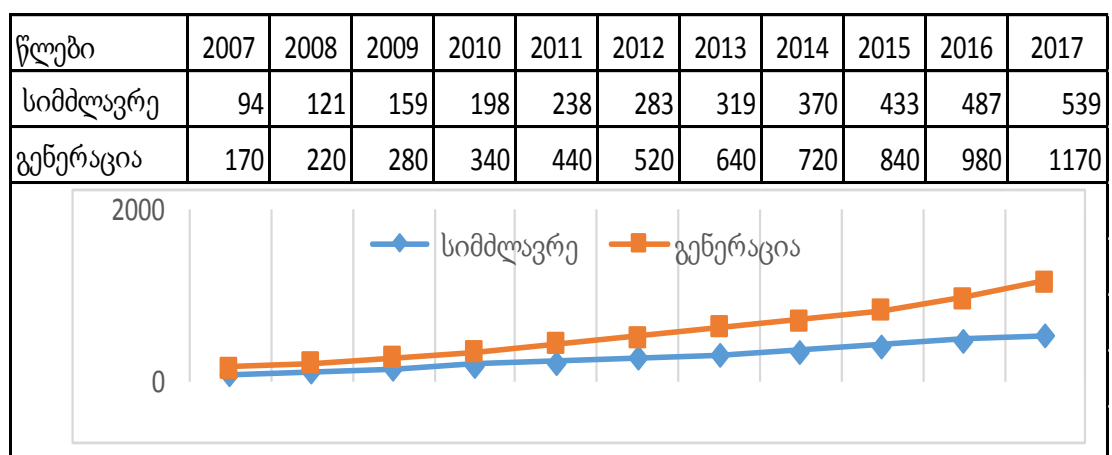
მნიშვნელოვანია მცირე მიწიანი ქვეყნისათვის, რომელთა შორისაა საქართველოც;

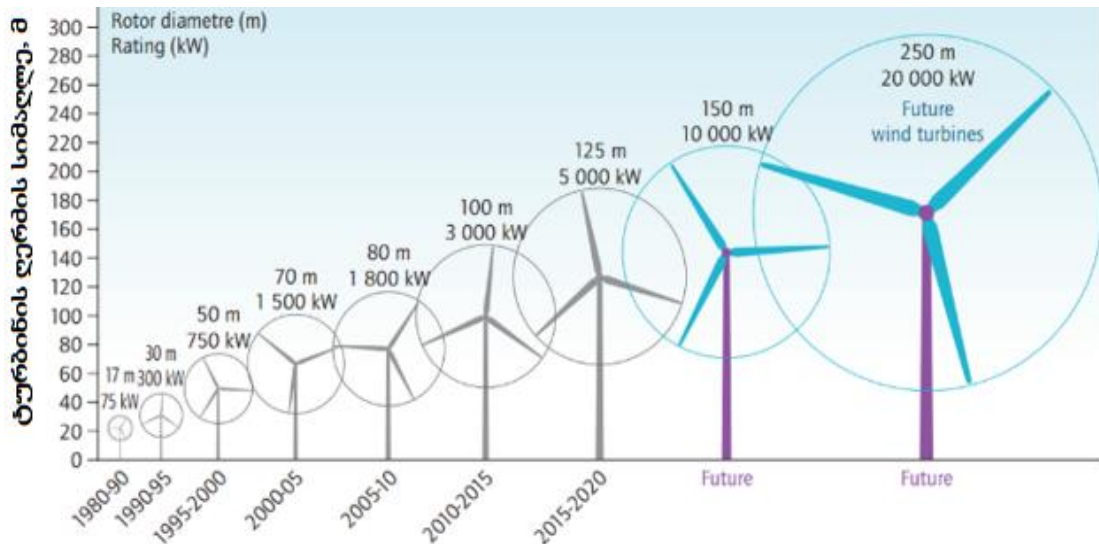
- ქარის სადგურის დემონტაჟის შემთხვევაში, გარემო სრულყოფილად აღდგენადია პირვანდელი სახით;
- ქარის ელექტროსადგურების მშენებლობა ხორციელდება მოკლე ვადებში. ამის გამო, ქარის ენერგეტიკა წარმოადგენს ელექტრო-ენერჯის წარმოების სწრაფი ზრდის საშუალებას.

ქარის ენერჯის გამოყენებით, ელექტროენერჯის მასშტაბური წარმოება დაიწყო გასული საუკუნის ბოლო წლებიდან და, დღემდე სწრაფი ტემპით იზრდება. „Renewables 2018 Global Status Report“-ის მონაცემებით, 2007-2017 წლებში მსოფლიოში ქარის ელექტროსადგურების ჯამური სიმძლავრე 94 ათასიდან, 539-ათას მვტ.-მდე გაიზარდა (იხ. ცხრ. 23).

ცხრილის მონაცემები აჩვენებს, რომ ქარის სადგურებზე გამომუშავება იზრდება უფრო სწრაფად, ვიდრე სიმძლავრე. საქმე ისაა, რომ ქარის ენერგეტიკული დანადგარების ტექნოლოგიები ძალიან სწრაფად ვითარდება. წინმსწრები ტემპით შესრულდა ქარის დანადგარების სიმძლავრის ზრდის ნავარაუდები დინამიკა, ბოლო 25 წლის განმავლობაში ქარის ტურბინების სიმძლავრე 20-25-ჯერ გაიზარდა - ნახ. 3.

ცხრილი 23. ქარის ენერგეტიკის განვითარების დინამიკა [47]





ნახაზი 3. ქარის ტურბინების სიმძლავრის ზრდის დინამიკა [48]

ამის გამო, ტურბინებისათვის გამოყოფილ ერთსა და იმავე ტერიტორიაზე, შესაძლებელია 20-25-ჯერ მეტი ენერჯის წარმოება, ვიდრე გასული საუკუნის 90-იან წლებში. შესაბამისად, გაიზრდება ქარის ენერჯით წარმოებული ელექტროენერჯია მომავალში, როდესაც ქარის ტურბინების სიმძლავრე 20 მგტ-ს მიაღწევს [48].

ტექნიკურ პროგრესთან ასეთი პროპორციული დამოკიდებულების გამო, შეიძლება ითქვას, რომ: *ქარის ენერჯეტიკული პოტენციალის ელექტრული ეკვივალენტი დროში ზრდადი სიდიდეა. ამ თვისებით იგი გამოირჩევა განახლებადი ენერჯების სხვა წყაროებისაგან.* ამიტომ ქარის ენერჯია აღიარებულია მომავლის ენერჯიად და, მოქცეულია მსოფლიოს წამყვანი სამეცნიერო-კვლევითი და საინჟინრო-საპროექტო ინსტიტუტების ყურადღების ცენტრში. კერძოდ:

- სტენფორდის აკადემიის და ბერლინის მექანიკის ინსტიტუტის პროფესორებს მიაჩნიათ, რომ 2050 წელს, მსოფლიოს ქვეყნების უმრავლესობა (მათ შორის საქართველო), ენერჯიაზე მოთხოვნის დაკმაყოფილებას შეძლებენ საკუთარი განახლებადი - ქარის, წყლის და მზის ენერჯების ხარჯზე [2].

- ჰარვარდის უნივერსიტეტის მეცნიერების მიერ, მათემატიკური მოდელირებით მიღებული შედეგების მიხედვით, 2 080 წელს შესაძლებელი იქნება, რომ აშშ-ს ენერჯიაზე მოთხოვნა დაკმაყოფილდეს მხოლოდ ქვეყნის კონტინენტურ ნაწილზე არსებული ქარის ენერჯიის ხარჯზე. ამასთან გარემოს ტემპერატურა შეიცვლება მხოლოდ 0.2°C-ით. ანუ ქარის ენერჯეტიკას შეუძლია გადაწყვიტოს როგორც ენერჯეტიკის, ისე გლობალური დათბობის მსოფლიო პრობლემაც [3].
- გაეროს მდგრადი განვითარების ცენტრის პროგნოზით, 2050 წელს, განახლებადი ენერჯიებიდან, 60%-ზე მეტს ქარის ენერჯია დაიკავებს [49].
- გერმანიამ ქარის ენერჯეტიკა აღიარა მომავლის ენერჯიად და, 2011 წლიდან (ფუკუსიმას აეს-ზე ავარიის შემდეგ) დაიწყო ატომური ენერჯეტიკის ჩანაცვლება ქარის ენერჯეტიკის ხარჯზე [50].

აღნიშნულთან ერთად, თუ გავითვალისწინებთ, რომ საქართველოში ელექტრო ენერჯიის მოხმარება იზრდება გაცილებით მაღალი ტემპით ვიდრე წარმოება, ნათლად იკვეთება ქარის ენერჯიის მასშტაბური ათვისების დროულობა და მიზანშეწონილობა.

2.2.2. საქართველოს ქარის ენერჯეტიკული პოტენციალის კვლევა

ქარის ენერჯეტიკული პოტენციალის ოპტიმალურად ათვისების სტრატეგიის შემუშავებისათვის, პირველი რიგის ამოცანას წარმოადგენს პოტენციალის როგორც რაოდენობრივი, ისე თვისებრივი მახასიათებლების, პოტენციალის ტერიტორიული და სეზონური განაწილების კანონზომიერების დადგენა.

საქართველოს ქარის ენერჯეტიკული პოტენციალის შესახებ, საბაზო ინფორმაციას წარმოადგენს 165 მეტეო-სადგურზე, 1936-1986 წლებში, ქარის სიჩქარეების სიდიდესა და მიმართულებებზე დაკვირვების შედეგები.

ამ შედეგების სხვადასხვა მეთოდებით დამუშავების გზით, ქარის ენერგეტიკული პოტენციალი, გასული საუკუნის 90-იან წლებში, შეფასებული იყო წელიწადში 4.5 მილიარდი კვტ.სთ-ის ტოლად [39, 51,52]. საქართველოში ქარის სადგურების მშენებლობისათვის რეკომენდებული ტერიტორიების საერთო ფართობი შეადგენს 3 500 კმ²-ს [4].

დღევანდელი მდგომარეობით, საქართველოს ქარის ენერგეტიკული რესურსების რაოდენობა შეიძლება შეფასდეს სხვადასხვა მიდგომით.

ა) ქარის ენერგეტიკული რესურსის შეფასება, ტექნოლოგიების განვითარების გათვალისწინებით.

გასული საუკუნის 90-იან წლებთან შედარებით, ქარის ტურბინების სიმძლავრის განმსაზღვრელი პარამეტრები პარამეტრები მნიშვნელოვნად გაუნჯობესდა. კერძოდ:

- გაიზარდა მუშა სიჩქარეების დიაპაზონი (4 მ/წმ-ის ნაცვლად, მუშა სიჩქარე იწყება 2,5 მ/წმ-დან);
- ტურბინის დიამეტრი გაიზარდა 3-ჯერ (40-50 მეტრიდან, 130 – 150 მეტრს მიაღწია), შესაბამისად გაიზარდა ტურბინის სიმძლავრე, რაც დიამეტრის კვადრატის პროპორციული სიდიდეა [53];
- თანამედროვე ტურბინები მიწის პირიდან, 40-50 მ-ის ნაცვლად, დღეს 120-130 მ სიმაღლეზე მონტაჟდება. შესაბამისად, ტურბინის ღერძის დონეზე ქარის სიჩქარე მინიმუმ 1,15-ჯერ მეტია (ქარის სიჩქარე მიწის პირიდან სიმაღლის პროპორციულად იზრდება კანონით $V=V_0\left(\frac{H}{h}\right)^k$; სადაც: V, მ/წმ - ქარის სიჩქარეა ტურბინის ღერძის H სიმაღლეზე; - V_0 , მ/წმ - ქარის სიჩქარეა h მ სიმაღლეზე; k – არის კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია ტერიტორიის სიმქისეზე. მისი მნიშვნელობა მერყეობს 0.1÷0.45 ზღვრებში. პრაქტიკულად აიღება მინიმუმ k = 0,15. შესაბამისად, $V=V_0 (100/40)^{0.15} = V_0*1,15$).

ამ ფაქტორების გათვალისწინებით, ტერიტორიის ერთსა და იმავე ფართზე, დღეს შესაძლებელია მინიმუმ 20-ჯერ მეტი ელექტრო ენერჯის წარმოება, ვიდრე გასული საუკუნის 90-იან წლებში. აქედან გამომდინარე:

საქართველოს ქარის ენერგეტიკული პოტენციალი რაოდენობრივად, შიძლება შეფასდეს $4,5 \cdot 20 = 90$ მლრდ. კვტ.სთ-ის ტოლად.

ბ) ქარის ენერგეტიკული რესურსის შეფასება, ლოკალური ტერიტორიული უბნების კვლევის შედეგების განზოგადებით.

საქართველოს ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის კვლევის ფარგლებში, 2012 წელს, ენერგეტიკის სამინისტროს დაკვეთით ჩატარდა 8 ტერიტორიული უბნის გამიკვლევა [54]. ამ კვლევის შედეგებზე დაყრდნობით დამუშავებული ინფორმაცია წარმოდგენილია ცხრ. 24 -ში.

ცხრილი 24. საქართველოს ლოკალურ ტერიტორიებზე არსებული ქარის ენერგეტიკული პოტენციალი [54]

მახასიათებელი სიდიდე	ერთეული	ფოთი	ჭორო-ხი	ქუთაისი	მთა-საბუქეთი-1	მთა-საბუქეთი-2	გორი-კასპი-სკრა	სამგო-რი	იან-ლუჯა	სულ	საშუალო მაჩვენებელი
სადგურის ფართობი	კვ.კმ	3.2	5.0	16.0	20.0	50.0	10.0	2.2	2.5	108.9	
ერთი ტურბ-ის სიმძრე	მგტ.	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0		
სადგურის სიმძლავრე	მგტ.	36.0	60.0	180.0	60.0	200.0	180.0	66.0	60.0	842.0	
წლიური გენერაცია	მლნ. კვტ.სთ	60.0	180.0	400.0	220.0	800.0	450.0	180.0	170.0	2460	
ტურბინების რაოდენობა	ცალი	12	20	60	30	100	60	22.0	20	324.0	
ტურბინების სიმჭირვე	ცალი/კვ.კმ	3.75	4	3.75	1.5	2	6	10	8		4.875
სადგურის ეფექტურობა	სთ/წელი	1667	3000	2222	3667	4000	2500	2727	2833		2827
შედარებითი ეფექტურობა	%	41.7	75	55.6	91.7	100	62.5	68.2	70.8		

ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ ჯამური 108,9 კმ² ფართობზე არსებული ქარის ენერგეტიკული პოტენციალი შეადგენს წელიწადში 2,46 მლრდ. კვტ.სთ-ს. შევნიშნავთ, რომ სიმძლავრე და ენერგია დათვლილია, მიწის პირიდან 50 მ. სიმაღლეზე არსებული ქარის სიჩქარეების გათვალისწინებით. 120 მ. სიმაღლეზე კი, ქარის სიჩქარე 1,14-ჯერ მეტია $[(120/50)^{0,15}=1,14]$, ვიდრე 50მ.-ზე.

აღნიშნული მონაცემების განზოგადებით, მარტივად დაითვლება ქვეყნის მთლიანი ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის სიდიდე:

$$3\,500 \text{ კმ}^2 / 108,9 \text{ კმ}^2 * 2,46 \text{ მლრდ. კვტ.სთ} * 1,14 = 90,2 \text{ მლრდ. კვტ.სთ};$$

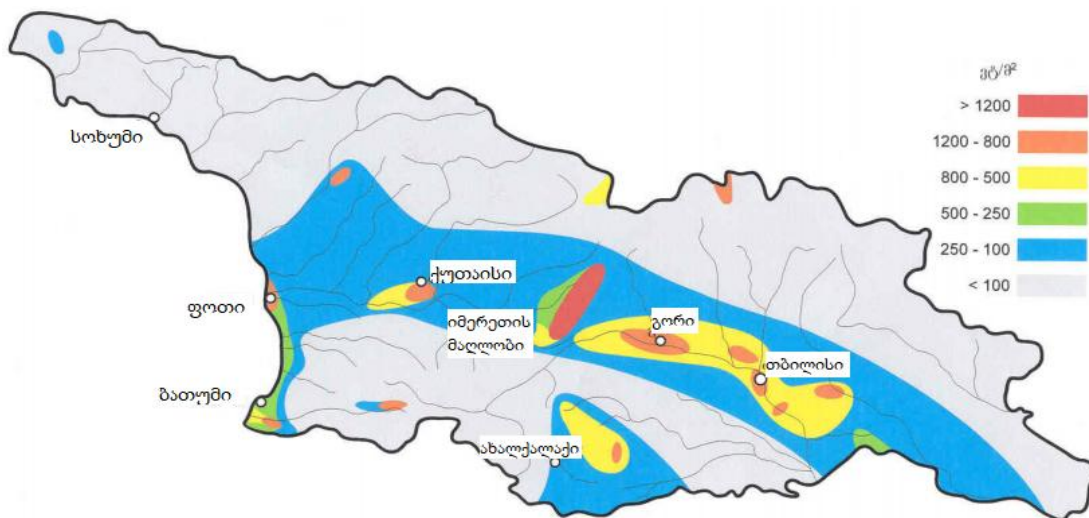
უნდა აღინიშნოს, რომ კვლევა არ მოიცავს ახალქალაქის, ნინოწმონდის და წალკის დიდი პოტენციალის რაიონებს. ამიტომ, მსგავსი კვლევები უნდა გაგრძელდეს.

2.2.3. ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის პრიორიტეტული რეგიონები

ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის ათვისების ოპტიმალური პროგრამების დამუშავების პირველ ნაბიჯს წარმოადგენს, პრიორიტეტული სამშენებლო მოედნების შეჩევა.

ენერგეტიკული პოტენციალის პრიორიტეტი განისაზღვრება იმის მიხედვით, თუ რამდენად შეესაბამება მისი მოდინების სეზონურობა, ქვეყანაში ელექტროენერჯის მოხმარების სეზონურობას და რამდენად მისაღებია მისი ათვისება ეკონომიკური და ეკოლოგიური თვალსაზრისით.

ქარის სადგურის ეკონომიკური ეფექტურობის ერთერთი განმსაზღვრელი ფაქტორია - ქარის ენერჯის სიმკვრივის მახასიათებელი - ვტ/მ². რეგიონები მიხედვით მიხედვით, წარმოდგენილია ნახ. 4-ზე. როგორც ჩანს, ქარის ენერჯის სიმკვრივის მიხედვით პრიორიტეტულია ქვეყნის ცენტრალური ნაწილი - ლიხის ქედი და იმერეთის მაღლობი.



ნახაზი 4. ქარის ენერჯის განაწილება საქართველოს ტერიტორიაზე [55]

ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის მოდინების სეზონურობასა და რაოდენობაზე, წარმოდგენას ქმნის ცხრ. 25-ში წარმოდგენილი მონაცემები.

მონაცემების შედარებით დგინდება, რომ ქარის ენერჯის მოდინება საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში, მკვეთრად განსხვავებული სეზონურობით ხასიათდება. კონკრეტულად: ქარის ენერჯის მოდინების ინტენსიობა დასავლეთ და სამხრეთ საქართველოში, შემოდგომა-ზამთრის თვეებში არის უფრო დიდი, ვიდრე გაზაფხუ-ზაფხულის თვეებში. აღმოსავლეთ საქართველოში კი, პირიქით.

აღნიშნული განსხვავების რაოდენობრივი შეფასების მიზნით, შემოვიღეთ მახასიათებელი სიდიდე, რომელიც რიცხობრივად ტოლია: შემოდგომა-ზამთრის 7 თვეში (სექტ-მარტ) და გაზაფხულ-ზაფხულის 5 (აპრ-აგვ) თვეში მოდინებული ქარის ენერჯის ფარდობის. ვუწოდოთ ამ სიდიდეს „ქარის სეზონურობის მახასიათებელი“.

აღვნიშოთ იგი სიმბოლოთი - $A_{ქს}$. მისი სიდიდე გამოითვლება ფორმულით:

$$A_{ქს} = \frac{W_{ქ(სექტ-მარტ)}}{W_{ქ(აპრილ-აგვ)}};$$

სადაც:

- $A_{ქს}$ - უგანზომილებო სიდიდეა, რომელიც რიცხობრივად ტოლია, (სექტ-მარტ)-ის და (აპრ-აგვისტ)-ოს თვეებში მოდინებული ქარის ენერჯის ფარდობის;
- $W_{ქ(სექტ-მარტ)}$ - (სექტ-მარტ)-ის 7 თვეში მოდინებული ენერჯია;
- $W_{ქ(აპრ-აგვ)}$ - (აპრ-აგვისტ)-ოს 5 თვეში მოდინებული ენერჯია.

ცხრ. 25 - დან ჩანს, რომ ქარის ენერჯის სეზონურობის მხრივ, დადებითი ნიშნით გამოირჩევა საქართველოს დასავლეთი და სამხრეთი რეგიონები. საქმე ისაა, რომ ამ რეგიონებში შემოდგომა-ზამთრის 7 თვეში ენერჯის მოდინების ინტენსიობა, საშუალოდ, 2-ჯერ მეტია, ვიდრე გაზაფხულ-ზაფხულის 5 თვეში. ზოგიერთი რაიონის ტერიტორიაზე კი, სეზონურობის მახასიათებელი - $A_{ქს}$ კოეფიციენტის მნიშვნელობა 2-ზე მეტიცაა. ამის გამო, აღნიშნულ ტერიტორიებზე არსებული ქარის ენერჯეტიკული პოტენციალი წარმოადგენს ქარის ელექტროსადგურების მშენებლობისათვის საუკეთესო რესურსს. მისი გამოყენებით, ელექტროენერჯის გამომუშავება მოხდება, მოხმარების პარალელური

რეჟიმით. ანუ, ქარის სადგურების გამომუშავებული ენერჯის დიდი ნაწილი მოხმარებული იქნება პირდაპირ. ასეთ შემთხვევაში საჭირო არ არის ქარის სადგურზე გამომუშავებული ელექტროენერჯის აკუმულირება და მისი მოხმარება მოხდება მარტივი სქემით.

ცხრილი 25. რეგიონებში ქარის ენერჯის მოდინების სეზონურობა. ქარის სიჩქარეები (მ/წმ) გაზომილია მიწის ზეპირიდან 10 მ. სიმაღლეზე [55]

თვეები	იანვ	თებ	მარტ	აპრ	მაის	ივნ	ივლ	აგვ	სექტ	ოქტ	ნოემ	დეკ	A _{კს}
დასავლეთ საქართველო													
გაგრის ქედი	4,2	3,8	3,6	3,3	2,8	2,0	1,7	2,0	2,4	2,8	3,2	3,5	1,99
ბათუმი	7,2	6,4	4,7	3,8	3,0	3,1	2,8	3,1	3,2	4,6	5,7	7,3	2,47
ანაკლია	2,8	2,8	2,8	2,5	2,0	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	2,0	2,8	1,74
ფოთის პორტი	5,2	5,3	5,0	4,3	3,6	3,2	3,2	2,1	3,2	4,0	4,9	5,3	2,01
სამტრედია	3,2	3,4	3,6	3,4	2,8	2,3	1,8	1,8	1,8	2,3	3,6	3,6	1,78
ქუთაისი	5,6	5,6	5,9	5,7	4,6	3,7	3,0	3,4	3,6	4,8	7,2	6,7	1,93
კობოლული	3,4	4,9	4,6	3,6	2,5	1,8	1,4	1,6	1,4	2,0	3,9	3,4	2,17
წიფა	4,0	3,9	4,2	4,2	3,7	3,2	3,0	3,3	3,6	3,7	4,8	4,2	1,63
საშუალო	4,5	4,5	4,3	3,9	3,1	2,6	2,3	2,4	2,6	3,2	4,4	4,6	1,97
სამხრეთი საქართველო													
ახალქალაქი	3,7	3,7	3,8	3,6	3,1	2,7	2,7	2,8	2,2	2,1	2,7	3,2	1,44
ეფრემოვკა	3,9	4,0	3,9	3,2	3,0	2,5	2,8	2,9	2,4	2,6	2,9	3,4	1,60
რადიონოვკა	4,9	5,5	4,2	3,8	3,4	3,3	3,8	3,6	3,2	3,5	4,1	4,4	1,66
ფოკა	5,1	4,4	4,4	3,7	3,3	3,2	3,3	3,3	3,4	3,5	3,5	4,6	1,72
წალკა	2,7	2,7	2,4	2,0	2,0	1,8	1,7	1,4	1,5	1,7	1,6	2,2	1,66
დმანისი	3,5	3,6	3,4	2,8	2,4	2,2	2,4	2,3	2,2	2,6	2,6	3,2	1,74
საშუალო	4,0	4,0	3,7	3,2	2,9	2,6	2,8	2,7	2,5	2,7	2,9	3,5	1,64
აღმოსავლეთ საქართველო													
ხაშური	2,8	2,8	3,5	4,2	3,5	3,4	3,5	3,7	3,5	2,8	2,9	2,4	1,13
გორი	3,2	4,0	4,9	5,1	4,6	4,3	4,6	4,3	4,2	3,5	3,4	2,9	1,14
სკრა	3,9	4,6	5,8	5,8	4,7	4,3	4,7	4,3	4,5	4,0	4,3	3,4	1,28
ცხინვლი	3,2	3,9	4,7	5,2	4,7	4,6	4,4	4,2	4,2	3,8	3,0	2,6	1,10
მუხრანი	3,3	4,4	4,7	4,6	4,0	3,7	4,0	3,2	3,2	3,0	2,8	2,6	1,23
დიდომი	3,7	3,9	4,6	4,5	4,4	4,0	5,2	4,0	3,3	2,7	2,9	3,1	1,10
იალლუჯის ქედი	3,4	3,5	4,3	4,5	4,8	6,3	6,5	4,6	3,9	4,0	2,6	3,6	0,95
ბოლნისი	1,8	2,0	2,2	2,5	2,3	2,5	2,5	2,5	2,2	1,9	1,6	1,7	1,09
გარდაბანი	1,5	2,2	2,5	2,7	2,4	2,6	3,1	2,4	2,1	1,8	1,0	1,0	0,92
შირაქი	1,1	1,4	1,6	1,4	1,3	1,2	1,2	1,3	1,1	1,1	1,0	0,8	1,27
საშუალო	2,8	3,3	3,9	4,1	3,7	3,7	4,0	3,5	3,2	2,9	2,6	2,4	1,12

აღნიშნულიდან გამომდინარე: დასავლეთ და სამხრეთ საქართველოს რეგიონების ქარის ენერგეტიკული პოტენციალი, ოპტიმალურად აბალანსებს, ქვეყნის ჰიდროენერგეტიკულ პოტენციალის სეზონურ დეფიციტს. ეს ნათლად ჩანს ცხრ. 26-ში წარმოდგენილი გრაფიკების

შედარებით. აღსანიშნავია, რომ ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალის სეზონური დეფიციტის შევსების თვალსაზრისით, დადებითი ნიშნით გამოირჩევა იმერეთის რეგიონი, რაც გათვალისწინებული უნდა იქნეს ქარის ენერჯის ათვისების პროგრამების დამუშავებისას.

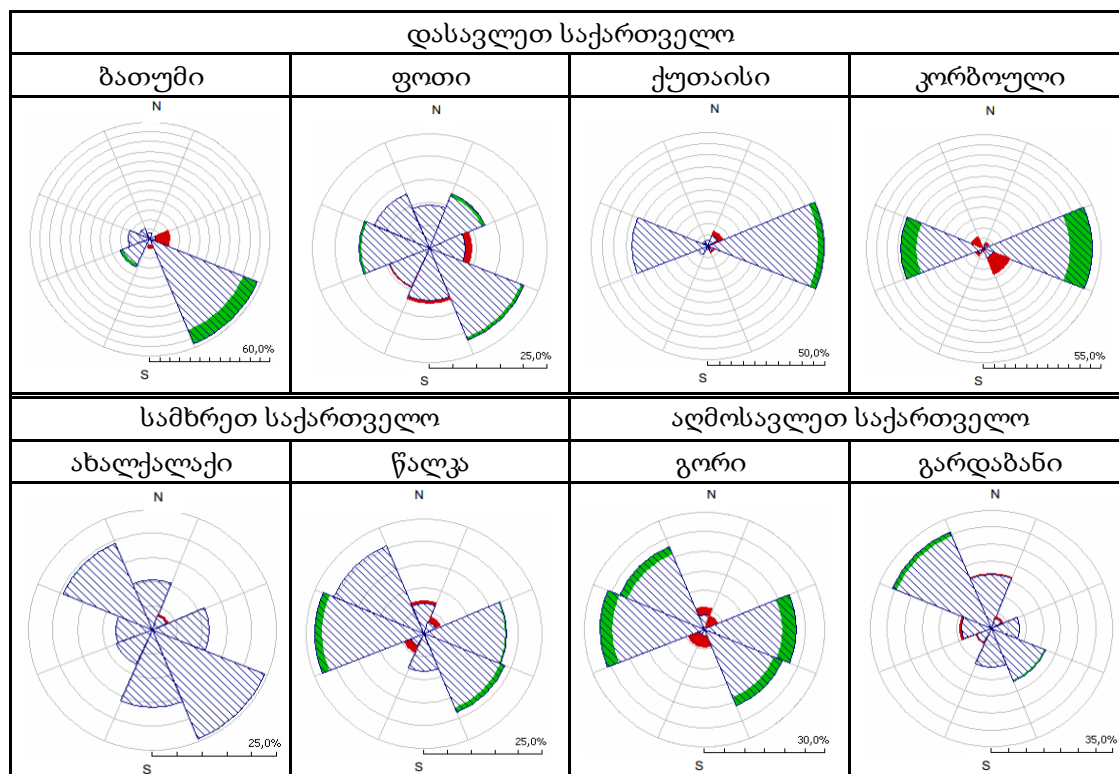
ცხრილი 26. ქარის და ჰიდრო ენერჯის სეზონურობის გრაფიკები [31,55]

თვეები	იანვ	თებ	მარტ	აპრ	მაის	ივნ	ივლ	აგვ	სექტ	ოქტ	ნოემ	დეკ
ქარის ენერჯის მოდუნების წლიური გრაფიკი საქართველოს რეგიონებში	დასავლეთ საქართველო											
	4.5	4.5	4.3	3.9	3.1	2.6	2.3	2.4	2.6	3.2	4.4	4.6
	სამხრეთი საქართველო											
	4.0	4.0	3.7	3.2	2.9	2.6	2.8	2.7	2.5	2.7	2.9	3.5
	აღმოსავლეთ საქართველო											
	2.8	3.3	3.9	4.1	3.7	3.7	4.0	3.5	3.2	2.9	2.6	2.4
	ჰესების ჯამური გამომუშავება, 2017 წელი											
ჰესების მთლიანი გენერაციის გრაფიკი	563.7	361.7	543.9	722.1	1085	1128	1234	943.5	706.2	582.6	658.2	681.5

ქარის სადგურების ეფექტურობაზე, მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ქარის ადგილობრივი რეჟიმი. კერძოდ, მიმართულების შეუცვლელად ქარის მუშა სიჩქარით ქროლვის ხანგრძლიობა, პოზიტიურად აისახება ტურბინის მუშაობის ეფექტურობაზე. ცხრ. 27-ში წარმოდგენილია რეგიონების ქარის სახასიათო ადგილობრივი რეჟიმების დიაგრამები. წარმოდგენილი დიაგრამების შედარებით ჩანს, რომ ქარის საუკეთესო ადგილობრივი რეჟიმებით ხასიათდება დასავლეთ საქართველოს აღმოსავლეთი ნაწილი, მათ შორის იმერეთის მაღლობი (კორბოულის მეტეოსადგურის მონაცემები). ეს ტერიტორია წარმოადგენს, საქართველოს აღმოსავლეთ-

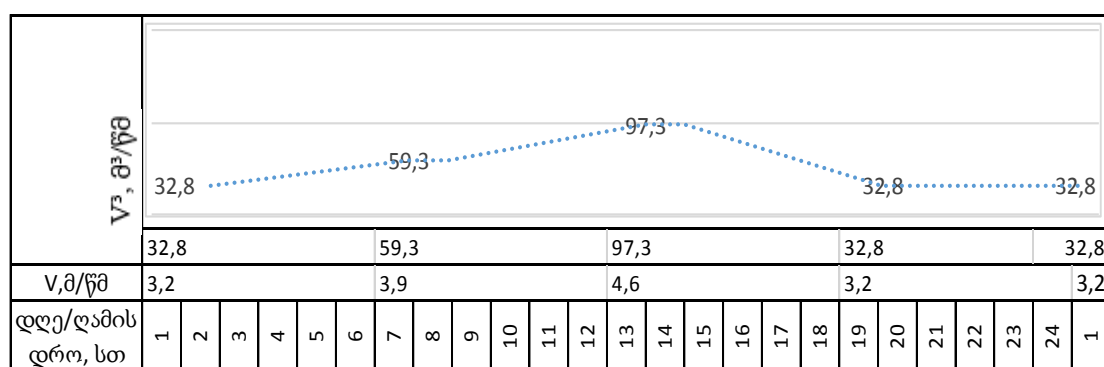
დასავლეთის მიმართულებით, ყველაზე შევიწროებულ მაღლობს, რომელიც ჩრდილოეთიდან შემოსაზღვრულია რაჭის, ხოლო სამხრეთიდან მესხეთის ქედებით, რაც განაპირობებს ქარის მაღალ სიჩქარეებს.

ცხრილი 27. ქარის ადგილობრივი რეჟიმები საქართველოს რეგიონებში [55]



საინტერესოა იმერეთის მაღლობზე ქარის სიჩქარის (სიმლაგრის და ენერჯის) სადღეღამისო სვლის რეჟიმიც. მრავალწლიური დაკვირვების საშუალო წლიური მონაცემების ანალიზის მიხედვით, ქარის სიჩქარეები, შედარებით დიდია დღის სათებში.

ცხრილი 28. ქარის სიჩქარის დღე-ღამური სვლა იმერეთის მაღლობზე [45]



შესაბამისად, როგორც ცხრ. 28-დან ჩანს, ქარის ენერჯის მოდინების დღე-ღამური რეჟიმი ემთხვევა ელექტროენერჯის მოხმარების დღე-ღამურ რეჟიმს. კონკრეტულად, დილის 7 საათიდან საღამოს 7 საათამდე პერიოდში მოდინებული ენერჯია, საშუალოდ 2-ჯერ მეტია, ვიდრე ღამის საათებში. ეს კი იმას ნიშნავს, რომ დღე-ღამის განმავლობაში გამომუშავებული ენერჯის დიდი ნაწილი მოხმარებული იქნება პირდაპირ - აკუმულირების საჭიროების გარეშე, რაც პოზიტიური მოვლენაა. საინტერესოა ისიც, რომ იმერეთის მაღლობზე შესაძლებელია 600-700 მვტ. სიმძლავრის ქარის სადგურის აშენება [56,57]. ეს სიმძლავრე, ენერჯოქსელს მიუერთდება მაღალვოლტაჟიანი გადამცემი ხაზის ჩაკეტილ კონტურს (ქართლი 2-ის მონაკვეთზე), რომელიც იმერეთის მაღლობზე გადის. ამიტომ, ახალი გადამცემი ხაზების მშენებლობის ხარჯები და გარემოზე უარყოფითი გავლენა იქნება მინიმალური. ახალი სიმძლავრის ენერჯოსისტემის ცენტრალურ ნაწილში მიერთება ქსელში დანაკარგების შემცირების კუთხითაც პოზიტიური მოვლენაა.

ცალკე აღსანიშნავია, რომ იმერეთის მაღლობი არ წარმოადგენს ფრინველთა მიგრაციის კორიდორს. იგი ჩრდილოეთის მხრიდან დაცულია რიონის ხეობით და რაჭის ქედით, ხოლო სამხრეთიდან მტკვრის ხეობით და მესხეთის ქედით. შესაბამისად, იმერეთის მაღლობზე ქარის სადგურების მშენებლობა, ეკოლოგიური კუთხითაც უსაფრთხოა.

ამგვარად, კვლევით დადგინდა, რომ:

- საქართველოს გააჩნია ქარის ენერჯეტიკული პოტენციალი, რომლის გამოყენებით, შესაძლებელია წარმოებული იქნეს წელიწადში ათეულობით მილიარდი კვტ.სთ ელექტროენერჯია.
- ქარის ენერჯეტიკული პოტენციალი ოპტიმალურად ავსებს ჰიდრო და ჰელიო ენერჯეტიკული პოტენციალის სეზონურ დეფიციტს. მისი გამოყენებით წარმოებული ელექტროენერჯია, წარმატებით

ჩაანაცვლებს იმპორტირებულ და ბუნებრივ გაზზე გამომუშავებულ ელექტროენერგიას.

- ტექნიკურ-ეკონომიკური და ეკოლოგიური მახასიათებლების მხრივ, დადებითი ნიშნით გამოირჩევა იმერეთის მაღლობსა და ლიქის ქედის ტერიტორიაზე არსებული ქარის ენერგეტიკული პოტენციალი. შესაბამისად, საქართველოში ქარის ენერგეტიკის განვითარება, აღნიშნული პოტენციალის ათვისებით უნდა დაიწყოს.

2.3. მზის ენერგეტიკული პოტენციალის გამოკვლევა

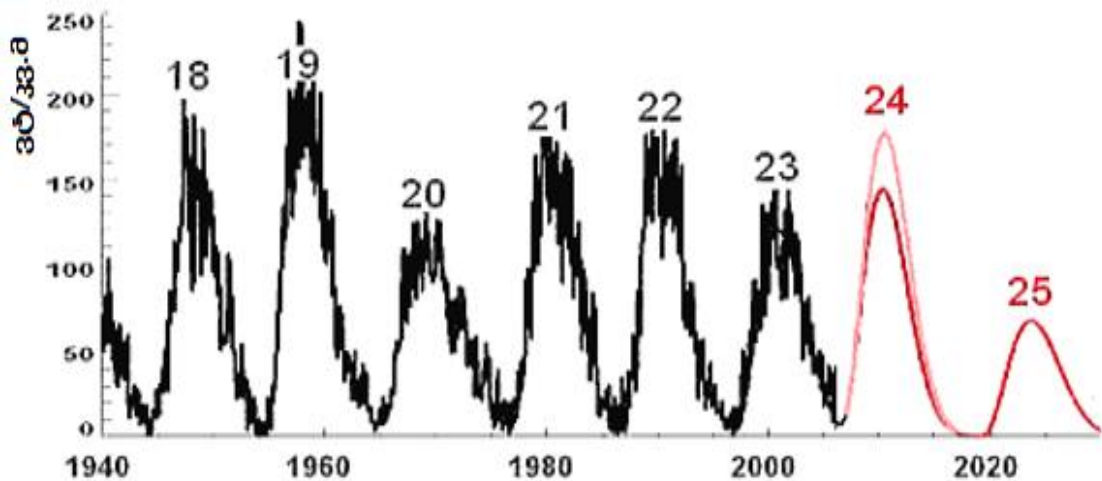
2.3.1. მზის ენერჯის განაწილება ბუნებაში

მზე ენერჯის პრაქტიკულად უშრეტი წყაროა. იგი ასხივებს ენერჯიას, რომელიც გამოთავისუფლდება წყალბადის ჰელიუმად გარდაქმნის - სინთეზის რეაქციის შედეგად. მეცნიერების ვარაუდით, მზე დღევანდელი მდგომარეობით არსებობს ბოლო 4-5 მილიარდი წლის განმავლობაში, „მოიხმარა რესურსის 1/3 და დარჩენილი აქვს 2/3“ ნაწილი. შესაბამისად, იგი ენერჯის წყაროდ დარჩება კიდევ მომავალი 10 მილიარდი წლის განმავლობაში.

მზის ბირთვში ტემპერატურა 20 მილიონ, ხოლო ზედაპირზე 6 000 გრადუსია. მზის სიმძლავრე შეადგენს $4 \cdot 10^{23}$ კვტ.-ს. დედამიწის „წილად“ მოდის ამ სიმძლავრის, დაახლოებით, $0,5 \cdot 10^9$ (ორი მემილიარდედი) ნაწილი.

ატმოსფეროს ზედაპირის 1 მ²-ზე მოსულ მზის სიმძლავრეს ეწოდება მზის მუდმივა. იმის გამო, რომ დედამიწა მზის გარშემო მოძრაობს ელიფსურ ტრაექტორიაზე, მზის მუდმივას მნიშვნელობა წლის განმავლობაში (მზემდე მანძილის ცვლილების შესაბამისად), იცვლება $1,321 \div 1,413$ კვტ./მ²-ის ზღვრებში. ამის გარდა, გრძელ-ვადიანმა დაკვირვებამ

აჩვენა, რომ მზის ზედაპირიდან ენერგიის გამოსხივების ინტენსიობა იცვლება საკმაოდ მკვეთრად გამოხატული 11 წლიანი (ნახ. 5) და 22 წლიანი ციკლით.



ნახაზი 5. მზის ენერგეტიკული აქტივობის 11 წლიანი და 22 წლიანი ციკლები

11 წლიანი ციკლისათვის დამახასიათებელია ენერგეტიკული აქტივობის საკმაოდ ზუსტი განმეორებადობა, ხოლო 22 წლიანი ციკლისათვის - მზის მაგნიტური ველის პოლუსების შეცვლა.

ატმოსფეროზე მოსული მზის სიმძლავრე საშუალოდ ტოლია – $5.2 \cdot 10^{10}$ მვტ-ის.

ატმოსფეროს ზედაპირზე მზის ენერგია ეცემა პირდაპირი რადიაციის სახით, რომელიც ნაწილდება სხვადასხვა მიმართულებით, შემდეგი პროპორციით [8]:

- ენერგიის 30%, რომელიც მოდის გამოსხივების ყველაზე მოკლე ტალღების დიაპაზონზე, აირეკლება და ბრუნდება ისევ კოსმოსურ სივრცეში;
- ატმოსფეროში შემოდის 70%, ანუ $3,6 \cdot 10^{10}$ მვტ სიმძლავრე;
- ატმოსფეროში შემოსული სიმძლავრის 26%-ი, ანუ $1 \cdot 10^9$ მვტ, გარდაიქმნება გაბნეულ ენერგიად;
- დედამიწის ზედაპირზე აღწევს პირდაპირი რადიაციის სახით $2,6 \cdot 10^9$ მვტ. ანუ ატმოსფეროს წილად მოსული ენერგიის ნახევარი. ამ ენერგიის

დაახლოებით 3% დედამიწის ზედაპირიდან აირეკლება და გადის კოსმოსურ სივრცეში, 19% ათბობს ჰაერს, 23% ხმარდება წყლის აორთქლებას (გარადაიქმნება ჰირდავლიკურ ენერგიად), 2% ჰაერის და წყლის მასების მოძრაობას, ხოლო 1% ფოტოსინთეზის რეაქციას ხმარდება და აკუმულირდება ბიო მასის სახით.

სხვაგვარი ინტერპრეტაციით, ატმოსფეროში შემოღწეული მზის ენერგია გარდაიქმნება და დედამიწაზე ვლინდება შემდეგი სახით და რაოდენობით:

- თბური ენერგია: 19% - $7 \cdot 10^9$ მვტ;
- მექანიკური ენერგია (წყლის და ქარის ენერგია) - $9 \cdot 10^9$ მვტ;
- ბიო-მასის ენერგია 1% (ფოტოსინთეზი) - $0,36 \cdot 10^9$ მვტ;

მზის ენერგიის გარდაქმნის შედეგად დედამიწაზე გამოვლინებული - დროში უწყვეტი სიმძლავრე ჯამურად ტოლია $16,4 \cdot 10^9$ მვტ-ის;

კაცობრიობა თავისი არსებობის მანძილზე, მეტ-ნაკლები დოზით იყენებდა და იყენებს ყველა ხსენებული სახის ენერგიას. მათი გამოყენების პრიორიტეტულობა, ძირითადად დამოკიდებულია ტექნოლოგიების განვითარების დონეზე. თუმცა, მზის ენერგიის სითბოთი და ცხელი წყლით მომარაგებისათვის გამოყენება ხდება საკმაოდ მარტივი, იაფი და, რაც ძალიან მნიშვნელოვანია - აბსოლუტურად უსაფრთხო ტექნოლოგიური მოწყობილობის გამოყენებით.

ბოლო ორი ათეული წლის მანძილზე, მზის პანელების მ.ქ.კ. 10%-დან, 20-22 %-მდე გაიზარდა. ამ მიღწევამ ხელი შეუწყო მზის ენერგიის გამოყენებას ელექტროენერგეტიკის დარგში.

2.3.2. მზის ენერგის გამოყენება ელექტროენერგიის წარმოებაში

მზის ენერგია ხასიათდება ენერგიის გაფანტულობით - შედარებით მცირე სიმკვრივით. შესაბამისად, მისი შეკრებისა და სასურველი სახის ენერგიად გარდაქმნისათვის საჭიროა შედრებით დიდი ფართობის მიმღები

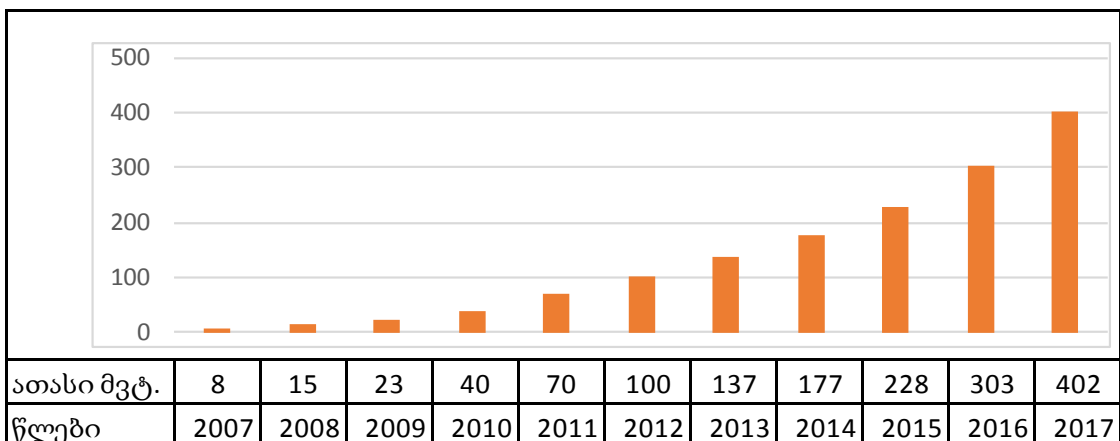
ზედაპირები და ძვირად ღირებული მასალები. თუმცა, ნახშირ-წყალბადოვანი ენერგომატარებლების ფასების ზრდის გამო, გასული საუკუნის ბოლოდან დაიწყო მზის ენერჯის ფართოდ დანერგვა ელექტროენერჯის წარმოების სექტორში.

განვითრებულმა ქვეყნებმა შეიმუშავეს სახელმწიფო პროგრამები, რომელიც ითვალისწინებდა მზის ენერჯეტიკის განვითარებაში საზოგადოების ჩაბმას. ამ მხრივ აღსანიშნავია პირველი წარმატებული სახელმწიფო პროგრამები: "1000 მზის სახურავი" გერმანიაში, " 70 000 მზის სახურავი" იაპონიაში, "1 000 000 მზის სახურავი" აშშ-სა და ევროკავშირში.

ბოლო წლებში, მზის ენერჯის გარდამქნელი მოწყობილობის მნიშვნელოვანი გაიაფების გამო, მზის მცირე სიმძლავრის სადგურები მომგებიან ბიზნესად გადაიქცა ენერჯის მომხმარებელი ფიზიკური და იურიდიული პირებისათვის. მსოფლიოს განვითარებულ ქვეყნებში სწრაფი ტემპით შენდება ასეულობით მვტ. სიმძლავრის მზის ელექტროსადგურები. შესაბამისად, მზის ენერჯეტიკა გახდა სწრაფად მზარდი დარგი. ამაზე მეტყველებს ცხრ. 29-ში წარმოდგენილი მონაცემები.

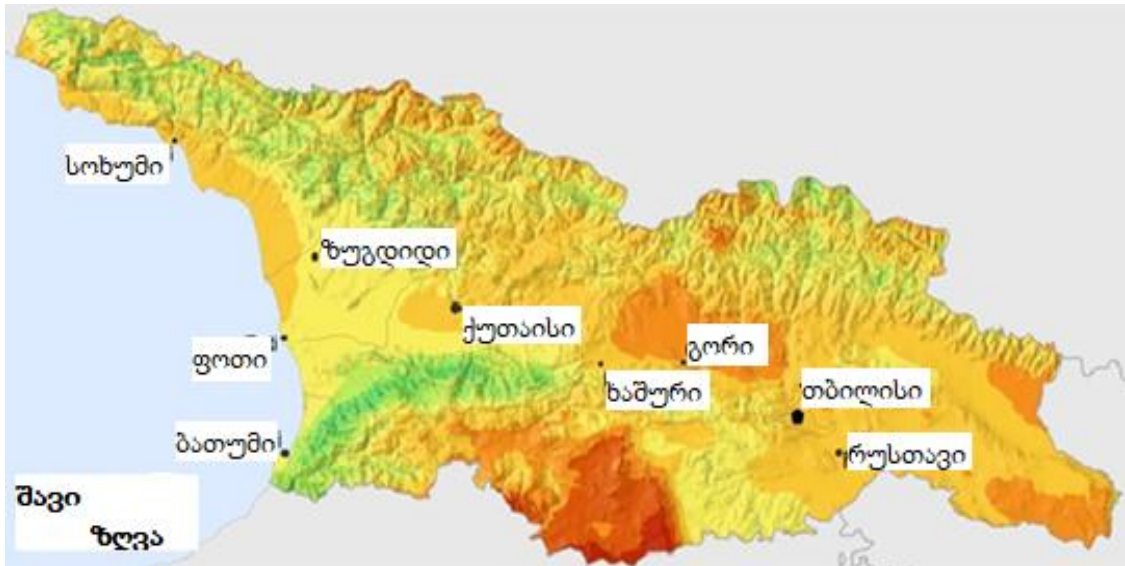
მზის ენერჯეტიკული პოტენციალის შესახებ, საბაზო მონაცემები შეიქმნა გასული საუკუნის 30-იანი წლებიდან, მეტეო-ქსელის 120 სადგურზე წარმოებული დაკვირვების შედეგების სახით. ამ ინფორმაციის გამოყენებით, მზის ენერჯის მოდინების და განაწილების კანონზომიერების შესწავლა დაიწყო გასული საუკუნის 70-იანი წლებიდან.

ცხრილი 29. მზის ენერჯეტიკის განვითარების დინამიკა მსოფლიოში [58]



2.3.3. საქართველოს მზის ენერგეტიკული პოტენციალის გამოკვლევა

საქართველოში მზის მაღალი რადიაციის ზონები ნაჩვენებია ნა. 6-ზე.



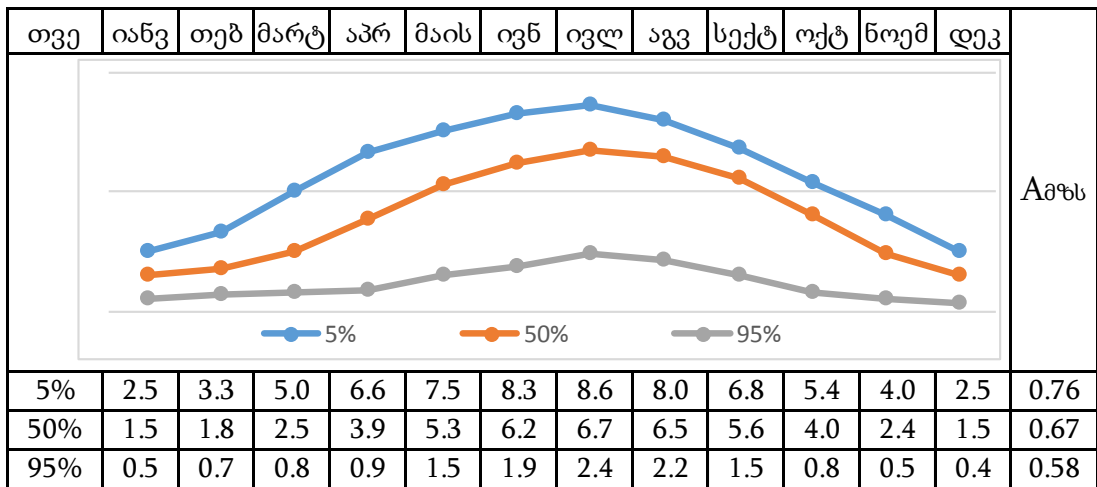
ნახაზი 6. მზის პირდაპირი რადიაციის მაღალი ინტენსიობის რეგიონები

საქართველოში, მზის ენერჯის ხვედრითი მაჩვენებელი - $1 \text{ მ}^2\text{-ზე}$, წელიწადში შეადგენს საშუალოდ 1300–1800 კვტ.სთ.

მზის პირდაპირი რადიაციის ინტენსიობა, საკმაოდ დიდ დიაპაზონში იცვლება. მაგალითად, თბილისში პირდაპირი რადიაციის მაქსიმუმი აღნიშნული იყო 1941 წელს, ხოლო მინიმუმი 1963 წელს. მაქსიმალური იყო პერპენდიკულარულ ზედაპირზე - $1\,658 \text{ კვტ.სთ/მ}^2$, ხოლო ჰორიზონტალურ ზედაპირზე - 975 კვტ.სთ/მ^2 . მინიმალური კი, შესაბამისად 1170 კვტ.სთ/მ^2 და 703 კვტ.სთ/მ^2 . ამრიგად მრავალწლიური მონაცემების მიხედვით, პერპენდიკულარულ ზედაპირიდან გადახრა შეადგენს 488 კვტ.სთ/მ^2 , ხოლო ჰორიზონტალური ზედაპირიდან - 232 კვტ.სთ/მ^2 .

უზრუნველყოფის სხვადასხვა ალბათობის შემთხვევაში, მზის ჯამური რადიაციის საანგარიშო სიდიდეები, წარმოდგენილია ცხრ. 30-ში.

ცხრილი 30. მზის რადიაციის ჯამური ენერგია , 5%, 50% და 95%-იანი უზრუნველყოფის შემთხვევაში (თბილისის მაგალითზე), კვტ.სთ/მ² [4]



მზის პირდაპირი რადიაციის გარდა, დედამიწის ზედაპირზე ეცემა გაბნეული რადიაცია. თუ პირდაპირ რადიაციას ადგილი აქვს მხოლოდ მოწმენდილი ამინდის დროს, გაბნეული რადიაცია უმთავრესად მეტია როდესაც დიდია ღრუბლიანობა, ვინაიდან წყლის წვეთები და ყინულის კრისტალები, რომელთაგანაც ღრუბლები შედგება, დიდი რაოდენობით გააბნევენ მზის სხივურ ენერგიას. გაბნეული რადიაციის მახასიათებელი სიდიდეები წარმოდგენილია ცხრ. 31-ში.

ცხრილი 31. მზის გაბნეული რადიაცი, კვტ.სთ/მ² [4]

სადგური	იანვ	თებ	მარტ	აპრ	მაის	ივნ	ივლ	აგვ	სექტ	ოქტ	ნოემ	დეკ	წლი-ური	A _{შს}
სოხუმი	23	31	49	60	74	77	81	66	49	36	25	19	590	0.65
სენაკი	23	30	39	51	63	71	66	58	42	35	23	20	523	0.69
თბილისი	26	34	52	60	68	64	69	60	46	36	25	22	564	0.75
ნინოწმინდა	34	42	59	64	78	85	90	79	59	46	30	28	694	0.75
წალკა	33	43	62	65	74	72	78	68	49	36	28	27	634	0.78
თელავი	27	36	54	64	76	73	75	64	49	37	25	21	601	0.71
შირაქი	27	33	47	62	80	90	94	82	61	44	28	23	670	0.64
საშუალო	27	34	50	60	73	74	77	66	49	37	26	22	597	0.70

პრაქტიკული მიზნებისთვის, ჰელიოენერგეტიკული რესურსების გამოყენების თვალსაზრისით, მნიშვნელოვანია ჯამობრივი რადიაციის მნიშვნელობა (ცხრ. 32).

საქართველოს განედზე დღის ხანგრძლივობა ზამთარშიც მნიშვნელოვანია (დეკემბერში 9 საათი), ამიტომ ჯამობრივი რადიაცია საქართველოში წლის ყველა სეზონში დიდია და ღრუბლიანობის პირობებში შეადგენს შესაძლო მაქსიმუმის 65-75 %.

ცხრილი 32. მზის ჯამური რადიაცია ჰორიზონტალურ ზედაპირზე, კვტ. სთ./მ² [4]

სადგური	იანვ	თებ	მარტ	აპრ	მაის	ივნ	ივლ	აგვ	სექტ	ოქტ	ნოემ	დეკ	წლი-ური	A _{მზს}
სოხუმი	52	63	107	128	175	196	196	174	134	93	56	41	1415	0.63
სენაკი	48	63	95	128	167	183	164	154	126	98	59	44	1329	0.67
თბილისი	49	65	106	135	173	189	195	174	130	92	52	42	1402	0.62
ნინოწმინდა	73	89	127	137	166	181	191	168	126	99	65	61	1477	0.76
წალკა	71	87	125	135	164	179	189	166	124	97	63	59	1459	0.75
თელავი	57	68	98	130	168	189	199	174	128	92	58	47	1408	0.64
შირაქი	59	70	100	132	170	191	201	176	130	94	60	49	1426	0.64
ყაზბეგი	79	107	163	196	234	211	204	178	135	124	86	73	1790	0.75
საშუალო	61	76	115	140	177	190	192	170	129	99	62	52	1463	0.68

ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ ჯამური რადიაცია საქართველოს მაღალმთიან ნაწილში საკმაოდ მაღალია და ყაზბეგის მონაცემების მიხედვით 1790 კვტ.სთ/მ² ტოლია. ეს ერთი შეხედვით უცნაურია, რადგან ზოგადად, სიმაღლის მიხედვით გაბნეული რადიაცია მცირდება, რაც ჰაერის სისუფთავესა და გაიშვიათებასთან არის დაკავშირებული. მაგრამ ყაზბეგის სემთხვევაში, მხედველობაშია მისაღები ის გარემოება, რომ მარალი გაბნეული რადიაციის თვეებში ეს ადგილები დაფარულია მარადი თოვლითა და მყინვარებით, რაც ხელს უწყობს გაბნეული რადიაციის ზრდას. აქ საქმე გვაქვს არეკლილი რადიაციის ხელახალ გაბნევასთან, რომლის ნაწილი დედამიწას უბრუნდება.

ავტორის მიერ, მზის სადგურების მშენებლობისათვის ვარგისი ტერიტორიების შერჩევის მიზნით, 2016 და 2017 წლებში, დათვალიერებული იქნა დედოფლის წყაროს, გარდაბნის, კასპის, გორის, ახალციხის, ახალ ქალაქის, ნინოწმინდის და წალკის რაიონები. ვიზუალური დათვალიერებით შეფასდა მშენებლობისათვის საჭირო გეოლოგიური, ტოპოგრაფიული პირობები და გარემოზე შესაძლო

ზეგავლენა. არხებსა და არხების გასწვრივ არსებულ მიწის ფართობებზე, მზის პანელების დამონტაჟების შესაძლებლობის შესწავლის მიზნით, დათვალთვრებული იქნა ქვემო სამგორის სარწყავი სისტემის მაგისტრალური არხი.

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ:

- აღნიშნულ 10 რაიონში, 40 ათას ჰა ფართობზე (საქართველოს მთლიანი ტერიტორიის 0,6%) შესაძლებელია აშენდეს 27 ათას მვტ-ზე მეტი ჯამური სიმძლავრის მზის სადგურები, რომლის წლიური გენერაცია იქნება 40 მლრდ. კვტ.სთ (იხ. ცხრ. 33).

ცხრილი 33. მზის ელექტროსადგურების პერსპექტიული ტერიტორიები

#	მუნიციპალიტეტი	ფართობი რაონში, ჰა	ხვედრითი სიმძლავრე, ჰა/მვტ	სიმძლავრე რაიონში, მვტ	რადიაციის სიმძლავრე, კვტ.სთ/კვ.მ	გენერაცია რაიონში, მლრდ.კვტ.სთ/წ.
1	დედოფლისწყარო	12 000,00	1,40	8 571,43	1 475,00	12,64
2	გრდაბანი	4 000,00	1,60	2 500,00	1 380,00	3,45
3	თბილისი (გლდანის)	80,00	1,60	50,00	1 380,00	0,07
4	კასპი	800,00	1,40	571,43	1 380,00	0,79
5	გორი	700,00	1,50	466,67	1 380,00	0,64
6	ახალციხე	1 200,00	1,50	800,00	1 380,00	1,10
7	ახალქალაქი	8 000,00	1,70	4 705,88	1 450,00	6,82
8	ნინოწმინდა	6 000,00	1,60	3 750,00	1 475,00	5,53
9	წალკა	6 000,00	1,60	3 750,00	1 500,00	5,63
10	დმანისი	4 000,00	1,60	2 500,00	1 475,00	3,69
11	სულ	42 780,00		27 665,41		40,37

სამგორის სარწყავი სისტემის და გარდაბნის ტერიტორიაზე არსებულ სხვა სარწყავ არხებზე, შეიძლება აშენდეს მზის სადგურები ჯამური სიმძლავრით 500 მვტ, რომლის წლიური გენერაცია იქნება 600 მლნ. კვტ.სთ. საინტერესოა, რომ მზის პანელებით დაჩრდილვა ამცირებს არხებიდან წყლის აორთქლების ინტენსიობას, რაც, წყალდეფიციტური აღმოსავლეთ საქართველოს რეგიონებისათვის, პოზიტიური მოვლენაა.

- გამოკითხვის გზით დავადგინეთ, რომ პერსპექტიულია ფიზიკური პირებისა და მცირე საწარმოების მიერ, „100 000 მზის სახურავის“

პროგრამის განხორციელება. შედეგად აშენდება 3-10 კვტ. სიმძლავრის მზის სადგურები საკუთარი მოხმარების მიზნით. ჯამური სიმძლავრე, მომავალი 10 წლის მანძილზე, სავარაუდოდ, მიაღწევს 500 მვტ-ს, ხოლო გამომუშავება 0,65 მილიარდ კვტ.სთ-ს.

ამრიგად, მზის ენერგეტიკული პოტენციალის კვლევის და მისი ათვისების პერსპექტივების შესწავლის შედეგად, დადგინდა, რომ:

- *ათ რაიონში, მზის ენერგეტიკული პოტენციალის სიდიდე შეადგენს 40 მილიარდ კვტ.სთ-ზე მეტს;*
- *500 მვტ. ჯამური სიმძლავრის და 600 მლნ. კვტ.სთ გენერაციის მზის ელექტროსადგურების მოწყობა შესაძლებელია საირიგაციო არხებზე.*
- *პროგრამა „100 000 მზის სახურავის“ განხორციელების შედეგად, აშენდება მიკრო მზის სადგურები, ჯამური სიმძლავრით 500 მვტ, წლიური გენერაციით 0,65 მილიარდ კვტ.სთ.*

შენიშვნა: სამოვარ სავარგულებზე და საირიგაციო არხებზე მზის პანელების განთავსების შედეგად, სავარაუდოა, რომ მნიშვნელოვნად შემცირდება წყლის აორთქლება, ხოლო სამოვრების მოსავლიანობა გაიზრდება. ამიტომ, ამ მიმართულებით კვლევები უნდა გაგრძელდეს. უნდა განახლდეს მზის სადგურების გეგმარებისათვის საჭირო საცნობარო მონაცემთა ბაზა, ლოკალური ტერიტორიული ერთეულებისათვის უნდა დაზუსტდეს მზის სადგურების მშენებლობით მისაღები ეფექტები და დაკონკრეტდეს სხვა საკითხები, რომელიც საფუძვლად დაედება მზის ენერგეტიკის განვითარების სტრატეგიას.

ცხრ. 30-32-ში ჩანს, რომ მზის ენერჯის მოდინების სეზონურობის - $A_{\text{მზ}} = W_{(\text{სექტ-მარტ})} / W_{(\text{აპრ-აგვ})}$, კოეფიციენტი, მნიშვნელოვნად მცირეა, ვიდრე მოხმარების სეზონურობის მახასიათებელი - $A_{\text{მს}}$ კოეფიციენტი. აქედან გამომდინარე, მზის ენერჯია პრიორიტეტული გახდება 2028-2030 წლების შემდეგ - როცა ელექტროენერჯის მოხმარება ზაფხულის თვეებში იქნება მეტი, ვიდრე შემოდგომა-ზამთრის თვეებში (იხ. ცხრ.38).

2.4. განახლებადი ენერგეტიკული პოტენციალის „მიქსი“ (ნარევი)

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ საქართველოს გააჩნია განახლებადი ენერგორესურსების აუთვისებელი სოლიდური მარაგები. მათი, ტექნიკურ-ეკონომიკური თვალსაზრისით მისაღები ნაწილის ელექტროენერგეტიკული ეკვივალენტი, დღევანდელი მდგომარეობით ჯამურად შეადგენს 146 მლრდ. კვტ.სთ-ს. რესურსები ცალკეული სახეობების მიხედვით, წარმოდგენილია ცხრ. 34-ში.

ცხრილი 34. ენერგორესურსების ჯამური პოტენციალი, მლრდ. კვტ.სთ

ენერგორესურსი	რაოდენობა	შენიშვნა
აუთვისებელი განახლებადი ენერგორესურსების პოტენციალი		
ჰიდრო (მცირე და საშუალო სიმძლავრის სადგურები)	16	500-ზე მეტი მდინარე
ქარის (მცირე, საშუალო და დიდი სიმძლავრის სადგურები)	90	მშენებლობის არეალის ჯამური ფართობი - 3 500 კვ.კმ (ქვეყნის ტერიტორიის 5%)
მზის (მიკრო, მცირე, საშუალო და დიდი სიმძლავრის სადგურები)	40	მშენებლობის არეალის ჯამური ფართობი - 43 000 ჰა. (ქვეყნის ტერიტორიის 0.6%)
სულ	146	–
ათვისებული განახლებადი ენერგორესურსები (2018 წლის მონაცემები)		
ჰიდრო + ქარი = 9,949 + 0,084	10	2018 წლის ფაქტიური ბალანსის მიხედვით
მთლიანი განახლებადი ენერგორესურსები		
ქარის, ჰიდრო, მზის	156	–

შენიშვნა: ტექნოლოგიების განვითარების კვლობაზე, ქარის და მზის ენერჯის ელექტრო-ენერგეტიკული ეკვივალენტი, მომავალში მნიშვნელოვნად გაიზრდება.

თავი 3. საქართველოს ელექტროენერგეტიკის დარგის განვითარების პროგრამების დამუშავება

ენერგეტიკის დარგის გეგმა-ზომიერი განვითარებისათვის, საჭირო და აუცილებელია, დარგის მდგომარეობის პერიოდული შეფასება და მიმდინარე პროცესების ანალიზი. ანალიზის შედეგებზე დაყრდნობით არის შესაძლებელი დარგის მართვის დირექტიული დოკუმენტების: პოლიტიკის და სტრატეგიის განახლება, მოკლე და საშუალო ვადიანი პროგრამების დამუშავება, შემაფერხებელი ფაქტორების იდენტიფიცირება და მათი აღმოფხვრის ეფექტური ღონისძიებების შემუშავება. აღნიშნული დირექტიული დოკუმენტების დამუშავებისათვის, საბაზო - შუალედურ დოკუმენტს წარმოადგენს *კონცეფცია*.

ზოგადად, კონცეფცია არის სისტემური დაგეგმვის შუალედური მცირე ფორმატის დოკუმენტი, რომელიც მიზნად ისახავს არსებული რესურსების გამოყენებას, მთავრობის მიერ დადგენილი პრიორიტეტების, მიზნების და ამოცანების შესაბამისად. იგი მოიცავს პრობლემების იდენტიფიკაციას, მათი გადაჭრისათვის საჭირო რესურსებს და შესაძლო გზებს [59].

კვლევის მიზანია

3.1. ელექტროენერგეტიკის დარგის განვითარების მიზნები

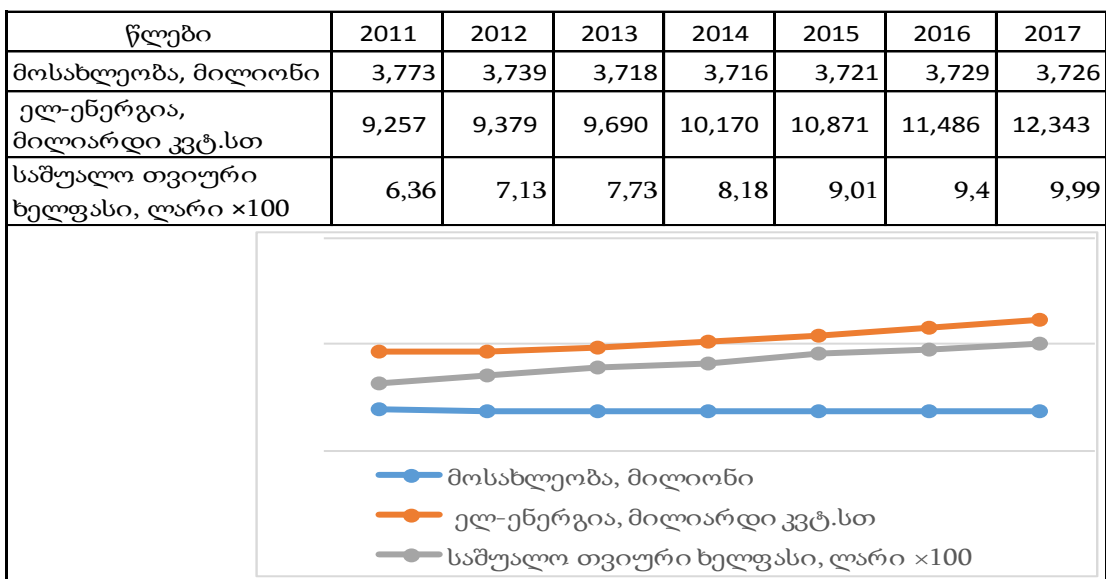
ენერგეტიკის დარგის არსებული მდგომარეობის ანალიზის შედეგებიდან გამომდინარე, დარგის განვითარების მთავარ მიზანს წარმოადგენს ელექტროენერჯის წარმოების სწრაფი ზრდა და ენერგოუსაფრთხოების დონის ამაღლება საკუთარი რესურსების ათვისების გზით. ამ მიზნისკენ სავალ გზაზე, პირველი ნაბიჯია ელექტროენერჯის მოხმარების პროგნოზირება და იმ რესურსების დადგენა, რომელთა გამოყენებით იქნება შესაძლებელი, პროგნოზირებული მოხმარების უზრუნველყოფა უმოკლეს ვადებში, მინიმალური დანახარჯებით.

3.1.1. ელექტროენერჯის მოხმარების ზრდის პროგნოზირება მოკლე და საშუალო ვადიან მომავლში

ელექტროენერჯის მოხმარების ზრდის პროგნოზირება საკმაოდ რთული ამოცანაა, რამდენადაც იგი საჭიროებს მრავალი - არასისტემური ცვლადი ფაქტორის გათვალისწინებას. თუმცა პროგნოზირების მეთოდების დახვეწის კვალობაზე, შესაძლებელი ხდება ელექტროენერჯის მოხმარების საკმაოდ მაღალი სიზუსტით პროგნოზირება. საშუალო და გრძელ ვადიან მომავალში ელექტროენერჯის მოხმარების პროგნოზირების მიზნით, გავანალიზეთ ელექტროენერჯის მოხმარების ზრდის ზოგი ფაქტორი.

ქვეყნის მოსახლეობა. ქვეყანაში ელექტროენერჯის მოხმარების ზრდის პრიორიტეტულ ფაქტორად, მოსახლეობის რიცხოვნების ზრდა არის მიჩნეული გავრცელებულ მეთოდოლოგიებში [60,61]. ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევით კი დადგინდა, რომ: *ელექტროენერჯის მოხმარების დინამიკა პირდაპირ კავშირშია მოსახლეობის საშუალო თვიური ხელფასის ზრდასთან და არა უბრალოდ მოსახლეობის რაოდენობასთან* (იხ. ცხრ. 3.1).

ცხრილი 35. ელექტროენერჯის მოხმარების დამოკიდებულება მოსახლეობის რიცხოვნობასა და ხელფასების ზრდაზე [23-30]



ცხრილის მონაცემების ანალიზი აჩვენებს, რომ ბოლო წლებში, საქართველოს მოსახლეობის რიცხოვნობა უმნიშვნელოდ იცვლება,

ელექტროენერჯის მოხმარება კი იზრდება სწრაფად და სტაბილურად - მოსახლეობის საშუალო თვიური ხელფასის ზრდის პარალელურად. ცხადია, იგივე ეფექტი ექნება პენსიების და სხვა სახის შემოსავლებს ზრდას. მათი გათვალისწინებით ამაღლდება პროგნოზის საიმედოობა.

ეკონომიკის და სოციალური სფეროს განვითარება. ეკონომიკის და სოციალური სფეროს განვითარება, მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ელექტროენერჯის მოხმარების ზრდაზე.

ელექტროენერჯის მოხმარების ზრდის ტენდენციები, სხვადასხვა სფეროში, წარმოდგენილია ცხრ. 36- ში.

ცხრილი 36. ელექტროენერჯის მოხმარების (მლნ. კვტ.სთ) დინამიკა დარგების მიხედვით [21-23]

წლები	2015		2016		2017	
	მოხმა- რება	ზრდა, %	მოხმა- რება	ზრდა, %	მოხმა- რება	ზრდა, %
ელექტროენერჯის მოხმარების სფერო						
საბოლოო მოხმარება	9 906,4	5,9	10 486,5	5,9	11 208,5	6,9
მრეწველობა	2 751,3	5,5	2 901,6	5,5	3 294,5	13,5
თუჯი და ფოლადი	1 250,3	14,8	1 435,2	14,8	1 840,4	28,2
ქიმიური და ნავთობქიმიური	317,3	-17,4	262,1	-17,4	283,6	8,2
არალითონური მინერალური ნაკეთობები	279,8	13,9	318,7	13,9	294,5	-7,6
სატრანსპორტო მოწყობილობები	5,3	-37,7	3,3	-37,7	2,1	-36,4
მანქანა - მოწყობილობები	12,4	-62,1	4,7	-62,1	5,8	23,4
სამთო მოპოვება და ფერადი ლითონები	117,2	11,9	131,2	11,9	125,8	-4,1
საკვები პროდუქტები, სასმელები და თამბაქო	196,6	5,7	207,8	5,7	248,1	19,4
ცელულოზა-ქაღალდი და ბეჭდვითი საქმიანობა	15,3	-5,2	14,5	-5,2	16,9	16,6
ხე და ხის ნაწარმი	5,4	27,8	6,9	27,8	7,9	14,5
მშენებლობა	128,7	2,5	131,9	2,5	145,5	10,3
ტექსტილი და ტყავი	13,3	-9,8	12,0	-9,8	17,4	45,0
მრეწველობის სხვა დარგები	410,0	-9,0	373,3	-9,0	306,5	-17,9
ტრანსპორტი	293,9	2,2	300,5	2,2	336,5	12,0
სარკინიგზო	293,9	2,2	300,5	2,2	336,5	12,0
სხვა	6 861,2	6,2	7 284,4	6,2	7 577,5	4,0
კერძო და სახელმწიფო მომსახურება	2 544,9	13,2	2 882,0	13,2	3 051,9	5,9
მინამეურნეობები	2 462,4	-1,6	2 423,0	-1,6	2 460,9	1,6
სოფლის, სატყეო და თევზის მეურნეობა	56,7	-7,4	52,5	-7,4	62,9	19,8
სხვა	1 797,2	7,2	1 926,9	7,2	2 001,8	3,9

ცხრილიდან ჩანს, რომ ბოლო წლებში, ელექტროენერჯის მოხმარება სტაბილურად იზრდება მრეწველობის დარგებსა და მომსახურების სფეროში.

განსაკუთრებით სინტერესოა, რომ სრაფი ტემპით იზრდება ელექტროენერჯის მოხმარება თუჯის და ფოლადის, ქიმიური და ნავთობქიმიური, მანქანა-მოწყობილობის, საკვები პროდუქტების და სასმელების, ცელულოზა-ქაღალდის, ხის ნაწარმის, მშენებლობის, ტექსტილის, ტრანსპორტის, მომსახურების და სოფლის მეურნეობის სფეროში. ამ დარგების განვითარების თავისებურებებიდან გამომდინარე, სავარაუდოა, რომ მათი ზრდის პროცესი გაგრძელდება მომავალი 10-15 წლის განმავლობაშიც და შენარჩუნებული იქნება ელექტროენერჯის მოხმარების ზრდის ბოლო წლების საშუალო ტემპი. აღნიშნულიდან გამომდინარე, მოკლე და საშუალო ვადიან პერიოდში ელექტროენერჯის მოხმარების ზრდის პროგნოზირებისათვის გამოვიყენეთ ისტორიული ტენდენციის მეთოდი. კერძოდ: ვინაიდან, ბოლო წლები ხასიათდება სოციალური სფეროს და ეკონომიკის დარგების ზრდის სტაბილურობით, ამიტომ შენარჩუნებული იქნება ენერჯის მოხმარების ზრდის სტაბილური ტემპი. ამიტომ, მისი სიდიდე (%-ში), განვსაზღვრეთ ბოლო 2015-2018 წლების მაჩვენებლების მიხედვით. შედეგები წარმოდგენილია ცხრ. 37-ში.

ცხრილი 37. ელექტროენერჯის მოხმარების (მლნ. კვტ.სთ) ზრდის საშუალო წლიური და ყოველთვიური საპროგნოზო მაჩვენებლები [30-32]

თვე	იანვ	თებ	მარტ	აპრ	მაის	ივნ	ივლ	აგვ	სექტ	ოქტ	ნოემ	დეკ	წლიური
2015 წელი													
მოხმარება	1051	910	980	905	854	824	878	877	797	825	911	1059	10872
2016 წელი													
მოხმარება	1061	934	977	900	883	885	936	940	822	923	1009	1214	11486
ზრდა, %	0,92	2,60	-0,33	-0,55	3,51	7,32	6,63	7,21	3,21	11,90	10,83	14,66	5,65
2017 წელი													
მოხმარება	1134	1059	1052	964	894	908	1026	1076	953	985	1077	1215	12343
ზრდა, %	6,82	13,36	7,70	7,09	1,23	2,61	9,59	14,41	15,89	6,70	6,69	0,06	7,45
2018 წელი													
მოხმარება	1216	1102	1157	1013	1005	1020	1137	1084	988	1012	1120	1214	13069
ზრდა, %	7,30	4,08	10,00	5,15	12,34	12,38	10,79	0,78	3,69	2,72	3,96	-0,11	5,88
2015 - 2018 წლებში მოხმარების ზრდის საშუალო მაჩვენებლები													
ზრდა, %	5,02	6,68	5,79	3,90	5,69	7,43	9,00	7,47	7,60	7,11	7,16	4,87	6,48
2015 - 2018 წლებში მოხმარების ზრდის საშუალო მაჩვენებლები - კორექტირებული													
ზრდა, %	5,02	6,68	5,79	3,90	5,19	6,92	8,80	7,47	7,60	7,11	7,16	4,87	6,37

ცხრილში, ელექტროენერჯის მოხმარების ზრდის წლიურ საშუალო მაჩვენებლებთან ერთად, წარმოდგენილია ყოველთვიური მოხმარების ზრდის მაჩვენებლებიც. საინტერესოა, რომ მაისი-ივნისი-ივლისის თვეებში, ელექტროენერჯის ტრანსპორტირების ხარჯები (ქსელში დანაკარგები) 5-12 მილიონი კვტ.სთ-ით მეტია სხვა თვეებთან შედარებით. ამის მიზეზია, აღნიშნულ თვეებში საექსპორტო ელექტროენერჯის გატარება. მაგრამ, ვინაიდან მომავალში ექსპორტის ზრდა არ არის მოსალოდნელი, ელექტროენერჯის ზრდის %-ული მაჩვენებლები აღნიშნულ თვეებში უნდა იქნეს კორექტირებელი. კერძოდ, უნდა შემცირდეს შესაბამისად 0,5-1,2 პროცენტით.

აღნიშნულის გათვალისწინებით, 2030 წლამდე ელექტროენერჯის მოხმარების პროგნოზული მაჩვენებლები წარმოდგენილია ცხრ. 38-ში. ეს პერიოდი მოიცავს დარგის განვითარების მოკლე და საშუალო ვადიან პერსპექტივებს.

ცხრილი 38. 2018-2030 წლებში ელექტროენერჯის მოხმარების პროგნოზული მაჩვენებლები, მლნ. კვტ.სთ.

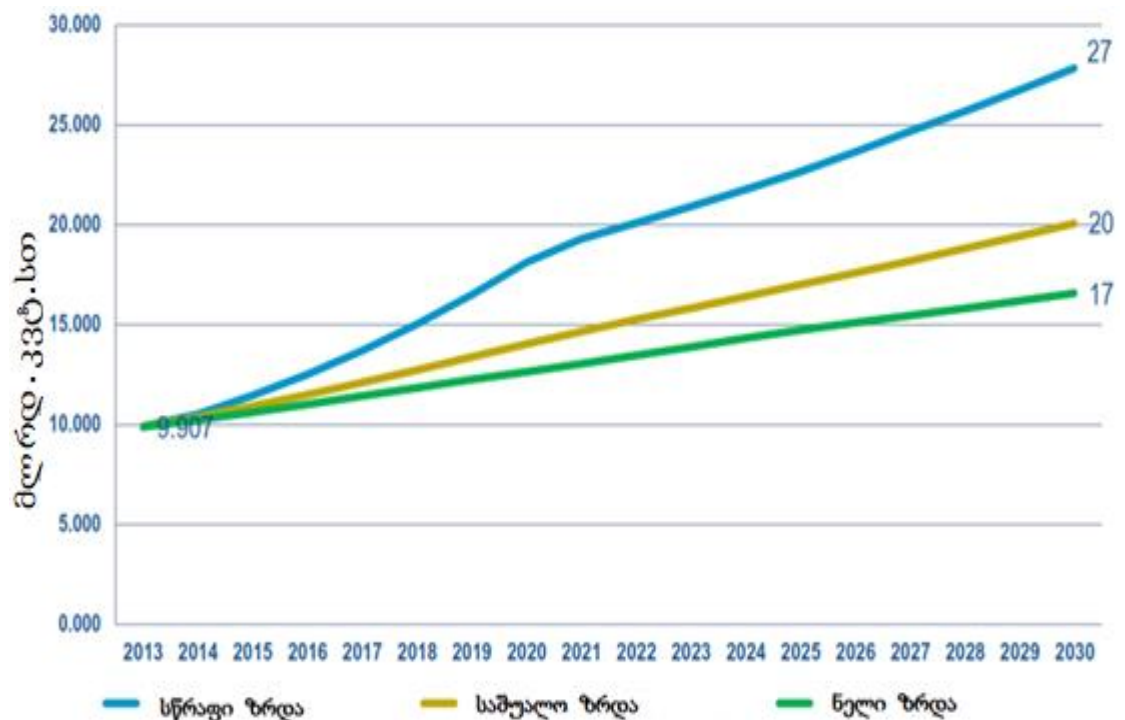
ზრდა %	იანვ	თებ	მარტ	აპრ	მაისი	ივნ	ივლ	აგვ	სექტ	ოქტ	ნოემბ	დეკ	წლ-რი სულ	A _{გს}
	5.2	7.1	6.2	4.2	5.2	7.1	8.2	7.8	8.1	7.9	7.5	5.0		
2018	1,216	1,102	1,157	1,013	1,005	1,020	1,137	1,084	988	1,012	1,120	1,214	13,068	1.48
2019	1,279	1,180	1,229	1,056	1,057	1,092	1,230	1,169	1,068	1,092	1,204	1,274	13,931	1.49
2020	1,346	1,264	1,305	1,100	1,112	1,170	1,331	1,260	1,155	1,178	1,294	1,338	14,854	1.49
2021	1,416	1,354	1,386	1,146	1,170	1,253	1,440	1,358	1,248	1,272	1,391	1,405	15,839	1.49
2022	1,489	1,450	1,472	1,195	1,231	1,342	1,558	1,464	1,349	1,372	1,495	1,475	16,893	1.49
2023	1,567	1,553	1,563	1,245	1,295	1,437	1,686	1,578	1,459	1,480	1,607	1,549	18,020	1.49
2024	1,648	1,663	1,660	1,297	1,362	1,539	1,824	1,702	1,577	1,597	1,728	1,627	19,225	1.49
2025	1,734	1,781	1,763	1,351	1,433	1,649	1,974	1,834	1,705	1,724	1,857	1,708	20,513	1.49
2026	1,824	1,908	1,873	1,408	1,507	1,766	2,136	1,977	1,843	1,860	1,997	1,793	21,891	1.49
2027	1,919	2,043	1,989	1,467	1,586	1,891	2,311	2,132	1,992	2,007	2,147	1,883	23,366	1.49
2028	2,019	2,188	2,112	1,529	1,668	2,025	2,501	2,298	2,153	2,165	2,308	1,977	24,943	1.49
2029	2,124	2,344	2,243	1,593	1,755	2,169	2,706	2,477	2,328	2,336	2,481	2,076	26,631	1.49
2030	2,234	2,510	2,382	1,660	1,846	2,323	2,927	2,670	2,516	2,521	2,667	2,180	28,437	1.49

ცხრილის მონაცემები აჩვენებს, რომ 10 წლის შემდეგ - 2029 წელს საქართველოში მოსალოდნელია ელექტროენერჯის მოხმარების

გაორმაგება. ამასთან, მოხმარება შედარებით მეტად გაიზრდება ზაფხულის და შემოდგომის თვეებში.

აღვნიშნავთ, რომ წარმოდგენილი პროგნოზული მონაცემების საიმედოობას ამყარებს სხვადასხვა პრეცედენტი. მაგალითად:

- ცხრ. 38-ში წარმოდგენილი, 2030 წელს ელექტროენერჯის მოხმარების პროგნოზული მნიშვნელობა, ემთხვევა მკვლევარის მიერ 2014 წელს ჩატარებული კვლევის შედეგებს[60]. შედეგები დიაგრამების სახით არის წარმოდგენილი ნახ. 7-ზე. დიაგრამებიდან ჩანს, რომ - 2030 წელს ელექტროენერჯის მოხმარება მიაღწევს - სრაფი ზრდის შემთხვევაში 27 მლრდ. კვტ.სთ-ს. ჩვენ მიერ პროგნოზირებული, 2030 წელს მოსალოდნელი ელექტროენერჯის მოხმარება კი შეადგენს 28, 44 მლრდ. კვტ.სთ-ს.



ნახაზი 7. ელექტროენერჯის ზრდის პროგნოზული სცენარები

- ასევე, საინტერესოა, რომ საქართველოს უახლოეს მეზობელ ქვეყანაში - თურქეთშიც ელექტროენერჯის მოხმარება 2-ჯერ გაიზარდა 1998-2011 წლებში (ცხრ. 39). აღსანიშნავია, რომ ამ 14 წლიანი პერიოდის

2001 და 2009 წლებში მოხმარება არ გაზრდილა, პირიქით - ადგილი ქონდა ელექტროენერჯის მოხმარების კლებას. აქედან გამომდინარე, თურქეთის სტაბილური სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების 12-წლიან პერიოდშიც ელექტროენერჯის მოხმარება გაიზარდა 2-ჯერ.

ცხრილი 39. თურქეთში ელექტროენერჯის მოხმარების დინამიკა, მლრდ. კვტ.სთ

წლები	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
მოხმარება	114,0	118,5	128,3	126,9	132,6	141,2	150,0	160,8	174,6	190,0	198,1	194,1	210,4	228,0
ზრდა, %	8,1	3,9	8,3	-1,1	4,5	6,5	6,3	7,2	8,6	8,8	4,3	-2,0	8,4	9,0

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, ჩვენ მიერ პროგნოზირებული მაჩვენებლები, შეიძლება იქნეს გამოყენებული, დარგის განვითარების მოკლე და საშუალო ვადიანი პროგრამების დამუშავებისათვის. ამასთან, როგორც ცხრ. 38-დან ჩანს, მოკლე და საშუალო ვადიანი პროგრამების მთავარი მიზანი უნდა იყოს დარგის განვითარების ისეთი ტემპის უზრუნველყოფა, რომ საქართველოში ელექტროენერჯის წარმოებამ მიაღწიოს:

- 2024 წელს, 19 მილიარდ 225 მილიონ კვტ.სთ-ს,
- ხოლო 2029 წელს - 26 მილიარდ 631 მილიონი კვტ.სთ-ს.

3.2. პრიორიტეტული ენერგეტიკული რესურსები და „ენერგეტიკული რესურსების ოპტიმალური მიქსი“

ელექტროენერჯის წარმოების ტექნოლოგიური სტრუქტურა.

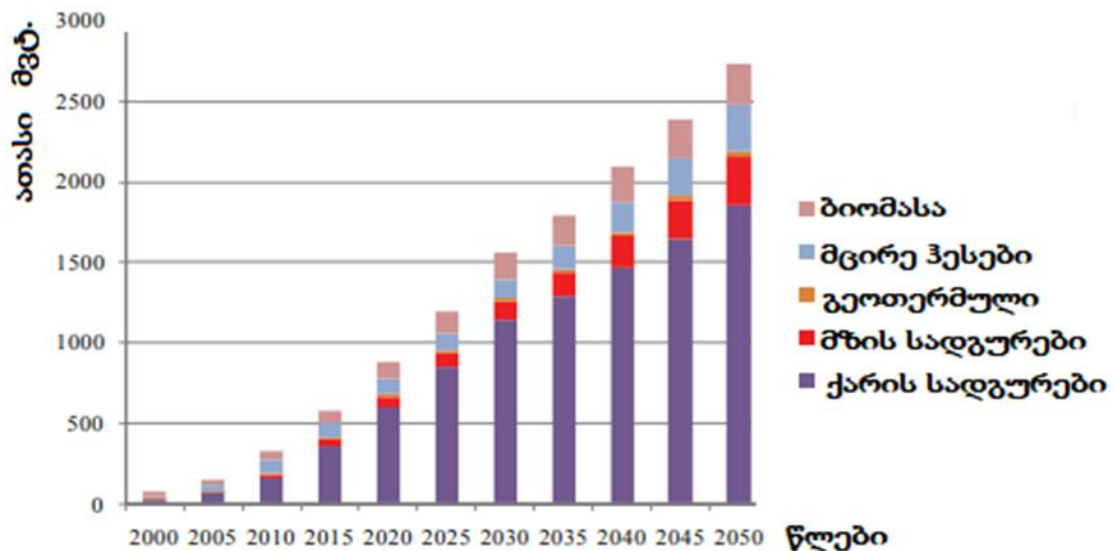
საქართველოს გააჩნია ყოველგვარი პირობები იმისათვის, რომ ენერგეტიკის დარგი განავითაროს ცივილურ ქვეყნებში ჩამოყალიბებული თანამედროვე ტენდენციების მსგავსად. თანამედროვე ტენდენციები კი, როგორც ცხრ. 40-დან ჩანს, არის განახლებადი ენერჯიების წილის

განუხრელი ზრდა და, ეკოლოგიური რისკების შემცველი ტექნოლოგიების შემცირება [61].

საქართველოს განახლებად ენერგეტიკულ რესურსებს შორის, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული (ცხრ. 34), ძირითადი ქარის ენერგიაა. საინტერესოა, რომ გაერო-ს მდგრადი განვითარების კვლევითი ცენტრის პროგნოზით, 2050 წლამდე, სწორედ ქარის ენერგია იქნება წამყვანი განახლებადი ენერგიების წყაროებს შორის [49]. კვლევითი ცენტრის მიერ, გრძელვადიან პესპექტივაში პროგნოზირებული განახლებადი ენერგიების ტექნოლოგიური სტრუქტურა, წარმოდგენილია ნახ. 8-ზე.

ცხრილი 40. ენერჯის პირველადი წყაროების წილი (%) მსოფლიოში

წელი	ენერჯის პირველადი წყარო						
	ნახშირ-წყალბადები				ატომური	ჰიდრო	განახლებადი
	ნავთობი	ბუნებრივი გაზი	ქვანახშირი	სულ			
2007	36,0	21,9	29,8	87,7	5,4	6,0	0,9
2016	34,4	23,2	28,0	85,6	4,5	6,9	3,1
2017	34,2	23,4	27,6	85,2	4,4	6,8	3,6



ნახაზი 8. განახლებადი ენერჯების წილი ელექტროენერჯის წარმოებაში

აღნიშნულიდან გამომდინარე, საქართველოს ენერჯოსისტემის შემდგომი განვითარების ძირითად, სტრატეგიულ რესურსს წარმოადგენს

ქარის და მცირე ჰიდრო ენერჯია. ამასთან, რესურსების პრიორიტეტები და კვოტები, უნდა დადგინდეს ისეთი კრიტერიუმების საერთო ფონზე, როგორცაა ენერჯიის კონკრეტული სახეობის: სეზონურობის შესაბამისობა ელექტროენერჯიის მოხმარების სეზონურობასთან, პოზიტიური გავლენა ელექტროენერჯიის წარმოების სწრაფი ზრდის კუთხით, ენერჯოსისტემაში ინტეგრაციის შესაძლებლობა მოცემულ ეტაპზე, ენერჯოსისტემის საიმედოობის და ენერჯოეფექტურობის ამაღლებაზე პოზიტიური გავლენა, ეკონომიკის ინკლუზიური ზრდა, დემოგრაფიული განვითარება და ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნება.

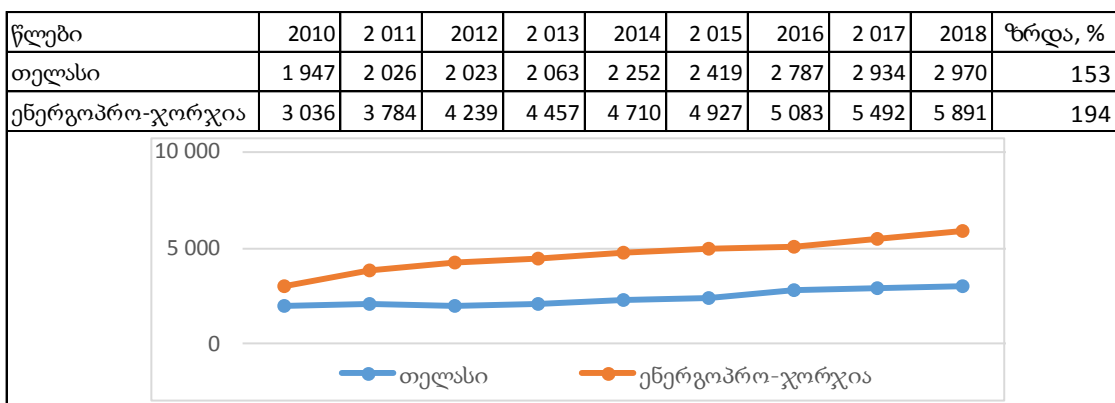
ჩამოთვლილი კრიტერიუმების მიხედვით, *დღევანდელ ეტაპზე, პირველი პრიორიტეტი ქარის ენერჯეტიკული პოტენციალია. მისი ათვისებით არის შესაძლებელი ელექტროენერჯიის წარმოების სწრაფი ზრდა და იმპორტის ჩანაცვლება.* თუმცა, სისტემაში ქარის სადგურების ინტეგრაცია შეზღუდულია, სიმძლავრის ბუნებრივი მოდინების დროში უთანაბრობის გამო. შესაბამისი კვლევით დავადგინეთ, რომ ამ ეტაპზე, სისტემის გაძლიერების გარეშე, ენერჯოსისტემაში შესაძლებელია ჩაერთოს ქარის ელექტრო სადგურების 600-700 მვტ. სიმძლავრე [56,57]. ამის გარდა, უნდა აშენდეს მცირე სიმძლავრის ქარის სადგურები მაღალი ეკონომიკური პოტენციალის მქონე სხვა რეგიონებშიც (აჭარა, სამხრეთ საქართველო).

ამგვარად, მოკლევადიან პერსპექტივაში - 2020-2024 წლებში, ქარის ენერჯეტიკული პოტენციალის გეგმა-ზომიერი ათვისების გზით, გორის ქარის სადგურის გამომუშავებასთან ერთად, ენერჯოსისტემას მიეწოდება დამატებით 3,7 მლრდ. კვტ.სთ ელექტროენერჯია. საშუალო ვადიან პერსპექტივაში - 2029 წლამდე პერიოდში კი, ქარის სადგურების სიმძლავრე უნდა გაიზარდოს 2500 მვტ-მდე. გამომუშავებული ენერჯიის მოხმარებული იქნება პირდაპირ, ხოლო ნაწილი წყალსაცავებში აკუმულირების სქემით. პირველ ეტაპზე, წყლის დასაგროვებლად გამოყენებული იქნება არსებული ჰესების წყალსაცავები, ხოლო დაგრვილი წყლის დამუშავება მოხდება არსებული აგრეგატების საშუალებით. ასეთი სქემა იძლევა იმის

საშუალებას, რომ გამომუშავებული ენერჯის თვითღირებულება იქნება მინიმალური, ამაღლდება არსებული ჰესების აგრეგატების და ენერჯის სისტემის საერთო ეფექტურობაც. ამ მხრივ, პერსპექტიულია ენჯურის, ლაჯანურის, ტყიბულის, სიონის, ხრამი-1 და ხრამი-2 ჰესები. ასევე პერსპექტიულია, შემდგომში ჰიდროაკუმულირების კომპლექსების აშენება კუმისის, ნადარბაზევის, ლისის, ჯვრის და სხვა მრავალი ტბის ბაზაზე. *საშუალო ვადიან - 10 წლიან პერიოდში შესაძლებელია აშენდეს 10-12 კომპლექსი ჯამური სიმძლავრით 1 200 – 1 500 მვტ. ენერჯის სისტემაში ქარის სადგურების ჯამური სიმძლავრე გაიზრდება 2 500 მვტ.-მდე. შედგად, ქარის სადგურების გამომუშავება მიაღწევს 10-11 მილიარდ კვტ.სთ-ს.*

ჰიდროენერჯეტიკული რესურსებიდან, მოკლე და საშუალო ვადიან პერსპექტივაში, პრიორიტეტულია მცირე და საშუალო ჰიდრო-ენერჯეტიკული პოტენციალი. საქმე ისაა, რომ მისი გამოყენებით შესაძლებელია ასეულობით მცირე და საშუალო სიმძლავრის ჰესების აშენება რეგიონებში - ქვეყნის მთელ ტერიტორიაზე. ამავე დროს, როგორც ცხრ. 41-დან ჩანს, ელექტროენერჯის მოხმარება შედარებით მეტი ტემპით რეგიონებში იზრდება. ამიტომ, მცირე ჰესებზე გამომუშავებული ენერჯია მოხმარებული იქნება იმავე არიალში, რაც პოზიტიური მოვლენაა ქსელში

ცხრილი 41. თელასის და ენერჯო-პროს მიერ ელექტროენერჯის მოხმარების დინამიკა, მლნ. კვტ.სთ. [24-32]



დანაკარგების შემცირების - ენერჯის სისტემის ეფექტურობის ამაღლების თვალსაზრისით. ამის გარდა, მდგრადობის და იმედიანობის ამაღლების

თვალსაზრისით, უპირატესობა ენიჭება ენერგოსისტემის სიმძლავრის უზრუნველყოფას დანაწევრებული - მცირე სიმძლავრის წყაროებით, ვიდრე ეკვივალენტური სიმძლავრის ერთი წყაროთი.

ცაკლე აღსანიშნავია, რომ დანაწევრებული მცირე სიმძლავრის წყაროებით უზრუნველყოფილი ენერგოსისტემა, ბუნებრივი მოვლენების და დივერსიული ხასიათის საფრთხეების მიმართაც უფრო მდგრადია.

აღნიშნულიდან გამომდინარე: *მოკლე და საშუალო ვადიან პერსპექტივაში, სტრატეგიულ რესურსს წარმოადგენს ჰიდრო და ქარის ენერგეტიკული პოტენციალი. ამ პოტენციალიდან უნდა შეირჩეს „ენერგეტიკული რესურსების ოპტიმალური მიქსი“, რომლის ათვისებაზე იქნება გათვლილი, დარგის განვითარების მოკლე და საშუალო ვადიანი პროგრამები.*

3.3. ენერგორესურსების ათვისების პროგრამების დამუშავება

პროგრამა წარმოადგენს ნებისმიერი დარგის გეგმა-ზომიერი განვითარების მართვის ინსტრუმენტს. ელექტროენერგეტიკის დარგის თავისებურებიდან გამომდინარე, დამკვიდრებული პრაქტიკაა დარგის მართვა მოკლე, საშუალო და გრძელვადიანი პროგრამების საშუალებით. მოკლე და საშუალო ვადიანი პროგრამები შედარებით კონკრეტული დოკუმენტია, დარგის განვითარების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი ინდიკატორებით, ხოლო გრძელვადიანი პროგრამა ზოგადი ხედვაა, რომელიც ემყარება მომავლის ტექნოლოგიებს.

პრაქტიკული მოსაზრებიდან გამომდინარე:

- მოკლევადიანი პროგრამა მოიცავს 2020-2024 წლებს - ხუთწლიან პერიოდს;
- საშუალოვადიანი პროგრამა მოიცავს 2020-2029 წლებს - ათწლიან პერიოდს;
- გრძელვადიანი პროგრამა გათვლილია 2050 წლამდე პერიოდზე.

პროგრამები აგებულია სამთავრობო დირექტიული დოკუმენტების მოთხოვნათა შესაბამისად - ადგილობრივი განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების პრიორიტეტული ათვისების, იმპორტის შემცირების და ქვეყნის ენერგოდამოუკიდებლობის ხარისხის ამაღლების ნიშნით.

პროგრამები დამუშავებულია ენერგეტიკის განვითარების თანამედროვე ტენდენციების და ტექნოლოგიების გათვალისწინებით.

პროგრამების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი ინდიკატორები გამოთვლილია არსებული სიტუაციის ანალიზის და ადგილობრივი ენერგეტიკული რესურსების კვლევის შედეგებზე დაყრდნობით.

პროგრამებით დასახული მიზნების მიღწევა შესაძლებელია არსებული - პრაქტიკულად აპრობირებული ტექნოლოგიების გამოყენებით.

პროგრამები შეიძლება გამოყენებული იქნეს, როგორც საბაზო დოკუმენტი, ელექტროენერგეტიკის დარგის განვითარების გეგმების დამუშავების დროს.

3.3.1. მოკლევადიანი - ხუთწლიანი პროგრამის ძირითადი ასპექტები

პროგრამის მიზანია ადგილობრივი განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების ათვისება ისეთი რაოდენობით, რომ 2024 წლამდე პერიოდში, ელექტროენერჯის წარმოება გაიზარდოს 7,8 მილიარდი კვტ.სტ-ით.

პროგრამის განსახორციელებლად საჭირო რესურსებია საუკეთესო ტექნიკურ-ეკონომიკური მახასიათებლების მქონე „ჰიდრო და ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის ოპტიმალური მიქსი“. ენერგეტიკული რესურსების მიქსი, ცალკეული სახეობის მიხედვით, წარმოდგენილია ცხრ. 42 -ში.

წარმოდგენილი რესურსებიდან, მცირე და საშუალო სიმძლავრის ჰესების რესურსი მიღებულია არსებული პროექტების პარამეტრების კორექტირების გზით, ხოლო ქარის სადგურების რესურსი წარმოადგენს იმერეთის მაღლობზე ასაშენებელი ქარის სადგურების ჯამურ მნიშვნელობას.

ცხრილი 42. 2024 წლამდე ასაშენებელი ახალი ელექტროსადგურების ჯამური სიმძლავრე და გამომუშავება (მლნ.კვტ.სთ)

რესურსების სტრუქტურა	თვეები												სულ	სიმძლ, მგვტ	A
	იანვ	თებ	მარტ	აპრ	მაის	ივნ	ივლ	აგვ	სექტ	ოქტ	ნოემ	დეკ			
მცირე ჰესები	63	47	68	100	103	100	103	103	103	99	90	71	1050	138	1.07
საშუალო ჰესები	180	152	241	288	298	288	298	298	294	298	252	222	3107	400	1.12
ქარის სადგურები	311	318	325	318	288	261	254	290	308	317	314	316	3619	700	1.56
სულ: ჰიდრო+ქარი	554	517	634	692	688	649	655	691	705	713	657	609	7762	1238	1.33

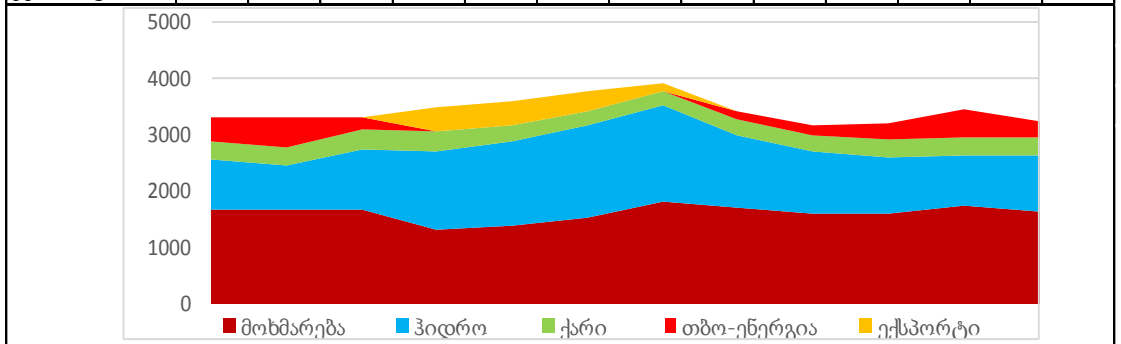
როგორც ცხრილიდან ჩანს, 2024 წლამდე, ეტაპობრივად აშენდება 1240 მგვტ. ჯამური სიმძლავრის ჰიდრო და ქარის ელექტროსადგურები, რომელზეც გამომუშავებული იქნება დამატებით 7,762 მილიარდი კვტ.სთ ელექტროენერჯია.

აღვნიშნავთ, რომ ცხრილში მოცემული ჯამური სიმძლავრეები შედგება მცირე სიმძლავრის ერთეული ობიექტებისაგან და, ამიტომ მათი აშენება და ექსპლუატაციაში გაშვება შესაძლებელია მოკლე ვადებში.

მოკლევადიანი პროგრამის განხორციელებით მისაღები შედეგები წარმოდგენილია ცხრ. 43-ში.

ცხრილი 43. 2024 წლის ელექტროენერჯიის ბალანსის მოსალოდნელი სტრუქტურა, მლნ.კვტ.სთ

რესურსები	თვეები												სულ
	იანვ	თებ	მარტ	აპრ	მაის	ივნ	ივლ	აგვ	სექტ	ოქტ	ნოემ	დეკ	
წარმოება სულ	1649	1663	1660	1745	1802	1892	1956	1702	1577	1597	1728	1627	20597
მოხმარება	1649	1663	1660	1297	1362	1539	1824	1702	1577	1597	1728	1627	19225
ჰიდრო	922	797	1088	1417	1509	1625	1694	1268	1109	990	914	1002	14336
ქარი	318	324	332	328	293	266	262	298	316	324	321	322	3703
თბო-ენერჯია	408	543	240					136	152	284	493	302	2558
ექსპორტი				448	440	352	132						1372



პროგრამის განხორციელების შედეგად, 2024 წელს მიიღწევა შემდეგი ტექნიკური და ეკონომიკური ხასიათის ეფექტები:

- საქართველოში მოხმარებული ელექტროენერჯის ბალანსიდან გამოირიცხება იმპორტირებული ელექტროენერჯის საჭიროება. ამის შედეგად, გაიზრდება ქვეყნის ენერგოდამოუკიდებლობის და ენერგოუსაფრთხოების ხარისხი. შემცირდება ქვეყნიდან ვალუტის გადინება (2018 წელს, იმპორტირებული ელექტროენერჯის საფასურის სახით ქვეყნიდან გავიდა 76 მლ. აშშ დოლარი). გაუნჯობესდება „ექსპორტ-იმპორტის“ სალდო, რაც პოზიტიურად იმოქმედებს ეროვნული ვალუტის სიმყარეზე.
- ხუთი წლის განმავლობაში, 1240 მვტ. ჯამური სიმძლავრის განახლებადი ენერგეტიკული პროექტების ასაშენებლად, განხორციელდება 1,5 მილიარდი აშშ დოლარის ინვესტიცია. ახალი პროექტების მშენებლობის კვალობაზე, გაჩნდება ასეულობით ახალი სამუშაო ადგილი. განსაკუთრებით აღსანიშნავია მცირე ჰესების მშენებლობის თანმდევი დემოგრაფიული განვითარების ეფექტი, რაც მდგომარეობს მთის სოფლებში საინჟინრო-ტექნიკური კადრების მუდმივად დასაქმებაში.
- თბოსდგურებზე გამომუშავებული იქნება მხოლოდ 2 558 მლნ. კვტ.სთ ელექტროენერჯია - დაახლოებით იმდენივე, რაც გამომუშავებული იყო 2012 წელს (2 477 მლნ. კვტ.სთ).
- ელექტრო ენერჯის წარმოების ბალანსში გაჩნდება ჭარბი - 1 372 მლნ. კვტ.სთ ელექტროენერჯია. მისი ექსპორტირებისათვის საჭირო არ იქნება ელექტროგადამცემი სისტემის გაძლიერების რაიმე სამუშაოები და ხარჯები (2010 წელს ექსპორტირებული იქნა უფრო მეტი - 1 524 მლნ. კვტ.სთ ენერჯია).
- პროგრამის რეალიზაციის შედეგად, ქვეყანაში მოხმარებული ელექტროენერჯის საერთო მოცულობაში, ადგილობრივი განახლებადი - ეკოლოგიურად სუფთა ენერგეტიკული რესურსების

წილი გაიზარდა 86,7 %-მდე, რაც თავისებური ხელშემწყობი ფაქტორია, საერთაშორისო ვალდებულებების შესრულების თვალსაზრისით.

3.3.2. საშუალოვადიანი ათწლიანი პროგრამის ძირითადი ასპექტები

პროგრამის მიზანია, ადგილობრივი განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების ათვისება ისეთი ტემპით, რომ 2029 წელს, ელექტროენერჯიაზე მოთხოვნა მთლიანად დაკმაყოფილდეს ადგილობრივი რესურსების ხარჯზე.

პროგრამის განსახორციელებლად საჭირო ენერგეტიკული რესურსებია საუკეთესო ტექნიკურ-ეკონომიკური მახასიათებლების მქონე „ჰიდრო და ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის ოპტიმალური მიქსი“. მისი გეგმაზომიერი ათვისების გზით, 2025-2029 წლებში გამომუშავებული იქნება დამატებით 12 მილიარდი კვტ.სთ ელექტროენერჯია.

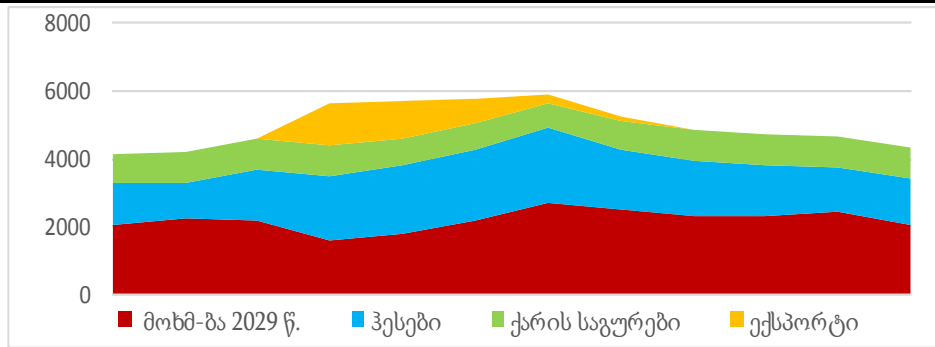
ცხრ. 44-ში წარმოდგენილია, 2025-2029 წლებსი ასათვისებელი ენერგეტიკული რესურსების და მოსალოდნელი ელექტრობალანსის სტრუქტურა მონაცემები.

პროგრამის განხორციელების შედეგად, 2029 წელს მიღწეული იქნება შემდეგი ტექნიკური და ეკონომიკური ხასიათის ეფექტები:

- ელექტროენერჯიის ბალანსიდან გამოირიცხება იმპორტირებული და იმპორტირებულ ბუნებრივ გაზზე გამომუშავებული ენერჯია - ქვეყნა მიაღწევს ენერგოდაამოუკიდებლობას.
- შემცირდება ქვეყნიდან ვალუტის გადინება (2018 წელს, იმპორტირებული 1,5 მილიარდი კვტ.სთ ელექტროენერჯიის საფასურის სახით ქვეყნიდან გავიდა 76 მლ. აშშ დოლარი). გაუნჯობესდა ქვეყნის „ექსპორტ-იმპორტის“ სალდო, რაც პოზიტიურად იმოქმედებს ეროვნული ვალუტის სიმყარეზე.

ცხრილი 44. 2029 წლის ელექტროენერჯის ბალანსის მოსალოდნელი სტრუქტურა, მლნ.კვტ.სთ

რესურსები	თვეები												სულ
	იანვ	თებ	მარტ	აპრ	მაის	ივნ	ივლ	აგვ	სექტ	ოქტ	ნოემ	დეკ	
2025-2029 წლებში ასაშენებელი ენერგეტიკული პოტენციალი													
მცირე ჰესები	95	71	102	150	155	150	155	155	155	148	135	107	1575
საშუალო ჰესები	216	183	289	346	357	346	357	357	353	357	303	266	3729
ქარის საგურები	578	590	603	591	534	485	472	539	572	588	583	586	6720
სულ	889	843	994	1086	1046	980	984	1050	1079	1093	1021	959	12024
2029 წელს მოსალოდნელი ელექტროენერჯის ბალანსი													
რესურსი სულ	2129	1964	2414	2831	2848	2872	2940	2616	2503	2406	2256	2284	30063
მოხმარება 2029 წ.	2024	2244	2176	1573	1755	2169	2706	2477	2328	2336	2408	2034	26229
ჰესები	1233	1050	1479	1912	2021	2121	2205	1780	1616	1495	1352	1375	19640
ქარის საგურები	896	914	935	919	827	751	734	836	887	912	904	908	10423
საექსპორტო				1258	1093	703	234	139					3426
სექტემბერ-მარტის თვეებში წყალსაცავების საშუალებით გადასანაწილებელი პოტენციალი													
გასანაწილებელი	-105	280	-238						-176	-70	151	-250	-408
განაწილებული	-55	-70	-38						-76	-70	-49	-50	-408



- ხუთი წლის განმავლობაში, 2 000 მვტ.-მდე ჯამური სიმძლავრის პროექტების განხორციელებაში ჩაიდება 2,5 მილიარდი აშშ დოლარის ინვესტიცია. ახალი პროექტების მშენებლობის კვალობაზე, გაჩნდება ასეულობით ახალი სამუშაო ადგილი. განსაკუთრებით აღსანიშნავია მცირე ჰესების მშენებლობის თანმდევი დემოგრაფიული განვითარების ეფექტი - მთის და საზღვრისპირა ზოლში მდებარე სოფლებში საინჟინრო-ტექნიკური კადრების მუდმივად დასაქმება.
- ელექტრო ენერჯის წარმოების ბალანსში გაჩნდება ჭარბი - 3,4 მლრდ. კვტ.სთ ელექტროენერჯია.

- პროგრამის რეალიზაციის შედეგად, ქვეყანაში მოხმარებული ელექტროენერგია წარმოებული იქნება მთლიანად, ადგილობრივი განახლებადი - ეკოლოგიურად სუფთა ენერგეტიკული რესურსების ხარჯზე. ეს კი, თავისებური ხელშემწყობი ფაქტორია, საერთაშორისო ვალდებულებების შესრულების თვალსაზრისით.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია, რომ მოკლე და საშუალო ვადიანი პროგრამებით გათვალისწინებული მცირე და საშუალო სიმძლავრის ჰესების მასიური მშენებლობა, პირდაპირ პასუხობს და სრულ შესაბამისობაშია ქვეყნის ეკონომიკური განვითარების ინკლუზიურ მოდელთან. ამიტომ, ქვეყნის ეკონომიკური განვითარების დასახული მიზნების მიღწევისათვის, მეტი ეფექტის მომტანია ქვეყნის მთელი მასშტაბით მცირე და საშუალო ჰესების მშენებლობა, ვიდრე ეკვივალენტური სიმძლავრის ერთი ობიექტის აშენება.

3.3.3. გრძელვადიანი პროგრამის ძირითადი ასპექტები

საქართველოს ენერგეტიკის განვითარების მიზანი გრძელვადიან მომავალში - 2050 წლამდე პერიოდში, უნდა იყოს ქვეყნის სრული ენერგო დამოუკიდებლობის მიღწევა. ამ მიზნის მისაღწევად საჭირო რესურსი, როგორც კვლევამ აჩვენა, საქართველოს საკმარისად აქვს განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების სახით. მთავარია, რომ ქვეყნის ენერგეტიკის დარგის განვითარება მოხდეს ცივილურ სამყაროში დამკვიდრებული ტენდენციების მსგავსად - თანამედროვე და მომავლის ტექნოლოგიების დანერგვის გზით. კენკრეტულად:

- განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების წილის განუზრელი ზრდა ქვეყნის საერთო ენერგეტიკულ ბალანსში.

- ეკონომიკის დარგების, თვით ენერგეტიკის ქვე-დარგების და სოციალური სფეროს „ელექტროფიკაცია“. ისეთი სამოქმედო გეგმის შემუშავება, რომელიც უზრუნველყოფს ენერგიაზე ქვეყანის მთლიანი მოთხოვნის დაკმაყოფილებას, მხოლოდ ადგილობრივი ქარის, წყლის და მზის ენერჯის ხარჯზე.
- მომავლის გრძელვადიან პრესპექტივაში, საქართველოს ენერგეტიკის განვითარების კონცეფცია დამყარებული უნდა იყოს ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის უპირატეს ათვისებაზე. ამას გვკარნახობს: მსოფლიო ენერგეტიკის პრაქტიკაში და პერსპექტიულ გეგმებში ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის დომინანტი პოზიცია, საქართველოში ქარის ენერგეტიკული პოტენციალის სიუხვე, მისი ათვისების ტექნოლოგიების განვითარების სწრაფი ტემპები და საქართველოში ამ ტექნოლოგიების დანერგვის საჭირო პირობების არსებობა, როგორცაა ქარის ენერჯის დაგროვება-შენახვისათვის საჭირო ხელოვნური და ბუნებრივი წყალსაცავები.
- მზის ენერჯია განხილული უნდა იქნეს, ძირითადად როგორც ბუნებრივი აირის ჩანანაჩვლების საშუალება ცხელი წყლით და სითბოთი მომარაგების სექტორში, ხოლო მცირე და საშუალო ჰესები, როგორც ქვეყნის ეკონომიკის ინკლუზიური ზრდის ინსტრუმენტები.
- გრძელვადიან პერიოდში, საქართველოს ენერგეტიკის დარგის განვითარების ერთ-ერთი ძირითადი მიმართულება უნდა იყოს წყალბადის ენერგეტიკა, როგორც განახლებადი ენერჯების დროსა და სივრცეში ოპტიმალური განაწილების საშუალება [63].

ამრიგად, მთლიანობაში, ჩატარებული კვლევით დადგინდა, რომ საქართველოს გააჩნია ენერგორესურსების საკმაოდ დიდი საკუთარი მარაგები. დღევანდელი მდგომარეობით, განახლებადი - ქარის, მზის და ჰიდრო ენერჯების ჯამური ენერგეტიკული პოტენციალის ელექტრული ეკვივალენტი 150 მლრდ. კვტ.სთ-ის რიგისაა (იხ. ცხრ. 34). ბოლო წლებში საქართველოში მოხმარებული მთლიანი ენერგეტიკული რესურსების

ჯამური სიდიდე შეადგენს 200 ათასამდე ტერა ჯოულს (იხ. ცხრ. 3), ანუ 55 მლრდ. კვტ.სთ-ს. აქედან გამომდინარე, საკუთარი რესურსების გეგმა-ზომიერი ათვისების და თანამედროვე ტექნოლოგიების დანერგვის გზით, შესაძლებელია საქართველოს ენერგოდამოუკიდებლობის მიღწევა.

დასკვნა

კვლევების შედეგებზე დაყრდნობით, შეიძლება გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები და რეკომენდაციები:

1. საქართველოში მთლიანად მოხმარებული ენერგომატარებლების 74% მოდის არაგანახლებად რესურსებზე.
2. ქვეყნის საერთო ენერგეტიკულ ბალანსში იმპორტის წილი 2013-2017 წლებში, 68,3%-დან გაიზარდა 80.7%-მდე. განსაკუთრებით სწრაფი ტემპით იზრდება იმპორტის წილი ელექტროენერჯის ბალანსში და მას მზარდი ხასიათი აქვს, რაც თავის მხრივ ზრდის ქვეყნის ენერგოსაფრთხოების რისკს.
3. ელექტროენერჯის წარმოების ზრდა, მნიშვნელოვნად ჩამორჩება მოხმარების ზრდას. ადგილობრივი ენერგორესურსების ათვისება და ახალი ელექტრო სადგურების მშენებლობა მიმდინარეობს სათანადო კვლევების და მეცნიერულად დამუშავებული პროგრამების გარეშე. ამის გამო, ახალი ელექტროსადგურები ნაკლებად ეფექტურია ენერგოსისტემის ენერგოეფექტურობის და იმპორტის ჩანაცვლების თვალსაზრისით.
4. ენერგეტიკის დარგის მართვის სახელმწიფო სტრუქტურაში არ არსებობს გენერაციის სექტორის განვითარების მაკოორდინირებელი რგოლი, რაც ნეგატიურად აისახება როგორც კონკრეტული პროექტების ეფექტიანობასა და მშენებლობის ხარისხზე, ისე მთლიანად დარგის არსებულ მდგომარეობასა და პერსპექტივებზე.
5. საქართველოს გააჩნია განახლებადი ენერგეტიკული რესურსების სოლიდური პოტენციალი, რომლის ოპტიმალური ათვისების გზით, შესაძლებელია სრული ენერგოდამოუკიდებლობის მიღწევა.
6. განახლებადი ენერჯის (ჰიდრო, ქარის და მზის) ბუნებრივი მოდინების და ელექტროენერჯის მოხმარების რეჟიმები, მკაცრად გამოხატული სეზონურობით ხასიათდებიან. ამასთან, ქარის ენერჯის

მოდინების ინტენსიობა ტერიტორიის უმეტეს ნაწილზე (დასავლეთ და სამხრეთ საქართველო) - ემთხვევა ელექტროენერჯის ინტენსიური მოხმარების სეზონს. შესაბამისად, ქარის ენერჯია ოპტიმალურად აბალანსებს ჰიდრო და ჰელიო ენერჯეტიკული რესურსების სეზონურ დეფიციტს.

7. ენერჯოსისტემის რაციონალური განვითარების უზრუნველყოფის მიზნით, ახალი ელექტროსადგურების პროექტების დამუშავებისას, ენერჯეტიკული პოტენციალის შერჩევა უნდა მოხდეს, მოდინების სეზონურობის, ელექტროენერჯის მოხმარების სეზონურობასთან შესამაბისობის ნიშნით.
8. ავტორის მიერ შემოღებული - $A_{მს}$, $A_{ჰს}$, $A_{ქს}$, და $A_{მსს}$ - „**სეზონურობის მახასიათებელი კოეფიციენტების**“ გათვალისწინება, უზრუნველყოფს ელექტროსადგურის ენერჯეტიკულ, ეკონომიკურ და ეკოლოგიურ - „ე-ე-ე“-ს ოპტიმალურ პარამეტრებს. ენერჯოსისტემაში მოსალოდნელი „სიმძლავრის სეზონური სიჭარბის“ და მასთან დაკავშირებული ხარჯების უსარგებლო ზრდის თავიდან ასაცილებლად, საჭირო და აუცილებელია არსებული პროექტების პარამეტრების კორექტირება „ე-ე-ე“-ს პრინციპით.
9. მოკლე და საშუალო ვადიან პერსპექტივაში, პრიორიტეტულ რესურსს წარმოადგენს ჰიდრო და ქარის ენერჯეტიკული პოტენციალი. მისი ოპტიმალური ათვისებისათვის, საჭირო და აუცილებელია ენერჯო-რესურსების ათვისების კონკრეტული პროგრამების დამუშავება.
10. **მოკლევადიანი** - ხუთწლიანი პროგრამის რეალიზაციის შედეგად შესაძლებელია, რომ მცირე ჰიდრო და ქარის ენერჯეტიკული პოტენციალის ათვისების გზით, ელექტროენერჯიაზე მოთხოვნა მთლიანად დაკმაყოფილდეს ადგილობრივი წარმოების ხარჯზე (საჭირო აღარ იქნება ელექტრო-ენერჯის იმპორტი).
საშუალოვადიანი - ათწლიანი პროგრამის რეალიზაციის შედეგად, ჰიდრო და ქარის ენერჯეტიკული პოტენციალის ათვისების გზით,

შესაძლებელია, რომ ელექტროენერგიაზე მოთხოვნა მთლიანად დაკმაყოფილდეს ადგილობრივი რესურსების ხარჯზე (ბალანსიდან გამოირიცხება როგორც იმპორტირებული, ისე იმპორტირებულ გაზზე გამომუშავებული ელექტროენერგია).

11. ენერგეტიკის დარგის მართვის სახელმწიფო სტრუქტურაში სჭირია, გენერაციის სექტორის განვითარებაზე პასუხისმგებელი რგოლის შექმნა. მას უნდა დაეკისროს ენერგეტიკული რესურსების კვლევის, ახალი ელექტროსადგურების ეფექტიანი პროექტების მომზადების, მშენებლობის და ექსპლუატაციის ხარისხიანი განხორციელების კორდინაცია.
12. გენერაციის სექტორის განვითარებაზე პასუხისმგებელმა რგოლმა უნდა განახორციელოს ისეთი საკანონმდებლო ცვლილებების ინიცირება, რაც დააჩქარებს ელექტროსადგურების მშენებლობას და ხელს შეუწყობს ინვეტიციების მოზიდვას.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. საქართველოს კონსტიტუცია. საქართველოს სახელმწიფოს მეთაური ედუარდ შევარდნაძე. თბილისი, 1995 წ.
2. 100% Clean and Renewable Wind, Water, and Sunlight All-Sector Energy Roadmaps for 139 Countries of the World. ვებ-გვერდი: <https://doi.org/10.1016/j.joule.2017.07.005> (გამოყენების თარიღი: 1 აგვისტო, 2018).
3. Lee Miller and David Keith. 10/4/2018. “ვებ-გვერდი: [Climatic Impacts of Wind Power](#).” (გამოყენების თარიღი: 10 აგვისტო, 2017).
4. Дзидзигური А. Бетанели К. Энергетические ресурсы грузии и проблемы их рационального использования. Академия Наук Грузии, „Мецნიერება“, 1992, 200 с.
5. პრეზიდენტის ბრძანებულება „საქართველოში ენერგეტიკის არატრადიციული წყაროების გამოყენების განვითარების შესახებ“, №120, 1998 წლის 3 მარტი, ქ. თბილისი.
6. სამთავრობო პროგრამა. „ძლიერი, დემოკრატიული, ერთიანი საქართველოსათვის“. 2013 წლის 20 ნოემბერი.
7. ენერგეტიკული პოტენციალი. საქართველოს ენერგეტიკის სამინისტრო. ვებ-გვერდი: http://www.energy.gov.ge/investor.php?id_pages=17&lang=geo (გამოყენების თარიღი: 1 აგვისტო, 2017)
8. საქართველოს ენერგეტიკის დარგში სახელმწიფო პოლიტიკის ძირითადი მიმართულებების თაობაზე. საქართველოს პარლამენტის თავმჯდომარე დავით უსუფაშვილი. ქუთაისი, 24 ივნისი 2015 წ.
9. საქართველოს ენერგეტიკული სტრატეგია 2016-2025. საქართველოს ენერგეტიკის სამინისტრო. ვებ-გვერდი: <http://www.energy.gov.ge/show%20news%20mediacenter.php?id=600> (გამოყენების თარიღი: 1 აგვისტო, 2017)
10. საქართველოს მთავრობა. „4 პუნქტიანი გეგმა ქვეყნის სწრაფი განვითარებისთვის“. ვებ-გვერდი: http://www.economy.ge/uploads/files/2017/news/prezentacia20_12_2017.pdf (გამოყენების თარიღი: 1 აგვისტო, 2017)
11. ს.ს. სახელმწიფო ელექტროსისტემა. საქართველოს გადამცემი ქსელის განვითარების ათწლიანი გეგმა 2018-2028.

12. უკლება ე. „საქართველოს ელექტროენერგეტიკის განვითარებისადმი სისტემური მიდგომა“. დისერტაცია, ქუთაისი, 2014 წ.
13. კერესელიძე თ. „ჰესები ბუნებრივ ჩამონადენზე და მათი როლი საქართველოს ელექტროენერგეტიკულ ბალანსში“. დისერტაცია, თბილისი, 2016 წ.
14. ჭანტურიძე ბ. „საქართველოს ელექტრობალანსი: ტენდენციები და პერსპექტივები“. დისერტაცია, თბილისი 2015 წ.
15. E.ON: стабилизация сети с помощью ветряных электростанций. ვებ-გვერდი: [HTTPS://ELEKTROVESTI.NET/52503 V-GERMANII-VETROPARKI-BUDUT-ISPOLZOVATSYA-DLYA-BALANSIROVANIYA-ELEKTROSETI](https://elektrovesti.net/52503-V-GERMANII-VETROPARKI-BUDUT-ISPOLZOVATSYA-DLYA-BALANSIROVANIYA-ELEKTROSETI) (გამოყენების თარიღი: 1 აგვისტო, 2018).
16. Чирков Ю. Карусель энергетики. Издательство: "Академический проект", 2016 г, 285 с.
17. Куашнинг. Ф. Системы возобновляемых источников энергии. Издательство: "Фолиант", 2013 г, 320 с.
18. Радченко Р. Водород в энергетике. Екатеринбург : Изд-во "Урал. ун-та", 2014, 229 с.
- 19-23. სტატისტიკის ეროვნული სამსახური. საქართველოს ენერგეტიკული ბალანსი 2013-2017 წლები.
- 24-32. ელექტროენერჯის ბაზრის კომერციული ოპერატორი. ელექტრო ენერჯის 2009-2018 წლების ფაქტიური ბალანსები.
33. Приказ Минэнерго России от 01.03.2017 №143. Об утверждении схемы и программы развития Единой энергетической системы России на 2017-2023 годы.
34. Приказ Минэнерго России от 28.02.2018 №121. Об утверждении схемы и программы развития Единой энергетической системы России на 2018-2024 годы.
35. სტატისტიკის ეროვნული სამსახური. საქართველოს ექსპორტ-იმპორტი 2010-2018 წლები.
- 36-37. ს.ს. სახელმწიფო ელექტროსისტემა. საქართველოს გადამცემი ქსელის განვითარების ათწლიანი გეგმა 2017-202; 2018-2028 წლები.

38. საქართველოს ელექტრო ენერგეტიკული სექტორის რესტრუქტურისაციის შესახებ, საქართველოს პრეზიდენტის ბრძანებულება №437, 4 ივლისი, 1996 წ.
39. Сванидзе Г., Сухишвили Э. В. Возобновляемые энергоресурсы Грузии. Гидрометиздат, 1987 г, 238 с.
40. სვანიძე გ. ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალი საქართველოში. „ენერჯია“, 1999, №2, გვ. 12-17.
41. სოლომონია ო. დადიანი მ. ცაბაძე ნ. საქართველოს მდინარეების მცირე ჰიდროენერგეტიკული ტექნიკური პოტენციალის კადასტრი. საქართველოს ენერგეტიკისა და ენერგეტიკულ ნაგებობათა სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი. თბილისი, 2006 წ.
42. Small hydro power plants in Europe. ვებ-გვერდი: https://www.provincia.cremona.it/ambiente/all/SMART_HANDBOOK_draftontheweb-v2.pdf (გამოყენების თარიღი: 1 აგვისტო, 2018).
43. სემეკი. ვებ-გვერდი: <http://gnerc.org/ge/electro-structure/mtsire-eleqtrosadgurebi> (გამოყენების თარიღი: 1 აგვისტო, 2018).
44. ელექტროენერჯის 2019 წლის საპროგნოზო ბალანსი. საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების მინისტრის ბრძანება №1-1/547. 5 დეკემბერი, 2018 წ. ვებ-გვერდი: https://esco.ge/files/data/Legislation/Energy_balance_geo.pdf (გამოყენების თარიღი: 1 აგვისტო, 2018).
45. Управление метеорологической службы Грузинской ССР. Метеорологически ежегодник 1951г. Ленинград: ”Метиздат”, 1958.
46. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ГОРОДОВ ПО ВСЕМУ МИРУ. ვებ-გვერდი: <https://ru.climate-data.org/> (გამოყენების თარიღი: 1 აგვისტო, 2018).
47. Renewables 2018 global status report upsc. ვებ-გვერდი: <http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/> (გამოყენების თარიღი: 1 აგვისტო, 2018).
48. Preliminary design and optimization of a 20MW reference wind turbine. ვებ-გვერდი: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1037/4/042003/meta> (გამოყენების თარიღი: 1 აგვისტო, 2018).
49. Бушуева В.В. Мировая энергетика – 2 050. М.: ”Энергия”, 2011, 360с.

50. Country Nuclear Power Profiles. ვებ-გვერდი <https://cnpp.iaea.org/country-profiles/Germany/Germany.htm> (გამოყენების თარიღი: 1 აგვისტო, 2018).
51. Сухишвили Э. Режим ветра на колхидской низменности. Труды ЗакНИГМИ, вып.5, Ленинград: "Гидрометиздат", 1959 г.
52. Климат и климатологические ресурсы Грузии. Труды ЗакНИГМИ, вып.44, Ленинград: "Гидрометиздат", 1959 г.
53. Альтернативная энергетика. Расчет ветрогенератора. ვებ-გვერდი: <https://alternativenergy.ru/vetroenergetika/81-raschet-vetrogeneratora.html> (გამოყენების თარიღი: 1 აგვისტო, 2018).
54. Georgia Wind, Site assessment "the top eight". Report # R-2012-018 Project # 5ZH57290.11 Pöyry Manajement Consulting A post BOX 9086 Gronald, №-0133 Oslo Norway.
55. გელოვანი მ., ერისთავი ვ. საქართველოს ქარის ენერგეტიკული ატლასი. სამეცნიერო ცენტრი „ქარენერგო“. თბილისი 2004 წ, 285 გვ.
56. ბახტურიძე ს., ლაოშვილი დ. საქართველოს ქარის ენერგო-პოტენციალი და მისი რაციონალური გამოყენების პირობები. „ენერგია“, 2017, №3(83), გვ. 28-35.
57. ბახტურიძე ს. საქართველოში ქარის ელექტროსადგურების ეფექტიანობის შესახებ. „საქართველოს საინჟინრო სიახლენი“-GEN, 2018, № 3/87, გვ. 47-51.
58. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ доклада REN21 Глобальном состоянии возобновляемой энергетике 2018. ვებ-გვერდი: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2018/09/GSR_2018_Highlights_Russian_FINAL-11.pdf (გამოყენების თარიღი: 1 აგვისტო, 2018).
59. საქართველოს მთავრობის ადმინისტრაცია. პოლიტიკის დაგეგმვის სისტემის რეფორმის სტრატეგია. 2015 წ. ვებ-გვერდი: http://gov.ge/files/42549310540377_PolicyPlanningSystemReformStrategyandActionPlan.pdf (გამოყენების თარიღი: 1 აგვისტო, 2018).
60. მუხიგულაშვილი გ. „ელექტროენერგიაზე მოთხოვნის პროგნოზირება: მეთოდები და შედეგები“. თბილისი, 2014 წ.
61. ჭანტურიძე ბ. „საქართველოს ელექტრობალანსი: ტენდენციები და პერსპექტივები“. დისერტაცია, თბილისი 2015 წ.

62. "BP Statistical Reiew of World Energy. Workbook 1965-2017".

63. Родченко Р., Мокрушин А. Водород в энергетике. Екатеринбург:
"Издательство Уральского университета", 2014 г, 229 с.