შენიშვნები და მოსაზრებები საქართველოს ენერგეტიკის განვითარებასთან დაკავშირებით

ამირან აფციაური, თეიმურაზ ადეიშვილი
საქართველოს ეკოლოგიის მეცნიერებათა აკადემია
ქუთაისის ტექნოლოგიური აკადემია

აბსტრაქტი: *სტატიაში მოცემულია კრიტიკული შენიშვნები და რეკომენდაციები საქართველოს ენერგეტიკის განვითარების გეგმასთან დაკავშირებით. ნაჩვენებია რომ, საქართველო ჩამორჩება ამ სფეროში არსებულ თანამედროვე ტენდენციებს, ხოლო არსებული ვითარება, რომელიც არ ემსახურება მოსახლეობის ინტერესებს, შეიცავს პოტენციურ საფრთხეებს. მოცემულია დარგის შემდგომი განვითარებისათვის კონკრეტული რეკომენდაციები.*

1. შესავალი

როგორც ენერგეტიკის და ფიზიკის დარგში საკმაო გამოცდილების მქონე მეცნიერები, თავს უფლებას ვაძლევთ განვაცხადოთ რომ, ეკონომიკის სამინისტროს ექსპერტების გარკვეული ნაწილის მიერ რამდენიმე თვის წინ ტელევიზიით გაცხადებული გეგმა ახალი (მ.შ. დიდი) ჰესების პრიორიტეტული მშენებლობის გზით ენერგეტიკული სიმძლავრეების მკვეთრი ამაღლებისა, არის ერთ-ერთი ნათელი, სავალალო შედეგი სამეცნიერო ტექნიკური კადრების აღზრდისადმი ორი ათეული წლის წინ დამკვიდრებული უპასუხისმგებლო დამოკიდებულებისა. ამავდროულად, როგორც უკვე დადასტურდა სამართალდამცავი ორგანოების მიერ, ენერგეტიკის დღევანდელი მდგომარეობა, მნიშვნელოვნადაა განპირობებული იმით რომ, მასში საგრძნობლად ჭარბობს კერძო, ზოგჯერ კრიმინალური ინტერესები. შესაბამისად, თუკი ჩვენი საზოგადოება არ დარწმუნდება რომ, ეს არაპოპულარული ზომები ეფუძნება გამოუვალ გარემოებებს, მოსახლეობაში შეიძლება სერიოზული უკმაყოფილება გაჩნდეს.

ენერგეტიკის თანამედროვე ტენდენციებისა და ტექნოლოგიების ყურადღებით გადახედვით, ადვილად შეიძლება დავრწმუნდეთ რომ, ჩვენი ენერგეტიკა, ბოლო პერიოდამდე, აგრძელებდა ძირითადად გასული საუკუნის ტექნოლოგიებზე დაფუძნებულ კურსს და მხოლოდ ნაწილობრივ, გაუბედავად ითვალისწინებდა განახლებადი ენერგეტიკის თანამედროვე, სწრაფად განვითარებად შესაძლებლობებს. იყენებენ რა საფუძვლად საქართველოს უხვ, მაგრამ, ჩვენდა სამწუხაროდ, მილევად ჰიდრორესურსებს, ჩვენი ენერგეტიკის 2030 წლამდე განვითარების კონცეფციის ზოგიერთი ავტორი გვთავაზობენ გეგმას, რომლითაც საქართველო მნიშვნელოვნად ჩამორჩება ამ სფეროში მსოფლიოში გაბატონებულ ტენდენციებს და ჩვენი ღრმა რწმენით, ის შეიცავს სერიოზულ შეცდომებს. აღნიშნულის გამო, უმძიმეს გეოპოლიტიკურ ვითარებაში, წარუმატებლობებზე ჩასაფრებული რადიკალური ოპოზიციისათვის, ის შეიძლება გახდეს ვითარების ხელოვნურად დაძაბვის ნოყიერი საფუძველი.

შესაბამისად, ამ ნაშრომში მოცემულია ენერგეტიკის განვითარების თანამედროვე ტენდენციების მოკლე, მაგრამ თვალსაჩინო ანალიზი და შემოთავაზებულია, დეტალური განხილვისათვის, კრიზისული ვითარებიდან გამოსვლის მიზნით შემუშავებული ზოგადი

რეკომენდაციები.

ამ ნაშრომის ავტორებს ენერგეტიკაში არასოდეს რაიმე ბიზნეს ინტერესი არ ჰქონიათ. შესაბამისად, როგორც თეორიული სფეროს სპეციალისტები, სრულიადაც არ გამოვრიცხავთ რომ, ჩვენი პრაქტიკული მოსაზრებებიდან რაღაც დასაზუსტებელი იყოს, მაგრამ, კატეგორიული ვიქნებით იმაში რომ, დღეს, როდესაც ქვეყნის მომავალი დანის პირზე გადის, არ შეიძლება ერთმანეთის აზრის არ მოსმენა. არ შეიძლება ენერგეტიკა, როგორც პური ეკონომიკისა, ანუ საფუძველი ერის ფიზიკური არსებობისა, კვლავ იმ პირთა იმედად დავტოვოთ, ვინც ამ სფეროში სუბიექტური ინტერესების გამო, ამ მდგომარეობამდე მიგვიყვანა და ქვეყანას 450 მილიონი დოლარის ვალი დააკისრა.

დღეს ჩვენი ქვეყანა აცხადებს რომ უნდა გახდეს **ენერგიის რეგიონალური ჰაბი.** ეს კი იმას ნიშნავს რომ უნდა გავხდეთ სატრანზიტო კვანძი და შეგვიძლია ვივაჭროთ ენერგიით. ასეთ პირობებში, არ უნდა დაგვავიწყდეს რომ, ნებისმიერი პროდუქტით ვაჭრობა ნიშნავს შესაბამისი სასაწყობე მეურნეობის არსებობას. ე.ი. თუ ვივაჭრებთ დენით, უნდა გვქონდეს ელექტროენერგიის შენახვის შესაბამისი სისტემა. შესაბამისად, ბუნებრივად ისმება კითხვა, **იანგარიშა ვინმემ რა ტევადობის სააკუმულაციო სისტემა სჭირდება რეგიონის ენერგეტიკულ ჰაბს და რა შესაძლებლობები გააჩნია საქართველოს?.** მაგალითისათვის, 700 მეგავატი სიმძლავრის ხუდონის ელსადგურს, რომლის მუშაობის საპროექტო წლიური ხანგრძლივობა 2140 საათია, 5 კვადრატული კილომეტრის ფართობის წყალსაცავით, 200 მეტრის სიმაღლეზე, 100 მილიონი კუბური მეტრი წყლით, შეუძლია დააგროვოს $2*10^{11}$ კილოჯოული, (ან $5.56*10^{7}$ კილოვატსათი) ენერგია. შესაბამისად, გაზაფხულ-ზაფხულის წყალუხვობის დროს დაგროვილი ამ ენერგიით, ელსადგურს შეეძლება შემოდგომა--ზამთრის პერიოდში დაახლოებით 50 საათის განმავლობაში დამატებითი ენერგიის მოცემა. შესაბამისად, ენერგიის სეზონური აკუმულირების თვალსაზრისით, ამ ტევადობას საგრძნობი ეფექტი პრაქტიკულად არ გააჩნია და **მცდარია იმის მტკიცება რომ, ხუდონს შეუძლია გადაწყვიტოს ენერგიის სეზონური უთანაბრობის პრობლემა.** სხვა საკითხია რომ, ასეთი დაგროვილი ენერგიით, ელსადგურმა შესაძლოა დაახლოებით ერთი თვის განმავლობაში, შეამსუბუქოს დღეღამური პიკური დატვირთვები. შესაბამისად, ასეთ ელსადგურს ენერგოქსელის არა სეზონური, არამედ დღეღამური უთანაბრობის შემსუბუქება შეუძლია. მაგრამ, ასეთ შემთხვევაში, უნდა დავსვათ შეკითხვა, **რატომ უნდა დავფაროთ წყლით უზარმაზარი ფართობები, შესაბამისი ნეგატიური შედეგებით, ქსელის დღეღამური სტაბილურობის მისაღწევად, თუკი, ასეთი მიზნებისათვის უკვე შექმნილია ენერგიის აკუმულაციის უფრო იაფი და უსაფრთხო, თანამედროვე ტექნოლოგიები? .**

ამ საკითხის გადაწყვეტისას არც ის უნდა დაგვავიწყდეს რომ, პრობლემის ოპტიმალური გადაწყვეტა ნიშნავს არა შედეგებთან ბრძოლას, არამედ მიზეზების აღმოფხვრას.

დღეღამური პიკების წარმოშობის ერთერთი ძირითადი მიზეზი არის დილის და საღამოს საათებში მოსახლეობაში გაზრდილი მოხმარება. კერძო სექტორს კი გამომუშავებული ენერგიის 23% მიაქვს. წარმოვიდგინოთ რომ, ყველა ოჯახი, საკუთარი მცირე ელსადგურით, დღის საათებში აგროვებს ენერგიას, პიკის საათებში კი მოიხმარს მას. შესაბამისად, ქსელზე პიკური დატვირთვაც მოხსნილი იქნება. ამ გზას მზისა და ქარის საოჯახო თუ მცირე სადგურების ინტენსიურ გავრცელებამდე მივყავართ, რასაც თანამედროვე

მსოფლიო უკვე კარგა ხანია ანვითარებს, ჩვენში კი ამ ენერგეტიკის წილი 1 % -ის ფარგლებშია.

ცხადია, თუკი აღნიშნული განსხვავებული ვითარების მიზეზები ვერ გაიგო ინჟინერმა და მეცნიერმა, მითუფრო ვერ გაიგებს მას მოსახლეობის დანარჩენი მაწილი. ჩვენი კრიტიკული შენიშვნებიც საერთო აზრამდე მისვლის მიზნით დაიწერა.

მისასალმებელია რომ, უკანაკნელ პერიოდში გაკეთებული განცხადებების მიხედვით, იგეგმება გაშვებული იქნას 1700 მეგავატი მზის, 1300 მეგავატი ქარის და 1000 მეგავატი ჰიდროელსადგური, რაც ახლოსაა იმასთან, რასაც ჩვენ ადრე ვაყენებდით.

ამასთან ერთად, იმისათვის რომ ეს ჩამორჩენა აღმოვფხვრათ და ენერგეტიკის განვითარების გეგმა სწრაფად განხორციელდეს, ალბათ საჭიროა: ა. ენერგეტიკის მონოპოლისტების მადის ჩარჩოებში მოქცევა, დიდი ჰიდროელსადგურების მშენებლობაზე უარის თქმა და მცირე და საშუალო ჰესებზე მაქსიმალური სიფრთხილით ორიენტირება. ბ. ენერგეტიკაში დიდი პროექტების განხორციელება ძირითადად ჩვენივე ქვეყნის რესურსებით გ. მზისა და ქარის მცირე ელექტროგენერატორების შესაძენად მოსახლეობაზე შეღავათიანი კრედიტების გაცემის პროგრამის ჩამოყალიბება და პრაქტიკული განხორციელება.

2. განახლებადი ენერგეტიკის განვითარების ტენდენციების მოკლე ანალიზი

ინტერნეტში გავრცელებული მონაცემების საფუძველზე შეიძლება დაბეჯითებით ითქვას რომ, თანამედროვე მსოფლიო არ ავითარებს ჰიდროენერგეტიკას. ისეთი ქვეყნებიც კი, რომლებიც დიდი ოდენობის ჰიდრორესურსებს ფლობენ, ცდილობენ შეძლებისდაგვარად განავითარონ მცირე ჰესები და მოახდინონ არსებული დიდი ჰიდროელსადგურების მოდერნიზაცია. ევროპაში დიდი ჰესების უმრავლესობა აშენებულია გასულ საუკუნეში და იმის გამო რომ, მაშინ ენერგიის აკუმულაციის სხვა ტექნოლოგიები განვითარებული არ იყო, ჰესების მშენებლობის პროცესში გათვალისწინებული იყო ისეთი დიდი ჰიდროსააკუმულაციო შესაძლებლობების შექმნა, რაც პარალელურად უზრუნველყოფდა მზისა და ქარის ენერგეტიკის ინტენსიურ განვითარებასაც. შესაბამისად, დღეს, ევროპის ქვეყნების საერთო ენერგეტიკულ ბალანსში მზისა და ქარის წილმა 30 პროცენტს გადააჭარბა. ესპანეთში ის 50 %-ს, გერმანიაში კი 42 %-ს შეადგენს. ამასთან ერთად, ისეთ ქვეყნებში, რომლებსაც სურთ სწრაფად განავითარონ ენერგეტიკა და დაეწიონ ევროპას, აქცენტი კეთდება მზისა და ქარის ენერგეტიკაზე. შესაბამისად, ასეთი ენერგეტიკის სიმძლავრეების მიხედვით, ჩინეთი და ინდოეთი მოწინავენი არიან. აღნიშნული მიზნით, ქვეყნები ინტენსიურად ავითარებენ სადგურებს ქსელის სტაბილურობისათვის და ენერგიის დღეღამური აკუმულირებისათვის. მაგალითად, ჩინეთში, ხეიბეის პროვინციაში, 2,6 მილიარდ დოლარად, აშენდა 3.6 გიგავატი სიმძლავრის ჰიდროსააკუმულაციო სადგური, რაც იმას ნიშნავს რომ, **1 კვტ*სთ სააკუმულაციო ტევადობა დაახლოებით 180 დოლარი დაჯდა.**

აღსანიშნავია რომ, საქართველოში, ჯავახეთის ტბათა უნიკალური სისტემა იძლევა საშუალებას, ტბათა შეწყვილების გზით, შევქმნათ ჰიდროსააკუმულაციო სადგურები. **ამ თვალსაზრისით საინტერესოა ფარავნის და წალკის ტბები,** რომელთა სარკის ზედაპირის ფართობი თანაბარია და 35 კვადრატულ კილომეტრს შეადგენს. ამასთან ერთად აღსანიშნავია დონეთა საკმაოდ დიდი სხვაობა (580 მეტრი), რაც საშუალებას იძლევა, ხელოვნური საგუბარების გარეშე, შეიქმნას მძლავრი ჰიდროსააკუმულაციო სადგური. წლების წინ

ჩვენ რამდენჯერმე ოფიციალურად დავაყენეთ ეს საკითხი, იყო ინვესტორიც, თუმცა **შედეგს ვერ მივაღწიეთ.**

უნდა აღინიშნოს რომ, ჰიდროსააკუმულაციო სადგურების მშენებლობის განვითარება შეზღუდულია არამარტო დედამიწაზე ასეთი სადგურებისათვის აუცილებელი ბუნებრივ-გეოგრაფიული პირობების სიმცირით, არამედ იმითაც რომ, ენერგიის აკუმულაციის სხვა ტექნოლოგიები უკვე მნიშვნელოვნად დაწინაურდნენ თავისი სიიაფით და სიმარტივით. კერძოდ, არსებული მონაცემებით, 1 კვტ*სთ სააკუმულაციო ტევადობა BESS სისტემების (Battery Energy Storage systems) **45-75 დოლარი ჯდება,** რაც თითქმის სამჯერ ნაკლებია ზემოთ აღნიშნულ ჩინურ მონაცემზე. მაგალითად, დაინტერესების შემთხვევაში, ინტერნეტში შეგვიძლია ვნახოთ რომ, 300 ათას ლარად იყიდება 2 მვტ*სთ ტევადობის კონტეინერული ტიპის სააკუმულაციო სადგური. შესაბამისად, ის, რაც მომგებიანი იყო წლების წინ, ვეღარ იქნება მომგებიანი ამჟამად. **ჩვენ დავკარგეთ დრო და ალბათ უკვე გაჭირდება მოძებნა ისეთი ინვესტორისა, რომელიც საქართველოში ამ გრანდიოზულ პროექტზე ფულს დახარჯავს**

ამასთან ერთად, შეგვიძლია ვნახოთ რომ, მოწინავე ქვეყნებში ექსპლუატაციაში გაშვებულია BESS სისტემების გამოყენებით შექმნილი მძლავრი სააკუმულაციო სადგურები. კერძოდ:

კალიფორნიაში **Vistra Moss Landing Energy Storage Facility:** 400 მვტ/1600 მვტ*სთ. ფლორიდაში **Manatee Energy Storage Center :** 409 მვტ/900 მვტ*სთ, .საუდის არაბეთში **Saudi Arabia Bisha Project :** 500 მვტ/2000 მვტ*სთ. ავსტრალიაში, **Victorian Big Battery :** 300 მვტ/450 მვტ*სთ. და ა.შ. 2024 წლის მონაცემებით, ჩინური ელსადგური მზის ბატარეების პარკით **Yeshuidian Kashi Bachuxian** ირიცხებოდა მსოფლიოში უდიდეს სააკუმულაციო სადგურად.

არსებული მონაცემებით, BESS -ის ბაზრის მოცულობა ამჟამად 11.5 მილიარდ დოლარს შეადგენს, ყოველწლიურად 26.6 %-ით იზრდება და 2035 წლისათვის 96 მილიარდ დოლარამდე მიაღწევს.

ამგვარად, აღნიშნული მიმართულებით, მსოფლიოს უძლიერესი ქვეყნები მუშაობენ და ენერგიის აკუმულაციის ეს მიმართულება უსათუოდ პრიორიტეტული გახდება, თუნდაც იმის გამო რომ, ქვეყნების უმეტესობაში ჰიდროაკუმელაციის რესურსები უბრალოდ შეზღუდულია.

3. **ინტერნეტში გავრცელებული ინფორმაციები თანამედროვე ენერგეტიკის შესახებ**

ქვემოთ უცვლელად მოგვყავს ნაშრომის ბოლოში მითითებული ვებგვერდებიდან ამოღებული ტექსტები, რომლებშიც მოყვანილია საინტერესო მონაცემები თანამდროვე ენერგეტიკის მდგომარეობის და განვითარების ძირითადი ტენდენციების თაობაზე მსოფლიოში, ევროპაში და ჰიდრორესურსებით მდიდარ ევროპის ქვეყნებში. მოცემულია ძირითადი მონაცემები ასევე ჩვენი მეზობლების, სომხეთის და აზერბაიჯანის შესახებაც:

3.1. ინტერნეტში გავრცელებული ინფორმაციები ჰიდროენერგეტიკის მდგომარეობის და განვითარების შესახებ

** Гидроэнергетика обеспечивает около **13,2%** электроэнергии в ЕС (на начало 2025 года),

Влияние кризиса: В последние годы из-за снижения уровня воды в водохранилищах доля

гидроэнергетики варьировалась, что способствовало увеличению использования других источников.

** **ГЭС под ударом: как изменение климата угрожает мировой гидроэнергетике** - Международная группа ученых провела комплексный анализ влияния изменения климата на гидроэнергетику, результаты которого указывают на растущую уязвимость одного из ключевых секторов мировой энергетики. Опубликованное в журнале Renewable and Sustainable Energy Reviews исследование, обобщающее данные десятков научных работ со всего мира, показывает, что гидроэлектростанции (ГЭС), долгое время считавшиеся стабильным источником энергии, сталкиваются с серьезными вызовами из-за глобального потепления.

** В развитых странах Европы (например, Германия) акцент делается не на строительство новых крупных плотин, а на модернизацию существующих станций, а также на развитие малых ГЭС.

3.2. ინფორმაციები მზისა და ქარის ენერგეტიკის მდგომარეობის და განვითარების შესახებ

** В 2025 году доля солнечной и ветровой энергии в электроснабжении ЕС достигла рекордных 30,1%, впервые превысив долю ископаемого топлива (29%). Ветровая энергетика обеспечила около 19% генерации, а солнечная — 13%. 14 из 27 стран ЕС вырабатывают больше энергии из ветра и солнца, чем из газа и угля

**** Доля ВИЭ в выработке электроэнергии в ЕС достигнет 60% к 2030 году**.**

** ЕС планирует достичь 600 ГВт солнечной мощности к 2030 году, активно развивая фотоэлектрические системы. Германия, например, стремится к 215 ГВт солнечной мощности к 2030 году.

** Solar energy development in Georgia is accelerating to diversify its hydro-dependent energy mix, with over 5.5 GW of projects proposed against a 500 MW grid cap through 2028. The country boasts high potential (250–280 sunny days), with the first utility-scale solar plants (10 MW) connecting in 2025, aiming to reduce energy imports and increase resilience. * **Capacity & Potential:** While Georgia has a maximum theoretical solar potential of 87 GW, practical development is aimed at filling the gap in renewable generation.

** Solar power in Switzerland is experiencing rapid growth, with over 7.79 GW of installed capacity generating roughly 7.5% of the nation’s electricity in 2024. Driven by government subsidies, mandatory rooftop solar, and high electricity prices, the sector is expanding rapidly, with plans to cover 50% of annual electricity consumption by 2050.

** Solar energy in Switzerland is experiencing rapid growth, with over 8.2 GW of installed capacity generating roughly 5.96 TWh—nearly 10% of national electricity consumption as of early 2025. While solar radiation in the Alps is strong (1600 kWh/m² annually), the Swiss Plateau receives less, and winter production is significantly lower, necessitating strategic solar deployment.

** Azerbaijan is rapidly developing its solar energy sector to diversify from fossil fuels, targeting 30% renewable electricity by 2030. With2,400–3,200 hours of sunshine annually, the country holds an estimated 23 GW of solar economic potential. Key projects like the 230 MW Garadagh plant and upcoming large-scale developments are driving this transition.

** Азербайджан активно развивает зеленую энергетику, планируя к 2032 году ввести 7–8 ГВт новых мощностей солнечной и ветровой энергии. Ключевые проекты реализуются с зарубежными инвесторами (Masdar, ACWA Power, BP) с целью диверсификации экспорта и создания экологически чистого сектора. Основные акценты сделаны на крупных солнечных и офшорных ветропарках.

** Азербайджан активно развивает ветроэнергетику, планируя к 2026 году ввести в эксплуатацию крупные мощности. В настоящее время установленная мощность существующих

ВЭС относительно невелика (порядка 66,5 МВт),

** Энергетика Армении базируется на трех китах: атомной (около 30-40% генерации), тепловой (ТЭС на природном газе) и гидроэнергетике, с растущей долей солнечной генерации. Основным источником является Армянская АЭС (Мецамор), модернизированная для продления срока службы. Страна стремится к энергонезависимости, развивая возобновляемые источники

** Armenia has exceptional solar energy potential, with an average annual solar radiation of ~1700-1850 kWh/m²/year, over 60% higher than the European average. Solar power generation is rapidly expanding, with over 650 MW of capacity from thousands of autonomous rooftop systems and industrial plants like Masrik-1 (55-62 MW). The government aims for a 40% renewable energy mix by 2030, with plans for 2 GW of combined solar and wind capacity by 2040.

** Армения активно развивает возобновляемую энергетику, планируя к 2030–2036 годам значительно увеличить долю солнечной (до 1 ГВт) и ветровой (до 200–500 МВт) генерации. Акцент делается на снижении зависимости от импортного топлива, строительстве крупных промышленных СЭС и развитии частных крышных установок, доля ВИЭ в генерации уже превышает 10-15%.

** В глобальном проекте общей мощностью 4.9 ТВт ветровая и крупномасштабная солнечная энергетика занимают сопоставимые доли — 2.7 ТВт и 2.2 ТВт соответственно. В настоящее время в мире строится 758 гигаватт (ГВт) таких проектов, три четверти из которых сосредоточены в Китае и Индии.

** Тенденция роста перспективных проектов ветровой и крупномасштабной солнечной энергетики имеет решающее значение для выполнения обязательств COP28 по устроению мощностей возобновляемой энергетики к 2030 году, поскольку мир вступает в последние пять лет периода реализации. Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (IRENA) Оценки Согласно прогнозам, к 2030 году потребуется ежегодное увеличение мощности ветровых электростанций в среднем на 317 ГВт и солнечной энергии на 735 ГВт. При этом, исходя из прогнозируемых показателей этого сегмента, увеличение мощности крупномасштабных солнечных электростанций должно достичь 2.2 ТВт в течение следующих 5 лет. аккаунты для 58% всех солнечных электростанций.

3.3. ინფორმაციები ენერგიის აკუმულაციის თანამდეროვე ტექნოლოგიების განვითარების შესახებ

** Натриево-серная батарея: это аккумуляторная батарея с металлическим натрием в качестве отрицательного электрода, серой в качестве положительного электрода и керамической трубкой в качестве электролитной диафрагмы. Цикл может достигать 4500 раз, время разрядки — 6-7 часов, эффективность цикла — 75%, плотность энергии высокая, время отклика быстрое. В настоящее время в Японии, Германии, Франции, США и других местах построено более 200 таких электростанций по накоплению энергии, которые в основном используются для выравнивания нагрузки, смещения пиков и улучшения качества электроэнергии.

** Компания Tesla миллиардера Илона Маска установила в штате Южная Австралия системы сверхъемких аккумуляторов Powerpack на 100 МВтч, в начале 2016 года а в Японии компания Митсубиси запустила в строй аккумуляторную станцию на 50 МВт/300 МВтч и так далее.

** По состоянию на начало 2017 года общая мощность установленных BESS в мире составила порядка 3,8 ГВт с прогнозом роста до 23,4 ГВт к 2022 году. Топ-5 стран в части установки и использования сетевых BESS: США, Южная Корея, Китай, Япония и Австралия

** Used batteries, particularly from electric vehicles (EVs), are repurposed for Battery Energy Storage Systems (BESS) in "second-life" applications, often retaining 70–80% capacity. These batteries

provide lower upfront costs and environmental benefits but face challenges like lower efficiency, increased fire risks, and complex testing needs. They are ideal for applications requiring lower, less frequent power, rather than high-intensity, grid-scale use.

** While repurposing EV batteries into stationary storage obviously has environmental benefits, challenges around pricing, performance and safety remain, panellists at an industry event in London said yesterday.

3.4. ინფორმაციები კერძო სექტორში დადგმული საოჯახო სიმძლავრეების შესახებ

Частные бытовые электростанции (в основном солнечные панели на крышах) играют быстрорастущую роль в энергобалансе Европы, составляя значительную часть распределенной генерации. В Германии, например, распределенная генерация (включая домохозяйства) обеспечивает до 45–50% общей мощности. К 2030 году доля ВИЭ в ЕС достигнет 53%, при этом значительный вклад внесет «солнечная» микрогенерация.

Основные факты:

- **Рост популярности:** Благодаря стимулам, таким как Европейский зеленый курс, бытовые солнечные установки стали ключевым элементом перехода на возобновляемые источники.
- **Доля в генерации:** Частная и коммерческая «чистая» генерация (в основном солнечная) вносят вклад в достижение рекордных 58,6% возобновляемых источников в общей генерации Германии.
- **Распределенная генерация:** В Германии основная доля распределенной энергетики (до 84%) приходится именно на ВИЭ.

Стимулы: В 2023 году доля ВИЭ в потреблении электроэнергии ЕС выросла до 45,3%, при этом бытовая генерация помогает снизить нагрузку на сети.

4. იმ ქვეყნების გამოცდილება, რომლებსაც უხვი ჰიდრორესურსები აქვთ

გადავხედოთ, როგორ გამოგვადგება იმ ქვეყნების გამოცდილება, რომლებსაც უხვი ჰიდრორესურსები აქვთ.

ნორვეგია - 5 მილიონამდე მოსახლების მქონე ამ ქვეყანას 385 000 კვ.კმ (ჩვენზე 5,5 ჯერ დიდ) ფართზე, აქვს ჩვენზე 5.76 -ჯერ მეტი (წელიწადში 377 კმ³) წყლის წარმადობა, ანუ ნორვეგიელებმა რომ ჩვენხელა ტერიტორიაზე იცხოვრონ, შეუძლიათ 4 იმდენი ფართი სრულად ჰიდროსადგურებით დაფარონ. მიუხედავად ამისა, ნორვეგია არ აზიანებს საკუთარ ბუნებას. მისი ყველაზე დიდი ჰიდროელსადგურები (Kvilldal და Saurdal), რომლებიც, თავისი სიმძლავრით, ენგურჰესის სიმძლავრეს საგრძნობად ჩამორჩებიან, აშენებული არიან ბუნებრივ ტბათა სისტემის საფუძველზე, დიდი კაშხლებით ტერიტორიების დატბორვის გარეშე. ნორვეგიაში ყველაზე დიდი კაშხლის SYSEN DAM სიმაღლე ენგურის კაშხლის სიმაღლეს 3,5 ჯერ ჩამორჩება. უფრო მეტიც, მისი სიმაღლე საგრძნობად ჩამორჩება არაშენებული ნამოხვანის კაშხლის საპროექტო სიმაღლესაც. ნორვეგიაში არის ჩვენზე 15-ჯერ მეტი, 1700-მდე ჰიდროელსადგური, რომელთა საშუალო სიმძლავრე ჩვენსაზე 2 -ჯერ ნაკლებია. ანუ **ნორვეგიას აქვს ტბათა ბუნებრივი სისტემის გამოყენებით აშენებული უამრავი მცირე და საშუალო ჰესი,** რაც, იმავდროულად, სისტემის დემონოპოლიზაციაზეც მიუთითებს. ჰიდროენერგეტიკაში აქვთ ჩვენზე 7,37 -ჯერ მეტი (38,5 გიგავატი) დადგმული სიმძლავრე. განსხვავებით სამხრეთ ევროპის ქვეყნებიდან, სადაც კლიმატური ცვლილებები დაეტყო მყინვარებს და წყლის დებეტს, ჩრდილოეთის ქვეყნებში ნალექებმა იმატა და მდინარეთა წლიური ხარჯი წლის განმავლობაში გაცილებით სტაბილურია. მიუხედავად ამისა, იყენებს რა ტბების სიუხვეს, ნორვეგიას აქვს ჰიდროაკუმულაციის მძლავრი

სისტემა, რომელიც ევროპის ჰიდროსააკუმულაციო სიმძლავრეთა 50 % -ს შეადგენს. ნორვეგიას აქვს ნავთობისა და გაზის სერიოზული წარმოებაც, თუმცა, მას ენერგეტიკაში არ იყენებს, რადგანაც **ნორვეგიას არ აწუხებს ენერგეტიკის სეზონური პრობლემები.** მიუხედავად ამისა, ის ინტენსიურად ავითარებს მწვანე წყალბადის წარმოებას. გამომუშავების კოლოსალური სიჭარბის პირობებში, ის აწარმოებს ენერგიის აქტიურ ექსპორტს, მისი მეზობლები ბრიტანეთი, დანია, სკანდინავიური ქვეყნები და ა.შ. მისი ენერგიის სტაბილური მომხმარებლები არიან.

იგივე მიზეზებით, ნორვეგიას არ აწუხებს ჰიდროელსადგურებთან დაკავშირებული ისეთი პრობლემები, როგორიცაა მაღალი კაშხლების საფრთხე საომარ ვითარებაში, კულტურული და სოციალური პრობლემები, კლიმატის ცვალებადობა და სხვა ეკოლოგიური შედეგები. მიუხედავად აღნიშნულისა, ნორვეგიის ენერგეტიკის 15 %-მდე დათმობილი აქვს მზის და ქარის ენერგეტიკას. ამასთან ქარის ენერგეტიკის საერთო სიმძლავრე 5.1 გიგავატი, გაცილებით მეტია ვიდრე ჩვენი ყველა ჰიდროელსადგურის ჯამური სიმძლავრე.

შვეიცარია - 8,5 მილიონი მოსახლეობის მქონე, ჩვენზე 1,5 -ჯერ მცირე ფართზე განთავსებულ ამ ქვეყანას, აქვს ჩვენზე 3.47 -ჯერ მეტი (227 კმ^3 წელიწადში) წყლის წარმადობა. მიუხედავად ამისა, ერთ სულ მოსახლეზე დადგმული ჰიდროსიმძლავრით (1.882 კვტ) იგი მხოლოდ 1.5-ჯერ უსწრებს საქართველოს. ჰიდროენერგეტიკის წილი შვეიცარიაში შეადგენს მხოლოდ 62 პროცენტს, 29 პროცენტი ატომური ენერგეტიკაა. ფართობის სიმცირისა და გეოგრაფიული თავისებურების გამო, მზის და ქარის ენერგეტიკის რესურსი, ჩვენთან შედარებით, გაცილებით ნაკლებია. თუმცა, ეს ენერგეტიკა, ჯამში 9 %-ით, მაინც, თითქმის 10-ჯერ უსწრებს საქართველოს და ამისათვის იყენებენ ყველა თავისუფალ ფართს, მ.შ. გზის ბორდიურებსაც კი.

იმის გამო რომ, ისევე როგორც ჩვენთან, შვეიცარიის მყინვარებიც ინტენსიურად ლღვებიან, ამ ქვეყანამ დროულად იზრუნა და სასწრაფოდ ააშენა მძლავრი ჰიდროსააკუმულაციო სადგურები Linth-Limmen (1000 მვტ) და Nant de drance (900 მვტ) რითაც მან, ჩვენგან განსხვავებით, დიდი ხნით ადრე, უზრუნველყო საკუთარი (და არამარტო) ენერგოსისტემის დღეღამური სტაბილურობა, რაც იმავდროულად, გონივრულადაა გამოყენებული, როგორც პოლიტიკურ-ეკონომიკური საფუძველი ქვეყნის ენერგეტიკის სეზონური სტაბილურობისა.

კერძოდ, შვეიცარია წარმოადგენს ევროკავშირისათვის კრიტიკულად მნიშLვნელოვან სატრანზიტო კვანძს, რომლის ტრანზიტიც მნიშვნელოვნად აღემატება შიგა მოხმარებას. უზრუნველყოფს რა საკუთარი მძლავრი ჰიდროსააკუმულაციო სადგურებით ევროპული ენერგოქსელის დღეღამურ სტაბილურობას, მჭიდრო ინტეგრაცია ევროკავშირის ქვეყნებთან არის საფუძველი მისი ენერგოქსელის სეზონური სტაბილურობისა. შესაბამისად, მეზობლებთან ურთიერთობის გაუარესების შემთხვევაშიც კი, საკუთარი სააკუმულაციო და ტრანზიტული შესაძლებლობების გამოყენებით, შვეიცარიას შეუძლია წაუყენოს ევროკავშირის ქვეყნებს საკუთარი პირობები.

5. ქართულ ენერგოსისტემაში დაშვებული შეცდომები და მოსალოდნელი საფრთხეები

დაშვებული შეცდომები. - მიუხედავად იმისა (ალბათ იმიტომაც) რომ, შვეიცარია და ნორვეგია, თავისი ბუნებრივი მონაცემებითაც და ეკონომიკური პოტენციალითაც, მკვეთრად განსხვავდებიან საქართველოსაგან (ხატოვნად რომ ვთქვათ, ნორვეგია წარმოადგენს ერთ უზარმაზარ ჰიდროელსადგურს, რომლის მცირე ფართზეც ქვეყანაცაა განთავსებული), მათ, ათეული წლებით ადრე, იზრუნეს ენერგეტიკის სხვა საშუალებების განვითარებაზე. ტბათა და მდინართა სისტემის ოპტიმალურად გამოყენებით, მათ დროულად შექმნეს საკუმულაციო სისტემები, რომლითაც შექმნეს საფუძვლები იმისა რომ, უზრუნველეყოთ ენერგოსისტემების დღეღამური და სეზონური სტაბილურობა როგორც საკუთარ ქვეყანაში, ისე მეზობელ სახელმწიფოებშიც.

აღნიშნული ქვეყნებისაგან განსხვავებით, დღეს საქართველო მთელ მსოფლიოში თავს იწონებს ენგურზე განხორციელებული გიგანტური კაშხლის მშენებლობის უნიკალური პროექტით. ჰესის ეფექტურობა კი ჩვენი ქვეყნისათვის მინიმუმამდე დავიდა და სამწუხაროდ, არის სერიოზული საფრთხე როგორც ბუნებრივი ისე პოლიტიკური კატაკლიზმების შემთხვევაში.

თუკი ნორვეგიის და შვეიცარიის მიბაძვას ვიჩემებთ, მაშინ, მათი ანალოგიით, ჩვენში მზისა და ქარის ენერგეტიკის წილი, ამ ეტაპზე, 500 მეგავატამდე მაინც უნდა აღწევდეს (ჩვენ კი თითქმის 10-ჯერ ჩამოვრჩებით). იმავდროულად, ენერგიის დღეღამური აკუმულაციისათვის უნდა გაგვაჩნდეს არანაკლებ 2000 მვტ*სთ ენერგიის სააკუმულაციო ტევადობები !!!

თუკი სწორებას ვიღებთ ევროპის ქვეყნების საშუალო მაჩვენებლებზე, დღეს ჩვენში მზისა და ქარის ენერგეტიკის სიმძლავრეები 1500 მვტ უნდა იყოს, შესაბამისად, უნდა გაგვაჩნდეს 6000 მვტ*სთ ენერგიის ტევადობის სააკუმულაციო სადგურები. საუბარი აღარაა იმ ქვეყნებზე, სადაც მზისა და ქარის ენერგეტიკამ 50 %-ს გადააჭარბა. იგივე პოზიციიდან გამომდინარე, 2030 წლისათვის დაგეგმილი 11,5 გიგავატიდან, 4-5 გიგავატამდე მზისა და ქარის ენერგეტიკა უნდა იყოს.

მიუხედავად იმისა რომ ქვეყანას აქვს მზის ენერგიის მაღალი პოტენციალი (250–280 მზიანი დღე და 87 გიგავატი პოტენციალური სიმძლავრე), ქსელის ლიმიტირებული შესაძლებლობების გამო (500 მეგავატი) შეფერხდა 2028 წლამდე შემოთავაზებული არაერთი პროექტი, რომლებიც მზის ენერგეტიკაში 5.5 გიგავატი სიმძლავრეების ამოქმედების შესაძლებლობას იძლეოდნენ.

ჩვენი ენერგეტიკის დაგეგმვის დროს, მხედველობაში არ იქნა მიღებული რომ, ჰიდროენერგეტიკა არის სეზონურად ყველაზე ცვლადი ენერგიის წყარო. შესაბამისად, **ჰიდროენერგეტიკის პრიორიტეტული განვითარება არის არა საშუალება სეზონური პრობლემის მოგვარებისა, არამედ მიზეზი პრობლემის წარმოშობისა.** რაც მეტია ჰიდროენერგეტიკა, მით მეტია სეზონური უთანაბრობა. მით რთული და ძვირია სეზონური რეგულირება. მით დიდი უნდა იყოს დატბორილი ფართები. მით მეტი უნდა დავხარჯოთ სეზონური აკუმულაციის ტექნოლოგიებზე, რომლებიც ძალიან ძვირია და ამ ეტაპზე, მთელ მსოფლიოში, ძალიან სუსტად არის განვითარებული. შესაბამისად, სეზონური უთანაბრობის პრობლემის გადაჭრის ძირითად გზად დღემდე კოოპერაცია და დენით ვაჭრობა რჩება.

ენერგოსიმძლავრეების მშენებლობის აუცილებლობიდან გამომდინარე, ჩვენ გავერთეთ

დიდი თუ მცირე ჰიდროელსადგურების მშენებლობით და დაგვავიწყდა ისეთი ტექნოლოგიების პარალელური განვითარება, რომლებიც გაცილებით უკეთ მუშაობენ შემოდგომისა და ზამთრის პერიოდში (მაგალითად, ქარის ენერგეტიკა), რისთვისაც აუცილებელი იყო დროული ზრუნვა ასეთი ტექნოლოგიებისათვის აუცილებელ ენერგიის სააკუმულაციო სისტემებზე. შესაბამისად,ზამთრის პერიოდში უმძიმეს დეფიციტს განვიცდით.

მოსალოდნელი საფრთხეები. კლიმატის სერიოზული ცვლილებების გამო, **ჰიდროენერგეტიკას სერიოზული გამოწვევები ელის.** გასული წლის 23 სექტემბერს, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნულ აკადემიაში, ეკოლოგიის მეცნიერებათა აკადემიის საერთაშორისო კონფერენციაზე, აწ გარდაცვლილმა **გიორგი კორძახიამ,** საქართველოს ეკოსისტემაზე მრავალწლიანი კოსმოსური დაკვირვებების საფუძველზე, კიდევ ერთხელ ხმამაღლა განაცხადა რომ, **საქართველოს 12 მყინვარიდან, ამ საუკუნის ბოლოს, 8 მყინვარი აღარ იარსებებს.** ანუ, მდინარეების სტაბილურობას ელით უმძიმესი პრობლემა. რა თქმა უნდა, რამდენიმე ათეულ წელში, ინვესტორები დანახარჯსაც ამოიღებენ და დიდ მოგებასაც ნახავენ, მაგრამ, დიდი ჰიდროელექტროსადგურების მშენებლობას ხანგრძლივი პერსპექტივა არ გააჩნია. იგივე ტენდენციები იკვეთება მთელი მსოფლიოს მასშტაბით. მაშ, **რას ვუტოვებთ ჩვენს მომავალს?**

ჰიდროენერგორესურსების სერიოზული შესწავლის აუცილებლობის და მაქსიმალური სიფრთხილის შესახებ არაერთხელაა ხაზგასმული ექსპერტთა ჯგუფის მიერ, რომელსაც **ქალბატონი ნინო ჩხობაძე** ხელმძღვანელობს.

მიუხედავად ამისა, ცალკეული ექსპერტები და ორგანიზაციები აცხადებენ რომ, ენერგეტიკაში უნდა ვიაროთ ჰიდრორესურსებით მდიდარი იმ ქვეყნების გზაზე, რომლებმაც ათეული წლებით გაგვასწრეს. ამასთან ერთად, ამას აპირებენ ძირითადად გასული საუკუნის ტექნოლოგიების გამოყენებით. ეს ყოველივე გავს უგუნურებას კაცისა, რომელიც ჩამორჩა მატარებელს და მოახტა სადგურზე უპატრონოდ მდგარ სახედარს.

6. ზოგადი რეკომენდაციები ქვეყნის ენერგოსისტემის 5 წლიან გეგმასთან დაკავშირებით

6.1. ალტერნატიული კონცეფციის ძირითადი უპირატესობები

ქვემოთ, ქვეყნის ენერგოსისტემის განვითარების ოპტიმალური გზის მოძებნის და უახლოეს 5 წელიწადში გამომუშავებული ენერგიის პრაქტიკულად გაორმაგების მიზნით, ჩვენ მოგვყავს ენერგეტიკის სფეროში არსებულ უახლეს ტექნოლოგიებზე დაფუძნებული კონცეფციის მონახაზი, რომელსაც შემდეგი უპირატესობები გააჩნია:

** არ შეიცავს ისეთ საფრთხეებს, რომლებსაც წარმოქმნიან დიდი, მარეგულირებელ ჰიდროელსადგურების მშენებლობის მიზნით შექმნილი კაშხლები და ხელოვნური წყალსაცავები.

** ერთიდაიმავე ფინანსური დანახარჯების შემთხვევაში, შესაძლებელია შეიქმნას გაცილებით დიდი მოცულობის სააკუმულაციო ტევადობები, ვიდრე ამას ჰიდროსააკუმულაციო სადგურები და მარეგულირებელი ჰესები გვაძლევენ. შესაბამისად, შესაძლებელია შეიქმნას ენერგიის დაგროვებისათვის და ვაჭრობისათვის ისეთი მძლავრი სისტემა, რომელიც დაეხმარება საქართველოს, შეასრულოს რეგიონში ენერგეტიკული ჰაბის დაგეგმილი ფუნ-

ქცია. იმავდროულად, ეს საშუალებას მოგვცემს, მზისა და ქარის ენერგიის ხვედრითი წილის 36 %-მდე ამაღლებით დავეწიოთ ევროპის ამჟამინდელ საშუალო მაჩვენებლებს.

** სააკუმულაციო სისტემების განვითარებით, მზისა და ქარის ენერგეტიკაში მოსახლეობის ფართო ფენების ჩართვის მიზნით, შეღავათიანი კრედიტების გაცემით, შესაძლებელია 15 %-მდე გაიზარდოს ენერგეტიკაში კერძო საოჯახო დანადგარების ხვედრითი წილი, რაც მნიშვნელოვნად შეამცირებს ოჯახების მიერ საერთო ქსელიდან მოხმარებული ენერგიის რაოდენობას, შეამცირებს ქსელზე მოსულ დატვირთვებს. ეს, იმავდროულად, სისტემის დემონოპოლიზაციით, ხელს შეუწყობს მოსახლეობის თავის დაღწევას კერძო კომპანიების ენერგეტიკული ბატონობისაგან, ხოლო კერძო კომპანიების ძირითადი მომხმარებელი გახდებიან სახელმწიფო და სამრეწველო სექტორი.

** მზის მძლავრი ელსადგურები ხელს შეუწყობენ სახელმწიფო ორგანიზაციების და სამრეწველო დაწესებულებების გამართულ მუშაობას დღის საათებში, ხოლო მოსახლების დიდი ნაწილის უზრუნველყოფა ინდივიდუალური, საოჯახო დანადგარებით, მკვეთრად შეამცირებს დილის და ღამის საათებში ქსელზე პიკურ დატვირთვებს.

** ჰიდროენერგეტიკის განვითარებისაგან განსხვავებით, რომელიც, მშენებლობის დაწყების შემდეგ, არ იძლევა პროექტში რაიმე ცვლილებების შეტანის საშუალებას, მზისა და ქარის მცირე დანადგარების სისტემატური დახვეწა და სააკუმულაციო სისტემების მუდმივი სრულყოფა, საშუალებას იძლევა, ახალ დანადგარებზე დაკვირვების გზით, ყოველწლიურად, თანდათან შევიძინოთ სულ უფრო სრულყოფილი ტექნოლოგიური მოწყობილობები და თავიდან ავიცილოთ გამოუსწორებელი შეცდომები. შესაბამისად, თანდათანობით შეიქნება მუდმივად განახლებადი და სრუყოფადი ელემენტებით დაკომპლექტებული ენერგეტიკული სისტემა, ნაცვლად ჰიდროენერგეტიკული სისტემისა, რომელსაც, დროთა ვითარებაში, დეგრადაციის საფრთხე ემუქრება.

6.2. ზოგადი რეკომენდაციები დიდი ჰესების შესახებ

ჰიდროენერგეტიკის განვითარების ტემპები და ტენდენციები აჩვენებს რომ, ენერგეტიკის ეს სახე პრაქტიკულად აღარ ვითარდება. სრულიად გასაგებია რომ, საჭიროა სიმძლავრეების გაზრდა და სისტემის სტაბილურობა, მაგრამ, ვიდრე ჰიდრორესურსებით მდიდარი და ჩვენგან საგრძნობლად განსხვავებულ პირობებში მყოფი ქვეყნების მიერ ათეულობით წლის წინ გავლილ გზის არჩევით, ასეთი სადგურების მშენებლობის უმძიმესი საკითხი ხელახლა დღის წესრიგში დადგება, ჩვენი მოსახლეობის და ჩვენი სამეცნიერო საზოგადოების მხარდაჭერის მოსაპოვებლად, აუცილებელია დავრწმუნდეთ, რომ არ არსებობს ალტერნატიული, თუნდაც ფინანსურად უფრო ძვირადღირებული მაგრამ ქვეყნის მომავალზე სწორად ორიენტირებული სხვა გამოსავალი.

6.3. ზოგადი რეკომენდაციები მცირე და საშუალო ჰესების შესახებ

ისევე როგორც ევროპის ქვეყნებში, მცირე და საშუალო ჰესების მშენებლობა ჩვენს ქვეყანაშიც დასაშვებია, თუკი დეტალურად შეთანხმდება ყველა საკითხი როგორც სახელმწიფოსთან, ისე ადგილობრივ მოსახლეობასთან. ამ დროს, სახელმწიფო და შესაბამისი ორგანიზაციები მაქსიმალურად უნდა გაერკვნენ და გაარკვიონ მოსახლეობა, რა საფრთხეები შეიძ-

ლება მოჰყვეს ასეთ პროექტს მათი საცხოვრებელი პირობებისათვის, სოფლის მეორნეობისათვის და ბუნებისათვის, განსაკუთრებით მაშინ, როცა ასეთი ჰესები შენდება დასახლებული ადგილების სიახლოვეს. ბუნებრივია რომ, მდინარეთა დებეტის სეზონური მერყეობის და წლიური ჩამონატანის შემცირების პერსპექტივის მიუხედავად, კერძო ინვესტორებს შეუძლიათ, საკუთარი ფინანსური რისკის ფასად, მაინც განახორციელონ ასეთი პროექტები. მეორეს მხრივ, იგივე ტენდენციების გამო, მსგავს პროექტებში სახელმწიფო სახსრების, ან სხვა რესურსების ჩადება მაქსიმალური დასაბუთებით უნდა განხორციელდეს.

6.4. ზოგადი რეკომენდაციები ენერგიის სააკუმულაციო სიმძლავრეების გაზრდის შესახებ

ენერგეტიკის განვითარების გეგმის შემუშავებისას არ უნდა დაგვავიწყდეს რომ, თუკი ჩვენ გვინდა საქართველო გახდეს აზია-ევროპის ენერგეტიკული ჰაბი, რომელიც, შავი ზღვის კაბელით, ევროპას მიაწოდებს ენერგიას, ჩვენ უნდა გვქონდეს ენერგიის შესაბამისი ტევადობები ენერგიის დღეღამური და კვირეული რეგულირებისათვის. აქ მხედველობაში ისაც უნდა მივიღოთ რომ, მეზობელი აზერბაიჯანი გეგმავს 10 000 მეგავატი სიმძლავრის მზისა და ქარის ენერგეტიკის განვითარებას, რომელსაც ასევე დაგროვება დასჭირდება.

საქართველოში არსებობს წალკისა და ფარავნის ტბათა კომპლექსის ბაზაზე 1000 მვტ სიმძლავრის 4000 მვტ-სთ ტევადობის ენერგიის ჰიდროსააკუმულაციო სადგურის მშენებლობის შესაძლებლობა, რომელიც, საორიენტაციოდ 800 მილიონი დოლარი დაჯდება. ასეთი სადგური, გარდა რეგიონში ენერგიით ვაჭრობისა, შესაძლებლობას შექმნის 1000 მეგავატამდე სიმძლავრის მზისა და ქარის ენერგეტიკის განვითარებისათვის.

ამასთან ერთად, უნდა გავითვალისწინოთ რომ, როგორც ზემოთ ვაჩვენეთ, უკვე შექმნილია და რეალურად ფუნქციონირებენ გაცილებით ახალ და განვითარებად BESS სისტემებზე მომუშავე მძლავრი სააკუმულაციო სადგურები. არსებული მონაცემებით, იგივე 800 მილიონ დოლარად, ანუ წელიწადში 160 მილიონი დოლარის ინვესტირებით, 5 წელიწადში შესაძლებელია 16000 მვტ*სთ სააკუმულაციო სიმძლავრის შექმნა, რაც იგივე პერიოდში გზას გაუხსნის 4000 მვტ სიმძლავრის მზისა და ქარის განახლებად ენერგეტიკას. შესაბამისად, აკუმულაციის ახალი ტექნოლოგიების დანერგვა გაცილებით პერსპექტიულად გამოიყურება.

ენერგეტიკის სააკუმულაციო რესურსების ამაღლების ერთერთ საინტერესო საშუალებად ითვლება, ასევე, სატრანსპორტო სისტემაში ნახმარი ჰიბრიდული ბატარეების უტილიზაციის, დახარისხების და მეორადი გამოყენების საკითხები, რაც, როგორც ენერგეტიკის, ისე ეკოლოგიის უმწვავესი პრობლემების გადაჭრისათვის სჭირდებათ. საავტომობილო ტრანსპორტში ელექტრომობილების ინტენსიური დამკვიდრება და ქიმიურად საშიში, იშვიათი მასალების შემცველი ბატარეების უკონტროლო ემისია არის არამარტო ეკოლოგიური საფრთხეების შემცველი, არამედ ეკონომიკურადაც საზიანო. შესაბამისად. აუცილებელი იქნება ბატარეების ჩამბარებელი, დამხარისხებელი და გადამამუშავერბელი (საწყის ეტაპზე მცირე) საწარმოს შექმნა, რომელსაც, იმავდროულად, ექნება საშუალება, შექმნას საკმაო რესურსის მქონე ნახმარი ბატარეებით ენერგიის სააკუმულაციო სადგური. ასეთი სადგურები მსოფლიოში ასევე არსებობს და ვითარდება.

6.5. ზოგადი რეკომენდაციები ქარის ელსადგურების მშენებლობის შესახებ

ვ. ვ. ერისთავის და თანაავტორების მიერ შედგენილი ქარის ენერგიის ატლასის შესაბამისად, საქართველოს ქარის ენერგიის მაქსიმალური რესურსი 2500-3000 მეგავატია (მხედველობაში არაა მიღებული ზღვის ქარის რესურსი). მიუხედავად იმისა რომ, ქარის ენერგოდანადგარები, თანაბარ სიმძლავრის პირობებში მზის დანადგარებზე გაცილებით ძვირია, მათი წლიური მუშაობის ხანგრძლივობა და გამომუშავება თითქმის სამჯერ უფრო მაღალია. ამასთან ერთად, ქარის ელსადგურების გამომუშავების მაქსიმუმი მიიღწევა ზამთარში. შესაბამისად, ზამთარში ენერგიის დეფიციტის გათვალისწინებით, ქარის ელსადგურებს ჩვენს ენერგეტიკაში გარკვეული ადგილი უნდა ეკავოს. აღნიშნულის გათვალისწინებით, მიზანშეწონილია 5 წლის განმავლობაში ქარის ტურბინების სიმძლავრე 1000 მეგავატამდე ავამაღლოთ.

6.6. ზოგადი რეკომენდაციები მზის ელექტროსადგურების მშენებლობის შესახებ.

საერთაშორისო გამოკვლევებით აღიარებულია რომ, საქართველო (განსაკუთრებით მისი აღმოსავლეთი ნაწილი) განეკუთვნება იმ ქვეყნების რიცხვს, რომელსაც მზის ენერგეტიკის განვითარების დიდი რესურსი გააჩნია და საშუალო წლიური მაჩვენებლით (1300-1800 კვტ*სთ/მ^2) თითქმის 50%-ით აჭარბებს ევროპის ქვეყნების მზის პოტენციალს. აღნიშნული მონაცემებით, მზის ელსადგურებს 7 კვადრატული კილომეტრის ფართობის მქონე პანელებით, შეუძლიათ განავითარონ 2000 მვტ სიმძლავრე და აწარმოოს წელიწადში 2,4 მილიარდ კვტ*სთ - მდე ენერგია. ამასთან, ეს მაჩვენებელი ზრდადია პანელების სრულყოფილების შესაბამისად.

მზის ენერგიის რესურსებით საქართველო უსწრებს შვეიცარიას, რომელსაც უკვე აქვს დადგმული 8000 მეგავატამდე მზის სიმძლავრეები და ჩვენს მეზობელ აზერბაიჯანს, რომელიც, უახლოეს წლებში ასევე გეგმავს მზის ელსადგურების სიმძლავრის ამაღლებას 7-8 გიგავატამდე. ამასთან, საყურადღებოა რომ, ჩვენგან განსხვავებით, ორივე ეს ქვეყანა ინტენსიურად ავითარებს მზის ენერგეტიკას მიუხედავად იმისა რომ, აზერბაიჯანი არის ნავთობროდუქტების მწარმოებელი ქვეყანა, შვეიცარიას კი აქვს მძლავრი ატომური ენერგეტიკა.

აღნიშნულის გათვალისწინებით, სრულიად რეალურია დაიგეგმოს ჩვენში 2030 წლამდე მზის ენერგეტიკის სიმძლავრეების გაზრდა 5000 მეგავატამდე, საიდანაც 2000 მვტ, შეიძლება იყოს სხვადასხვა კომპანიების მიერ აშენებული მზის პარკები.

6.7. ზოგადი რეკომენდაციები მზის საოჯახო ელექტროგენერატორების გავრცელების შესახებ.

სამწუხაროდ, ენერგეტიკის ექსპერტების მიერ გაჟღერებულ გეგმებში არსად არ ჩანს რომ, ენერგიის გამომუშავების გაზრდის და პიკური რეჟიმების აცილების ერთერთი გზაა მოსახლეობაში კერძო საოჯახო ენერგოდანადგარების ინტენსიური გავრცელება და ენერგობიზნესში ჩართული კომპანიების უღლისაგან საკუთარი მოსახლეობის მაქსიმალური განთავისუფლება. ეს კიდევ ერთი დასტურია იმისა რომ, ქართველი ექსპერტების საკმაო ნა-

წილი კერძო კომპანიების ინტერესებზე მუშაობს და დაავიწყდათ საკუთარი ხალხი. იგივეზე მეტყველებს ის გარემოებაც რომ, მათი აზრით, მეტი ენერგიის დისტრიბუციის და მეტი შემოსავლების მიღების მიზნით, ქსელის მოდერნიზაცია უნდა მოხდეს ტარიფების გაზრდის გზით, რაც იმას ნიშნავს რომ, კერძო კომპანიებს, თავისი ბიზნესის გაძლიერება და ხალხიდან მეტი შემოსავლის მიღება სურთ ისევ იმ ქართველი ხალხის ხარჯზე, ვინც, თავის დროზე, ამ ენერგოსისტემის კანონიერი მეპატრონე იყო და წინა რეჟიმმა ვერაგულად გაუყიდა. ეს ყოველივე, სამართლიანობის და ადამიანური მორალის ყველანაირ ნორმებს სცილდება.

ალბათ ბუნებრივია რომ, თუკი ენერგეტიკაში ჩვენი მოსახლეობის სახსრები იდება, ის ამ სისტემის გარკვეული ნაწილის მფლობელიც უნდა იყოს. მთელ რიგ ქვეყნებში, ამ მიზნით, სახელმწიფოები სპეციალურ პროტექციონისტულ პოლიტიკას ატარებენ, შემუშავებულია სპეციალური პროგრამები, დადგენილია მწვანე ტარიფები, ხდება შეღავათიანი კრედიტების გაცემა და ა.შ. მაგალითად, 5 კილოვატი სიმძლავრის მზის ელექტროსადგური, რომელიც წელიწადში 1200 ლარის ღირებულების დენს იძლევა, ოჯახს დაუჯდება არაუმეტეს 4000 დოლარისა, სრული კომპლექტაციით. შესაბამისად, თუკი ოჯახს მივცემთ შეღავათიან კრედიტს, მას ექნება საკუთარი დენი და ის ყოველთვიურად, ნაცვლად ენერგოდისტრიბუტორის ანგარიშისა, 100 ლარს, ბანკის ანგარიშზე შეიტანს. 10 წელიწადში ოჯახი დაფარავს შეღავათიან კრედიტს, შემდეგ კი უფასო ენერგიის მფლობელი იქნება. მაშ რა გვიშლის ხელს, რომ ხალხს შეღავათიანი, მიზნობრივი კრედიტები მივცეთ?

უფრო მეტიც, სახელმწიფოს შეუძლია, სესხის თანხებით, თვითონ გაუკეთოს ორგანიზება ენერგეტიკაში ისეთ მასშტაბურ პროექტს, რომელიც მომგებიანი იქნება სახელმწიფოსთვისაც და მოსახლეობისთვისაც. კერძოდ, სახელმწიფოს შეუძლია მოსახლეობის 60 პროცენტს, ანუ დაახლოებით 300 ათას ოჯახს, შესთავაზოს რომ, თუკი ოჯახი უფლებას მისცემს სახელმწიფოს დადგას მის ტერიტორიაზე ან სახურავებზე მინიმუმ 10 კვტ. მზის პანელები (რომლის ფასიც, სააკუმულაციო გამმართველ სისტემასთან ერთად 6-7 ათასი დოლარია) და აიღებს ვალდებულებას, მოუაროს დანადგარს, ის დანადგარის ექსპლუატაციაში ჩართვისთანავე მიიღებს თვეში 100 კვტ*სთ უფასო ენერგიას, ხოლო წელიწადში დამატებით გამომუშავებული 11 000 კვტ-სთ ენერგიის საფასურით (დაახლოებით 2200 ლარით) 10 წელიწადში სესხის დასაფარად გადახდილი იქნება 8 ათასი დოლარი. დანადგარის ამოქმედებიდან 10 წლის შემდეგ კი, ოჯახს უფასოდ მიეცემა თვეში 300 კვტსთ (წელიწადში 4800 კვტსთ) ენერგია, ხოლო ენერგიის დარჩენილ ნაწილს, ღირებულებით 1400 ლარი, მიიღებს სახელმწიფო.

ამგვარად, ასეთი პროექტით. 300 ათასი ოჯახი, პროექტის დაწყებისთანავე მიიღებს სერიოზულ შეღავათებს დენის გადასახდში ისე რომ, არც სახელმწიფო და არც ოჯახი, არანაირ თანხებს არ გახარჯავენ. 10 წლის შემდეგ კი, 300 ათასი ოჯახი მიიღებს სამჯერ მეტ სარგებელს, სახელმწიფო ბიუჯეტში კი, ყოველწლიურად დამატებით შევა 420 მილიონი ლარი. შესაბამისად, თუკი მოსახლეობაზე ვზრუნავთ, ამ საკითხის იგნორირება სრულიად დაუშვებელია.

6.8. ქართველ სპეციალისტთა წინადადებების და პროექტების მიმართ ყურადღების

ამაღლება

ამ მიმოხილვაში, ჩვენ არ შევხებივართ იმ დამატებით, სპეციფიკურ ენერგორესურსებს, რომლებიც საქართველოს გააჩნია. ესაა შავი ზღვის ენერგეტიკული პოტენციალი, ქართული ქვანახშირი, გეოთერმული წყლები, სამრეწველო თუ საყოფაცხო ნარჩენების გადამუშავება ენერგოდანიშნულებით, და ა.შ. ესაა ის სპეციფიკური საკითხები, რომლებიც არ შეიძლება ჩვენზე უკეთ იცოდნენ უცხოელმა ექსპერტებმა. იმავდროულად, ესაა საკითხები, რომლებიც, ჩვენდა სამწუხაროდ, საერთოდ არ აინტერესებთ ტრადიციულ ენერგეტიკაში მოღვაწე ქართველ ბიზნესმენებსაც.

ასეთი ალტერნატიული ტექნოლოგიების და ორიგინალური პროექტების თაობაზე არაერთხელ იქნა გაცხადებული ენერგეტიკის სფეროში მოღვაწე ისეთი ორგანიზაციების მიერ, როგორებიცაა: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქუთაისის აკაკი წერეთელის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საქართველოს ეკოლოგიის მეცნიერებათა აკადემია, ქუთაისის ტექნოლოგიური აკადემია, საქართველოს ენერგორესურსების სტრატეგიული კვლევების ცენტრი, საქართველოს ენერგეტიკოსთა საზოგადოება, კავშირი „მეცნიერება და ენერგეტიკა“, საქართველოს განახლებადი ენერგიის განვითარების ასოციაცია, ორგანიზაცია „მზის ენერგია საქართველოში“, ორგანიზაცია „მწვანე წყალბადი და ბიოდიზელი“, მეცნიერებათა აკადემიის მთის კომისია და ა.შ.

შესაბამისად, აღნიშნული ორგანიზაციების მიერ დასმული საკითხები სიღრმისეულად უნდა იქნას შესწავლილი და, სათანადო დასაბუთების შემდეგ, უნდა გამოინახოს სახსრები, რათა, საწყის ეტაპზე, მოხდეს მცირე, პილოტური პროექტების განხორციელება. ეს კი დამატებით ხელს შეუწყობს ჩვენი ენერგეტიკის შემდგომ განვითარებას.

6.9. ხუთ წელიწადში დადგმული სიმძლავრეების 6500 მეგავატით და წლიური გამომუშავების 10.2 *10⁹ კვტსთ-მდე გაზრდის საორიენტაციო გეგმა

	ენერგეტიკის სახე	წელიწადში დადგმული სიმძლავრე	წლიური ინვესტიცია	წელიწადში გაცემული შეღავათიანი სესხი	სიმძლავრის და წარმადობის ნამატი
1	ქარის ელსადგურები	200 მვტ	400 მლნ.S		1000 მვტ $3*10^9$ კვტსთ
2	მზის ელსადგურები	400 მვტ	240 მლნ.S მ.შ. 120 მლნ.S სააკუმულაციო სისტემებისათვის		2000 მვტ $2.4*10^9$ კვტსთ
3	კერძო საოჯახო დანადგარები	600 მვტ		360 მლნ.S	3000 მვტ $3.6*10^9$ კვტსთ
4	მცირე ჰესები და სხვა ტექნოლოგიები	100 მვტ			500 მვტ $1.2*10^9$ კვტსთ

5	სულ	1300 მვტ	640 მლნ.S მ.შ. 120 მლნ.S სააკუ-მულაციო სისტემები-სათვის	360 მლნ.S	6500 მვტ $10.2*10^9$ კვტსთ

ლიტერატურა:

https://ru.euronews.com/2026/01/22/solar-and-wind
https://globalenergymonitor.org/ru/report/global-wind-and-solar-2025-the-g7-
https://gycxsolar.com/ru/calculate-your-battery-energy-storage-system-
https://ru.everexceed.com/blog/comparison-of-advantages-and-disadvantages-of-various-energy-storage-https://www.researchnester.com/ru/reports/battery-energy-storage-market/3048
https://renen.ru/dolya-vie-v-vyrabotke-elektroenergii-v-es
https://energy.hse.ru/Wiie
https://ekois.net/ges-pod-udarom-kak-izmenenie-klimata-ugrozhaet-mirovoj-gidroenergetike/https://www.rutronik.com/electronic-components/infineon/battery-energy-storage-https://www.evinfrastructurenews.com/second-life-batteries/the-challenges
https://ampowr.com/second-hand-vs-new-batteries/

Remarks and Opinions on the Development of Georgia's Energetics

Amiran Aptsiauri, Teimuraz Adeishvili

S u m m a r y

The article provides critical remarks and recommendations regarding the Georgian energy development plan. It is shown that Georgia lags behind modern trends in this field, and the current situation, which does not serve the interests of the population, contains potential threats. Specific recommendations for the further development of the sector are provided.