

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ალექსანდრე გაგუა

ენერგეტიკის გავლენა კლიმატის ცვლილებაზე და მისი
შემცირების გზები საქართველოში

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, ალექსანდრე გაგუა

თბილისი

2019 წელი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერნი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით ალექსანდრე გაგუას მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: „ენერგეტიკის გავლენა კლიმატის ცვლილებაზე და მისი შემცირების გზები საქართველოში“ და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

ივლისი , 2019 წელი

ხელმძღვანელი: _____ ასოც. პროფესორი მ. გუდიაშვილი

რეცენზენტი: _____

რეცენზენტი: _____

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2019

ავტორი: ალექსანდრე გაგუა

თემის დასახელება: „ენერგეტიკის გავლენა კლიმატის ცვლილებაზე და მისი შემცირების გზები საქართველოში“

ფაკულტეტი: ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის

ხარისხი: აკადემიური დოქტორი

სხდომა ჩატარდა: _____, 2019 წ.

ინდივიდუალური პიროვნებების ან ინსტიტუტების მიერ შემომოყვანილი 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

სადისერტაციო ნაშრომი „ენერგეტიკის გავლენა კლიმატის ცვლილებაზე და მისი შემცირების გზები საქართველოში“ წარმოდგენილია შესავლით, ლიტერატურის მიმოხილვით, სამი თავით, შვიდი პარაგრაფით, დასკვნით და გამოყენებული ლიტერატურით.

პირველ თავში გაანალიზებულია კლიმატის ცვლილების ძირითადი მიზეზი - სათბურის გაზების სულ უფრო მზარდი ემისიები. საქართველის პირველი, მეორე და მესამე ეროვნული შეტყობინების ფარგლებში ჩატარებულმა სათბურის გაზების ინვენტარიზაციამ აჩვენა, რომ საქართველოში სათბურის გაზების ემისიებში წამყვან როლს ასრულებს ენერგეტიკის სექტორი ტრანსპორტის ქვესექტორის ჩათვლით. შესწავლილი და გაანალიზებულია საქართველოს მთავრობის გრძელვადიანი მიზანი - სათბურის აირების ემისიების შემცირება და საქართველოს მოსახლეობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფა კლიმატის ცვლილებასთან საადაპტაციო ღონისძიებების განხორციელების გზით. განსაზღვრულია კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებული ვალდებულებები ეროვნულ დონეზე: კლიმატის ცვლილების შერბილება და ადაპტაცია, სერთიფიცირებული ემისიებით ვაჭრობა, კლიმატის ცვლილების საკითხების დანერგვა სამრეწველო პოლიტიკაში, სუფთა და დაბალემისიანი ტექნოლოგიების განვითარება და სხვა.

ნაშრომის მეორე თავი ეძღვნება ეროვნული ენერგო და ნახშირბადინტენსიურობის მაჩვენებლების ეკონომიკური ბუნების და ხასიათის ანალიზს, რომლებიც გავლენას ახდენენ სათბურის გაზების ემისიის რაოდენობასა და შესაბამისად, კლიმატის ცვლილებაზე. სახელმწიფოსთვის მნიშვნელოვანი ისეთი მაკროეკონომიკური პარამეტრების, როგორცაა მშპ-ს ერთეულის წარმოებისთვის მოხმარებული ენერგოინტენსიურობის და ნახშირბადინტენსიურობის შემცირების 2007-2018 წლების დინამიკა პოზიტიურია. აღნიშნულის მიზეზი არის არა ენერგოეფექტურობის ამაღლება, არამედ ენერგიაშემცველებზე ფასების ზრდის გამო მათზე ხელმისაწვდომობის შეზღუდვა და სამრეწველო სექტორის, როგორც ძირითადი ენერგომომხმარებლის, ფუნქციის დაკარგვა. შესწავლილი და თავმოყრილია დიდი რაოდენობის სტატისტიკური მასალა, ხოლო მაკროეკონომიკური პარამეტრების, საფუძველზე ჩატარებულია კორელაციურ-რეგრესიული ანალიზი, კვლევის პროცესში გამოვლენილია ძირითადი ფაქტორები (X_1 -დან X_{21} -მდე), რომლებიც განსაზღვრავს ქვეყანაში სათბურის გაზების (GHG) ემისიების დინამიკას. შედგენილია რეგრესიის განტოლება და ექსპონენციალურ-რეგრესიული კვლევის საფუძველზე შემუშავებულია საპროგნოზო მოდელი, რეგრესიის განტოლების კოეფიციენტების შეფასებების ეკონომიკური ინტერპრეტაცია გვაძლევს საშუალებას, გავიგოთ, თუ რა რაოდენობრივ გავლენას ახდენს მოქმედი ფაქტორები საშედეგო მაჩვენებელზე Y- სათბურის გაზების ემისიაზე. რეგრესიის პირველი კოეფიციენტი გვიჩვენებს, რომ სხვა ფაქტორთა მუდმივობის პირობებში თბოსადგურებით გამომუშავების

ერთი ერთეულით (გვტსთ) ზრდა განაპირობებს სათბურის გაზების ემისიის 1,796 მტ-ით ზრდას. რეგრესიის მეორე კოეფიციენტი უკუპროპორციული დამოკიდებულებითაა გამოხატული. მოსახლეობის მხრივ ელექტროენერჯის მოხმარების ერთი ერთეულით (კვტსთ/კაცი) ზრდა განაპირობებს სათბურის გაზების ემისიის 0,00076 ერთეულით შემცირებას. რეგრესიის მესამე კოეფიციენტის, მგზავრთბრუნვის ერთი ერთეულით (მლნ.მგზ.კმ) ზრდა გამოიწვევს სათბურის გაზების ემისიის 1,946 მტ-ით ზრდას. რეგრესიის განტოლების პარამეტრები გამოყენებულია სათბურის გაზების ემისიის ფაქტიური დინამიკის ანალიზისა და მოსალოდნელი შემცირების განსაზღვრისათვის პერსპექტიულ პერიოდში. მაგალითად, 2030 წლისთვის ხუდონის, ნამახვანის, ქარის, მზის და სხვა „მწვანე“ ელექტროსადგურების მოქმედებაში შეყვანით მნიშვნელოვნად მოიმატებს ელექტროენერჯის გამომუშავება და ადგილობრივი მოსახლეობის მოთხოვნის დაკმაყოფილება შესაძლებელია ისე, რომ შევამციროთ თბოსადგურებიდან გამომუშავება (მაგ. 2018 წელს, 2,2 მლრდ კვტსთ-დან) 2030 წლისთვის 1,9 მლრდ კვტსთ-მდე, სხვა ფაქტორების უცვლელობის პირობებში ემისიების რაოდენობა შემცირდება 18,52 მტ-მდე. გაკეთებულია საქართველოში სათბურის გაზების ემისიების პროგნოზი 2019-2030 წლებისთვის - მაგალითად, 2030 წლისთვის ის მიაღწევს 24,6 მტ-ს. როგორც ცნობილია, „ეროვნულ დონეზე განსაზღვრული სავარაუდო წვლილის“ დოკუმენტის მიხედვით, საქართველო გეგმავს 2030 წლისთვის 25%-ით შეამციროს სათბურის გაზების ემისიები, რომელიც უზრუნველყოფს ემისიების 1990 წლის დონესთან მიმართებაში 40%-ით ქვემოთ დარჩენას. თუ გავითვალისწინებთ იმას, რომ სათბურის გაზების ემისიები 1990 წელს 48 მტ-ის ფარგლებში იყო, საპროგნოზო ემისიების (24,6 მტ) 25%-იანი შემცირება (18,52 მტ) 1990 წელთან შედარებით 40%-იან დონეზე ქვემოთ შენარჩუნებას უზრუნველყოფს.

ნაშრომის მესამე თავში ჩატარებულია საქართველოში დასაფინანსებელი ობიექტების შერჩევის ლინგვისტური უმჯობესების მათემატიკური მოდელირება. შეზღუდული ფინანსური რესურსების პირობებში 2018-2030 წლებში ენერგოეფექტურობის მისაღწევად განსახორციელებელი კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებული ღონისძიებებისთვის და პოტენციური დასაფინანსებელი ობიექტების ასარჩევად, რადგან არჩევანი კეთდება ისეთი კრიტერიუმების მიხედვით, რომელთაც ზუსტი რაოდენობრივი მნიშვნელობები არ გააჩნიათ, გამოყენებულია ნეირონული ქსელის პრინციპზე დამყარებული, კერძოდ, ლინგვისტური უმჯობესობის მათემატიკურ მოდელირების საფუძველზე შექმნილი პროგრამული უზრუნველყოფის პაკეტი. ენერგეტიკის სფეროში მოქმედი ქვესექტორებიდან გამოყოფილია ის ძირითადი მიმართულებები და შერჩეულია ის ობიექტები, რომელთაც ყველაზე ნაკლები ზეგავლენა აქვს კლიმატის ცვლილებაზე და შესაბამისად მათი სტიმულირება, ინვესტირება, რეფორმირება და ევროკავშირის სტანდარტებთან დაახლოება იქნება პრიორიტეტული არა მხოლოდ სათბურის გაზების ემისიის, არამედ სხვა მრავალი ფაქტორის გათვალისწინებითაც. დამუშავებულია

კომპიუტერულ პროგრამაში შემავალი ინფორმაცია დასაფინანსებელი ობიექტის გარემოზე ზემოქმედების სხვადასხვა კრიტერიუმების მიხედვით. ექსპერტული შეფასების საფუძველზე, თითოეული კრიტერიუმისთვის მინიჭებულია შესაბამისი რაოდენობრივი მნიშვნელობა, პროგრამული პაკეტის ბაზაზე შესრულებული ანგარიშის მიხედვით შემავალი ინფორმაციის წონითი კოეფიციენტების და საერთო მახასიათებლებზე მათი გავლენის დონის შესაბამისად გაკეთებულია მატრიცა, ხოლო თვალსაჩინოებისთვის წარმოდგენილია შესაბამისი გრაფიკები და დიაგრამები. რეკომენდებულია 2018-2030 წლების განმავლობაში საქართველოს ენერგეტიკაში ჰიდრო, მზის, ქარის, ბიომასის ენერჯიაზე მომუშავე ელექტროსადგურების, შენობებში ენერგოდაზოგვის და ნარჩენების მართვის დაფინანსება განხორციელდეს საერთაშორისო ორგანიზაციების, სახელმწიფოს ან კერძო პროგრამების საშუალებით. ასევე შესაძლებელია საქართველოს საპენსიო ფონდის აქტივები, რომელიც 2018-2030 წლების განმავლობაში გაიზრდება სავარაუდოდ 12,2 მლრდ აშშ დოლარამდე, გამოყენებულ იქნას კლიმატთან დაკავშირებული პროექტების დასაფინანსებლად. ნაშრომში აგრეთვე შემოთავაზებულია კლიმატის ცვლილების შემცირების ერთ-ერთი გზა - „მწვანე ენერგეტიკის“ განვითარება. საქართველოს შეუძლია ჩაერთოს ემისიების კვოტებით ვაჭრობაში და დაზოგილი ემისიის სერტიფიკატის (CER)-ის გაყიდვით მიიღოს გარკვეული შემოსავალი „მწვანე ენერგეტიკის“ მიერ გამომუშავებული ელექტროენერჯის რაოდენობის შესაბამისად. საქართველოში ჰიდრო და ქარის ელექტროსადგურებით ელექტროენერჯის წარმოების 2010-2018 წლების სტატისტიკური მონაცემების საფუძველზე გაკეთებულია 2019-2030 წლებისთვის „მწვანე“ ელექტროსადგურების საპროგნოზო გამომუშაება. თუ დავუშვებთ, რომ ემისიის ფაქტორი ($0.104 \text{ tCO}_2/\text{მგტსტ}$) და ერთი ტონა ემისიის შემცირების ფასი ($10 \text{ ევრო}/\text{tCO}_2$) უცვლელი დარჩება, მოსალოდნელი შემოსავალი 2030 წლისთვის იქნება 133 074 490 ევრო. ჩატარებული ანალიზი პირობითია და იგულისხმება იმ შემთხვევისთვის, თუ საწარმოო სიმძლავრეები იქნება მუდმივი. აღსანიშნავია, რომ საქართველოში 2030 წლისთვის იგეგმება მრავალი მცირე, საშუალო და დიდი სიმძლავრის „მწვანე“ ელექტროსადგურის აშენება და შესაბამისი ემისიის შემცირება და მიღებული შემოსავალი ბევრად მეტი იქნება. შემოთავაზებულია კლიმატის ცვლილების შემცირების სხვა არანაკლებ მნიშვნელოვანი გზები, ენერგოდაზოგვა, შენობების და ტრანსპორტის ეფექტიანობა და სხვა.

ნაშრომის ბოლოს წარმოდგენილია ენერგოეფექტური ღონისძიებების რეკომენდაციები, რომელთა გათვალისწინებით შესაძლებელია 2030 წლისთვის სათბურის გაზების ემისიის მნიშვნელოვანი შემცირება, რაც უდავოდ ხელისშემწყობი ფაქტორია კლიმატის ცვლილების შემცირების საქმეში.

Abstract

The Dissertation Thesis „The Influence of Energy on Climate Change and Ways of its Reduce in Georgia” is presented by the introduction, literature review, three chapters, seven subjects, with final discussions and used literature.

The first chapter analyzes the main reason for climate change - greenhouse gases increasingly growing emissions. Inventory of greenhouse gases conducted within the first, second and third national statements of Georgia showed that the main polluter is energy sector including the transport subsector. Climate change commitments at national level: mitigation and adaptation of climate change, trade with certified emissions, introduction of climate change issues in industrial policy, develop the „Clean Development Mechanism” and clean and low emission technologies etc.

The second chapter of the thesis is dedicated to analyzing the nature of national energy and carbon intensity indexes affecting the number of greenhouse gas emissions and consequently climate change. A large number of statistical data are analyzed and compiled the macroeconomic parameters that are important factors to consider in the research (from X_1 to X_{21}), which define the dynamics of greenhouse gases (GHG).

The first coefficient of the regression shows that the growth of one unit (GWh) in thermal power plant in the conditions of other factors constitutes causes increase of greenhouse gas emissions by 1,796 Mt. The second coefficient of the regression is expressed in disproportionate attitudes. Increasing power consumption per unit (kWh/man) on the population reduces the greenhouse gas emissions by 0,00076 units. The third coefficient of the regression shows that one unit of passenger turnover (Mln.Passing.Km), will increase the greenhouse gas emissions by 1,946 Mt. The regression equation parameters are used to determine the actual dynamic analysis of the greenhouse gas emission and the expected reduction in the perspective period. For instance, by 2030 the introduction of Khudoni, Namakhvani, Wind, Sun and other "green" power plants will significantly increase electricity generation and demand for local population can be satisfied by reduce the production of thermal plants from (for egs. in 2018, 2,2 billion kWh) By 2030 up to 1,9 billion kWh, if other factors are unchanged the emissions will be reduced to 18.52 Mt. Based on the adopted regression equation, the greenhouse gas emissions forecast for 2019-2030 in Georgia - for instance, by 2030 will reach 24.6 Mt. According to the "National Contribution on the National Level", Georgia intends to reduce greenhouse gas emissions by 25% by 2030, in same time to maintain emission levels 40% below 1990 levels. Considering that greenhouse gas emissions in the 1990s were within 48 m, the 25% reduction of forecast emissions (18.52 mt) would be maintained by 40% below 1990.

In the third chapter of the work is conducted mathematical modeling of linguistic improvement of the selection of objects to be financed in Georgia. limited financial resources in the 2018-2030 period to achieve energy efficiency to

be implemented climate change related activities. To choose the potential facilities, for funding, the choice is made according to the following criteria, which do not have a precise quantitative value, is used a neural network, in particular, linguistic mathematical modeling based on the software package. Based on expert assessment of each criterion for the granting of a corresponding value, the software package on the basis of the report, according to the information contained within the weight coefficients and the characterization of their influence on the level of a matrix, the corresponding graphs and diagrams illustrates. Strengthening energy efficiency and waste management, also hydroelectric, solar, wind, biomass power plants, buildings in the Georgian energy sector during 2018-2030 should be facilitated by international organizations, state or private programs. The paper also suggests the way to reduce climate change develop „Green” Energy. Georgia can engage in trade with emissions quotas and sell an amount of electricity generated by "green energy" by selling a Certified Emission Reduction (CER). Based on the statistical data of 2010-2018 electricity generation in hydro and wind power plants in Georgia, we made forecast by 2019-2030 planned to develop "green" electric power stations from which we can assume how much greenhouse gas emissions will be reduced, and if it will be involve in emissions trading, how much will "Green Electricity" will be sold. If we assume that the emission factor (0.104tCO₂/MW) and one ton of emissions reduction price (10EUR/tCO₂) will remain unchanged, the number of emissions reduction and expected revenue will be in 2030: 133 074 490 EUR. Other important ways to reduce climate change are proposed, energy saving, efficiency of buildings and transport.

According to the recommendations of energy efficiency measures presented at the end of the work, a significant reduction in greenhouse gas emissions by 2030 is undoubtedly a contributing factor in the reduction of climate change.

შინაარსი

გვ.

შესავალი.....	14
ლიტერატურის მიმოხილვა.....	22
შედეგები და მათი განსჯა.....	26
I თავი. კლიმატის ცვლილების სფეროს სამართლებრივი ჩარჩო	26
1.1. „სათბურის გაზების” არსი და მნიშვნელობა.....	26
1.2. სათბურის გაზების ეროვნული ინვენტარიზაცია.....	31
II თავი. სათბურის გაზების ემისიის ზეგავლენა კლიმატის ცვლილებაზე..	42
2.1. ეროვნული ენერგო/ნახშირბად/ინტენსიურობის მაჩვენებლები.....	42
2.2. სათბურის გაზების ემისიის საპროგნოზო მოდელის შემუშავება.....	50
III თავი. კლიმატის ცვლილების შემცირების გზები საქართველოში	71
3.1. საქართველოში დასაფინანსებელი ობიექტების შერჩევის ლინგვისტური უმჯობესების მათემატიკური მოდელირება.....	71
3.2. კლიმატის ცვლილების შემცირების ერთ ერთი გზა- „მწვანე ენერგეტიკის” განვითარება	84
3.3. კლიმატის ცვლილების შემცირების გზები: ენერგოდაზოგვა, შენობების ენერგოეფექტიანობა, ტრანსპორტის ეფექტიანობა	91
დასკვნა	99
გამოყენებული ლიტერატურა	106

ცხრილების ნუსხა

88

ცხრილი 1.1. საქართველოში სათბურის გაზების ემისიები 1990-2006წ	27
ცხრილი 1.2. სათბურის გაზების ემისიის ტრენდები საქართველოში სექტორების მიხედვით 2007-2013 წ.	28
ცხრილი 1.3. საქართველოში სათბურის გაზების ემისიები 2014-2018 წ.....	28
ცხრილი 1.4. სათბურის გაზების ემისიების კლასიფიკატორი.....	37
ცხრილი 1.5. სათბურის გაზების ემისიები სექტორებისა და ქვესექტორების მიხედვით.....	38
ცხრილი 1.6. სათბურის გაზების ემისიები ენერგეტიკის სექტორის მიხედვით.....	41
ცხრილი 2.1. ელექტროენერჯის წარმოება და ჰიდრო და თბოელექტროსადგურების ფარდობითი მონაწილეობა საერთო გამომუშავებაში 2007-2018 წ.....	50
ცხრილი 2.2. საქართველოში სათბურის გაზების (GHG) ემისიებზე მოქმედი ფაქტორების 2007-2018 წ. სტატისტიკ. მონაცემები.....	54
ცხრილი 2.3. მაკროეკონომიკური პარამეტრების 2007-2018 წ. დინამიკა.....	55
ცხრილი 2.4. ტრანსპორტთან დაკავშირებული ფაქტორების 2007-2018 წ. სტატისტიკური მონაცემები.....	55
ცხრილი 2.5. საქართველოში ავტოტრანსპორტის მაჩვენებლების 2007- 2018 წ. დინამიკა.....	56
ცხრილი 2.6. საქართველოში სათბურის გაზების ემისიებზე ყველაზე დიდი ზეგავლენის მქონე ფაქტორები.....	60
ცხრილი 2.7. საქართველოში სათბურის გაზების ემისიებზე მოქმედი მეორე ცდაზე არჩეული ფაქტორები.....	62

ცხრილი 2.8. საქართველოში სათბურის გაზების ემისიებზე მოქმედი მესამე ცდაზე არჩეული ფაქტორები	63
ცხრილი 2.9. სათბურის გაზების ემისიების ფაქტიური და მოსალოდნელი მნიშვნელობები.....	66
ცხრილი 2.10. სათბურის გაზების ემისიების პროგნოზი 2019-2030 წ.....	68
ცხრილი 3.1. ასარჩევი ელემენტების განმარტებითი დახასიათება.....	73
ცხრილი 3.2. კრიტერიუმების ვრცელი განმარტებითი დახასიათება.....	75
ცხრილი 3.3. ასარჩევი ალტერნატიული ობიექტის კრიტერიუმებზე ზეგავლენის პროცენტული განაწილება.....	80
ცხრილი 3.4. შესაჩევი ობიექტების სარეიტინგო ქულები.....	83
ცხრილი 3.5. საქართველოში ელ.ენერჯის წარმოების სტატისტიკა. მონაცემები „მწვანე“ ელ.სადგურებით 2010-2018 წ.....	87
ცხრილი 3.6. განახლებადი ენერჯის წყაროებით მოსალოდნელი გამომუშავება და ცდომილება.....	88
ცხრილი 3.7. განახლებადი ენერჯის წყაროებით ელექტროენერჯის გამომუშავების 2019-2030 წ. პროგნოზი.....	89
ცხრილი 3.8. ემისიის შემცირების რაოდენობა 2030 წლის ჩათვლით.....	90
ცხრილი 3.9. გათბობის და გაგრილების გრადუს-დღეები 2018 წ. მიხედვით.....	94

ნახაზების ნუსხა

83

ნახაზი 1.1. საქართველოში სათბურის გაზების ემისიების პროცენტული განაწილება სექტორებისა და ქვესექტორების მიხედვით.....	39
ნახაზი 1.2. საქართველოში სათბურის გაზების ემისიები სექტორებისა და ქვესექტორების მიხედვით (ხაზოვანი დიაგრამა)	39
ნახაზი 1.3. სათბურის გაზების ემისიების პროცენტული განაწილება ენერგეტიკის სექტორის მიხედვით	41
ნახაზი 1.4. სათბურის გაზების ემისიები ენერგეტიკის სექტორისა და ქვესექტორების მიხედვით (ხაზოვანი დიაგრამა).....	41
ნახაზი 2.1. საქართველოში ჯამური პირველადი ენ.რესურსები 2017წ.....	44
ნახაზი 2.2. საქართველოში ავტოტრანსპორტის პროცენტული განაწილება 2017წ.....	57
ნახაზი 2.3. საქართველოში მგზავრთბუნვის პროცენტული განაწილება 2017წ.....	58
ნახაზი 2.4. საქართველოში ტვირთბუნვის პროცენტული განაწილება 2017წ.....	58
ნახაზი 2.5. ერთფაქტორიანი განმეორებითი ANOVA (პირველი შედეგი)..	61
ნახაზი 2.6. ერთფაქტორიანი განმეორებითი ANOVA (მეორე შედეგი)	62
ნახაზი 2.7. ერთფაქტორიანი განმეორებითი ANOVA (მესამე შედეგი)	63
ნახაზი 2.8. ნახშირორჟანგის ემისიის ფაქტობრივი და მოსალოდნელი მნიშვნელობები	66
ნახაზი 2.9. წრფივი რეგრესიის განტოლება.....	67
ნახაზი 2.10. სათბურის გაზების პროგნოზი 2019-2030 წ. და 25%-იანი შემცირება.....	69
ნახაზი 3.1. გრძელვადიანი ინვესტიციების მიახლოებითი ანგარიში	72
ნახაზი 3.2. ლინგვისტური უმჯობესობის მათემატიკურ მოდელი	74

ნახაზი 3.3. კრიტერიუმების სარეიტინგო შეფასებები.....	78
ნახაზი 3.4. კრიტერიუმების საშუალო შეწონილი მნიშვნელობები.....	80
ნახაზი 3.5. ალტერნატიული დასაფინანსებელი ობიექტების საშუალო შეწონილი მნიშვნელობები	81
ნახაზი 3.6. ალტერნატიული დასაფინანსებელი ობიექტების პროცენტული განაწილება	81
ნახაზი 3.7. ობიექტების კრიტერიუმებთან შესაბამისობის „ხე“.....	82
ნახაზი 3.8. თითოეული ობიექტის თითოეულ კრიტერიუმთან შესაბამისობის მატრიცა.....	82
ნახაზი 3.9. განახლებადი წყაროებით გამომუშავების ტრენდის განტოლება.....	87
ნახაზი 3.10. განახლებადი წყაროებით გამომუშავების რეალური და მოსალოდნელი მნიშვნელობების დამოკ.გრაფიკი.....	88
ნახაზი 3.11. კომპ. პროგრამის www.degree-days.net გამოყენება.....	93

შესავალი

დისერტაციის თემა „ენერგეტიკის გავლენა კლიმატის ცვლილებაზე და მისი შემცირების გზები საქართველოში“ წარმოადგენს ერთ-ერთ აქტუალურ საკითხს, რადგან ელექტროენერჯის სულ უფრო მზარდი მოთხოვნის დასაკმაყოფილებლად ქვეყანამ უნდა მოახერხოს ისეთი ღონისძიებების გატარება, რომ შეამციროს გარემოზე ანთროპოგენური (ადამიანთა საქმიანობის შედეგად გამოწვეული) ზემოქმედება.

კლიმატის ცვლილების ძირითად მიზეზად მეცნიერული კვლევების საფუძველზე, სამართლიანად სახელდება სათბურის გაზების ემისიები. კვლევამ აჩვენა, რომ ემისიების თვალსაჩინო წყაროდ წარმოდგენილია ენერგეტიკის სექტორი მასში შემავალი ტრანსპორტის ქვესექტორის ჩათვლით. სათბურის გაზების შემადგენლობაში შედის ნახშირორჟანგი, მეთანი, ოზონი, გამაცივებელი და სხვა გაზები და ნაწილაკები, რომლებიც ხელს უწყობენ პლანეტის დათბობას, რაც აღიარებულია კლიმატის ცვლილების შესახებ გაეროს სამთავრობათაშორისო საბჭოს (IPCC) მიერ. „საქართველო-ევროკავშირის შორის ასოცირების შესახებ შეთანხმება“ განსაზღვრავს კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებულ ვალდებულებებს ეროვნულ დონეზე შემდეგ სფეროებში: კლიმატის ცვლილების შერბილება და ადაპტაცია, სერთიფიცირებული ემისიებით ვაჭრობა, კლიმატის ცვლილების საკითხების დანერგვა სამრეწველო პოლიტიკაში, სუფთა და დაბალემისიანი ტექნოლოგიების განვითარება. ასოცირების შეთანხმების მიზანია სათბურის გაზების ემისიების შემცირება და საქართველოს მოსახლეობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფა კლიმატის ცვლილებასთან საადაპტაციო ღონისძიებების განხორციელების გზით.

თემის აქტუალობა

კლიმატის ცვლილება, რომელიც მსოფლიომ აღიარა გლობალურ პრობლემად, მნიშვნელოვან ზემოქმედებას ახდენს საქართველოს გარემოზეც, კერძოდ, საქართველოში აღინიშნება კლიმატის ცვლილებით

გამოწვეული ისეთი უარყოფითი შედეგები, როგორცაა ჰაერის ტემპერატურის ზრდა, ნალექის და წყლის რესურსების შემცირება, შავი ზღვის დონის, წყალდიდობების, წყალმოვარდნების, მეწყრებისა და ღვარცოფების სიხშირის მომატება და სხვა.

პრობლემის მეცნიერული დამუშავებისა და შესწავლის დონე

საკითხის აქტუალობიდან გამომდინარე, ენერგეტიკის გავლენა კლიმატის ცვლილებაზე და მისი შემცირების გზების პოვნას საქართველოში ეძღვნება მრავალი მეცნიერის შრომები, მათ შორის პროფესორების, გია არაბიძის, თენგიზ ჯიშკარიანის, თემურ მიქიაშვილის, ომარ კილურაძის, ინგა ფხალაძის, მედეა ინაშვილის და სხვა. აღნიშნული კვლევა გამდიდრებულია ეროვნული ენერგო და ნახშირბად-ინტენსიურობის, აგრეთვე სხვა მნიშვნელოვანი მაკროეკონომიკური მაჩვენებლების ეკონომიკური ბუნების, ხასიათის, დინამიკის და გარემოზე ზემოქმედების ხარისხის შესწავლით, რაც მოთხოვნილია ევროკავშირის რეკომენდაციებში საქართველოს ენერგოსექტორში არსებული სიტუაციის მოსაგვარებლად ასახულ სამოქმედო დოკუმენტში „ენერგო და ტრანსპორტის პოლიტიკა.“

თანამედროვე ეტაპზე კლიმატის ცვლილების და მასთან დაკავშირებული ძირითადი პრობლემის ეკონომიკური კვლევა მოითხოვს სხვადასხვა ფაქტორების ღრმა მეცნიერულ შესწავლას და ანალიზს, რომლის გარეშეც შეუძლებელია სწორად გავერკვეთ ეკონომიკური მოვლენების არსში, გამოვყოთ მთავარი ფაქტორები, გამოვავლინოთ განვითარების ტენდენციები და დავსახოთ მათი შემდგომი სრულყოფის გზები, ამ ამოცანების წარმატებით გადაწყვეტის საშუალებას იძლევა მათემატიკური სტატისტიკის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი, კორელაციურ-რეგრესიული ანალიზის მეთოდი, რომელიც წინამდებარე კვლევაში ჩვენს მიერ არის გამოყენებული.

ნაშრომის მიზანი

კვლევის მიზანს წარმოადგენს კლიმატის ცვლილებაზე ენერგეტიკის გავლენის და იმ უამრავი ფაქტორის მეცნიერული შესწავლა, რაც ზემოქმედებას ახდენს კლიმატის ცვლილების ერთ-ერთ გამომწვევ მიზეზზე, სათბურის გაზების ემისიაზე. ენერგეტიკის სფეროში მოქმედი ქვესექტორებიდან უნდა შეირჩეს ის ობიექტები, რომელთაც ყველაზე ნაკლები ზეგავლენა აქვს კლიმატის ცვლილებაზე და შესაბამისად მათი სტიმულირება, ინვესტირება, რეფორმირება და ევროკავშირის სტანდარტებთან დაახლოება იქნება პრიორიტეტული არა მხოლოდ სათბურის გაზების ემისიის, არამედ სხვა მრავალი ფაქტორის გათვალისწინებითაც.

რადგანაც გართულებულია ამ სფეროებში ბევრ პრობლემასთან გამკლავება მხოლოდ მათემატიკური ფორმულირების გზით, აქედან გამომდინარე, კვლევის მიზანს წარმოადგენს გამოვიყენოთ ხელოვნური ინტელექტის ტექნიკა, როგორცაა ექსპერტული სისტემები, გენეტიკური ალგორითმი, ფაზი-ლოგიკა და ნეირონული ქსელები, წარმოშობილი ბოლო წლებში, როგორც ტრადიციული ჩვეულებრივი მათემატიკური ტექნიკის შემავსებელი ინსტრუმენტები. სადისერტაციო ნაშრომში დასმული ამოცანის გადაწყვეტა მოიცავს განუსაზღვრელობის სხვადასხვა ასპექტებს და შესაძლებელია „არამკაფიო ლოგიკის“ გამოყენებით. ამ თეორიის საშუალებით ოპტიმალური გადაწყვეტილების მიღება შეიძლება ლინგვისტური უმჯობესობის მათემატიკურ მოდელირების საფუძველზე შექმნილი პროგრამული უზრუნველყოფის პაკეტის გამოყენებით, სადაც ხელოვნურ ნეირონში შემავალი ინფორმაციის მიხედვით ხდება გამომავალი მნიშვნელობის გამოთვლა.

კვლევის ობიექტი

კვლევის ობიექტს წარმოადგენს საქართველოს ენერგეტიკა და მასში შემავალი ქვესექტორები ტრანსპორტის ქვესექტორის ჩათვლით, სადაც

ადგილი აქვს საწვავის წვას და სათბურის გაზების ემისიებს, აგრეთვე აქროლად ემისიებს ნავთობისა და ბუნებრივი გაზის ტრანსპორტირებისა და დისტრიბუციის პროცესში.

სადისერტაციო ნაშრომის სიახლე

- გაანალიზებულია ეროვნული ენერგო და ნახშირბადინტენსიურობის მაჩვენებლების ეკონომიკური ბუნება და ხასიათი რომლებიც გავლენას ახდენენ სათბურის გაზების ემისიის რაოდენობასა და შესაბამისად, კლიმატის ცვლილებაზე;
- შესწავლილი და თავმოყრილია დიდი რაოდენობის სტატისტიკური მონაცემები, რომელზე დაყრდნობით გამოანგარიშებულია ის მაკროეკონომიკური პარამეტრები, რომლებიც მნიშვნელოვანი ფაქტორებია კვლევაში გასათვალისწინებლად;
- ჩატარებულია კორელაციურ-რეგრესიული ანალიზი, კვლევის პროცესში გამოვლენილია ის ძირითადი ფაქტორები ($X_1 \dots X_{21}$), რომლებიც განსაზღვრავს ქვეყანაში სათბურის გაზების (GHG) ემისიების დინამიკას.
- შედგენილია რეგრესიის განტოლება და ექსპონენციალურ-რეგრესიული კვლევის საფუძველზე შემუშავებულია საპროგნოზო მოდელი;
- რეგრესიის განტოლების პარამეტრები გამოყენებულია სათბურის გაზების ემისიის ფაქტიური დინამიკის ანალიზისა და მოსალოდნელი შემცირების განსაზღვრისათვის პერსპექტიულ პერიოდში.
- მიღებული რეგრესიის განტოლების საფუძველზე გაკეთებულია საქართველოში სათბურის გაზების ემისიების პროგნოზი 2019-2030 წლებისთვის;

- შეზღუდული ფინანსური რესურსების პირობებში 2018-2030 წლებში ენერგოეფექტურობის მისაღწევად პოტენციური დასაფინანსებელი ობიექტების ასარჩევად, შექმნილია საქართველოში დასაფინანსებელი ობიექტების შერჩევის ლინგვისტური უმჯობესების მათემატიკური მოდელი;
- დამუშავებულია პოტენციური დასაფინანსებელი ობიექტებისთვის დამახასიათებელი კრიტერიუმების ლინგვისტური ტერმინები;
- დამუშავებულია კომპიუტერულ პროგრამაში შემავალი ინფორმაცია დასაფინანსებელი ობიექტის გარემოზე ზემოქმედების სხვადასხვა კრიტერიუმების მიხედვით. ექსპერტული შეფასების საფუძველზე, თითოეული კრიტერიუმისთვის მინიჭებულია შესაბამისი რაოდენობრივი მნიშვნელობა, პროგრამული პაკეტის ბაზაზე შესრულებული ანგარიშის მიხედვით შემავალი ინფორმაციის წონითი კოეფიციენტების და საერთო მახასიათებლებზე მათი გავლენის დონის შესაბამისად გაკეთებულია მატრიცა, ხოლო თვალსაჩინოებისთვის წარმოდგენილია შესაბამისი გრაფიკები და დიაგრამები.
- რეკომენდებულია, რომ 2018-2030 წლების განმავლობაში საქართველოს ენერგეტიკაში ჰიდრო, მზის, ქარის და ბიომასის ენერგიაზე მომუშავე ელექტროსადგურების, „შენობებში ენერგოდაზოგვის“ და „ნარჩენების მართვის“ დაფინანსება განხორციელდეს საერთაშორისო ორგანიზაციების, სახელმწიფოს ან კერძო პროგრამების საშუალებით. ასევე შესაძლებელია საქართველოს საპენსიო ფონდის აქტივები, რომელიც 2018-2030 წლების განმავლობაში გაიზრდება სავარაუდოდ 12,2 მლრდ აშშ დოლარამდე, გამოყენებულ იქნას კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებული პროექტების დასაფინანსებლად.

- შემოთავაზებულია კლიმატის ცვლილების შემცირების ერთ-ერთი გზა - „მწვანე ენერჯეტიკის“ განვითარება. საქართველოს შეუძლია ჩაერთოს ემისიების კვოტებით ვაჭრობაში და დაზოგილი ემისიის სერტიფიკატის (CER)-ის გაყიდვით მიიღოს გარკვეული შემოსავალი „მწვანე ენერჯეტიკის“ მიერ გამომუშავებული ელექტროენერჯის რაოდენობის შესაბამისად.
- საქართველოში ჰიდრო და ქარის ელექტროსადგურებით ელექტროენერჯის წარმოების 2010-2018 წლების სტატისტიკური მონაცემების საფუძველზე გაკეთებულია 2019-2030 წლებისთვის „მწვანე“ ელექტროსადგურების საპროგნოზო გამომუშავება,რის საფუძველზეც შეგვიძლია ვივარაუდოთ თუ რამდენით შემცირდება სათბურის გაზების ემისია, და გარდა ამისა, თუ ის ჩაერთვება ემისიები ვაჭრობაში, რამდენ მოგებას მიიღებს „მწვანე ენერჯის“ გაყიდვით;
- შემოთავაზებულია კლიმატის ცვლილების შემცირების სხვადასხვა გზები: ენერგოდაზოგვა მრეწველობაში, საყოფაცხოვრებო და კომერციულ სექტორებში, შენობების ენერგოეფექტიანობა, ტრანსპორტის ეფექტიანობა და სხვა.

კლიმატის ცვლილებაზე ენერჯეტიკის ზეგავლენის შესამცირებლად შემოთავაზებული რეკომენდაციები ჩამოყალიბებულია ფორმულირებით: ენერგოეფექტური ღონისძიებების გატარება, განახლებადი ენერჯის წყაროების გამოყენებით ელექტროენერჯის გამომუშავება, მაღალტექნოლოგიური მოწყობილობების ათვისება, საწვავის სტანდარტის შემოღება და რეგულაციების გამკაცრება, სამრეწველო ობიექტებში ძველი მოწყობილობების შეცვლა და განახლება, ძველ საზოგადოებრივ და კომერციული დანიშნულების შენობებში ენერგოეფექტური ღონისძიებების გატარება, ახალი შენობებისთვის სამშენებლო ნორმების შემოღება, პროდუქტების შეფუთვის შემცირება, გადამამუშავებელ მრეწველობასა და საშენ მასალათა წარმოებაში ენერგოეფექტიანი ტექნოლოგიების დანერგვა,

ბ.გაზის ტრანსპორტირებისა და განაწილების ძველი მილების შეცვლა და ა.შ.

ნაშრომის აპრობაცია

სადისერტაციო კვლევის ძირითადი საკითხები კვლევის დამუშავების სხვადასხვა ეტაპზე მოხსენებების სახით გაშუქდა საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციებზე, თემატურ სემინარებზე და კოლოკვიუმებზე. ნაშრომის ძირითადი ნაწილი გამოქვეყნებულია ჟურნალებში „ბიზნეს-ინჟინერინგი“, „ენერჯია“, „ეკონომიკა“ და სტუ-ის შრომების კრებულში.

ნაშრომის ძირითადი დებულებები განხილულ იქნა:

პროსპექტუსი-1-ზე სტუ-ს ელექტროენერგეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტის სადისერტაციო კოლეგიის სხდომაზე - ენერგეტიკა და კლიმატის ცვლილება. სტუ, 2017წ.;

პროსპექტუსი-2-ზე სტუ-ს ელექტროენერგეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტის სადისერტაციო კოლეგიის სხდომაზე - მსოფლიო ენერგობალანსი და საქართველოს ენერგოპოლიტიკა. სტუ, 2017წ.;

სემინარი-1-ზე სტუ-ს ელექტროენერგეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტის სადისერტაციო კოლეგიის სხდომაზე - დაბალემისიანი ენერჯის წყაროების გამოყენების პერსპექტივები, სტუ, 2018წ.;

სემინარი-2 -ზე სტუ-ს ელექტროენერგეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტის სადისერტაციო კოლეგიის სხდომაზე - კლიმატის ცვლილების შემარბილებელი ღონისძიებების საკანონმდებლო ბაზა, სტუ, 2018წ.;

კოლოკვიუმი-1-ზე სტუ-ს ელექტროენერგეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტის სადისერტაციო კოლეგიის სხდომაზე - კლიმატის ცვლილება და ემისიებით ვაჭრობის ტენდენციები. სტუ, 2018წ.;

კოლოქვიუმი-2-ზე სტუ-ს ელექტროენერგეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტის სადისერტაციო კოლეგიის სხდომაზე - ნახშირორჟანგის ემისიის შემცირების საპროგნოზო მოდელის შემუშავება. სტუ, 2018წ.;

კოლოქვიუმი-3-ზე სტუ-ს ელექტროენერგეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტის სადისერტაციო კოლეგიის სხდომაზე - კლიმატის ცვლილების შემცირების ღონისძიებები საქართველოში, სტუ, 2019წ.

საერთაშორისო კონფერენცია

1. კლიმატის ცვლილება და ემისიებით ვაჭრობის ტენდენციები. მოხსენებათა თეზისები მეხუთე საერთაშორისო ეკონომიკური კონფერენციზე „ეროვნული ეკონომიკის განვითარების მოდელები: გუშინ, დღეს, ხვალ. ქ.ქუთაისი, 20-21 ოქტომბერი, 2017წ. გვ. 334-337.
2. სხვადასხვა ტიპის ელექტროსადგურის გლობალური დათბობის პოტენციალის შეფასება. მოხსენებათა თეზისები სტუ-ს სტუდენტთა ღია სამეცნიერო კონფერენციზე „ენერგეტიკა და გარემო“. ქ.თბილისი, 15 თებერვალი, 2018წ. 4 გვ.

სადოქტორო დისერტაციის შემადგენელი ნაწილებია: შესავალი და ლიტერატურის მიმოხილვა. შედეგებს და მათა განსჯას ეთმობა სამი თავი და შვიდი პარაგრაფი. ნაშრომს თან ერთვის ნახაზები, ცხრილები და ორმოცი დასახელების ქართულ და ინგლისურ ენებზე გამოქვეყნებული ლიტერატურა, აგრეთვე გამოყენებული ინტერნეტრესურსები. ნაშრომის ბოლოს წარმოდგენილია დასკვნები და რეკომენდაციები.

ლიტერატურის მიმოხილვა

ნაშრომში განხილულია კლიმატის ცვლილებასთან და მის მავნე ზემოქმედებასთან დაკავშირებული ბოლო პერიოდში გამოქვეყნებული მასალა, კერძოდ, სახელმძღვანელოები, სტატიები და ამ თემატიკასთან დაკავშირებით დაცული სადოქტორო დისერტაციები. წინამდებარე დისერტაციაში დასმულ პრობლემას მრავალი ქართველი ავტორი განიხილავს თავის კვლევაში და შემოთავაზებულია მრავალი ალტერნატიული მეთოდი აღნიშნული პრობლემის გადაჭრისთვის. საკითხის აქტუალობიდან გამომდინარე, ენერგეტიკის გავლენა კლიმატის ცვლილებაზე და მისი შემცირების გზების პოვნას საქართველოში ეძღვნება მრავალი მეცნიერის შრომები, მათ შორის პროფესორების, გია არაბიძის, თენგიზ ჯიშკარიანის, თემურ მიქიაშვილის, ომარ კილურაძის, ინგა ფხალაძის, მედეა ინაშვილის და სხვა. გარდა ამისა, ნაშრომში გამოყენებულია ცნობილი მეცნიერების პუბლიკაციები სამეცნიერო ჟურნალებში „ენერჯია“, „სოციალური ეკონომიკა“, „საქართველოს ეკონომიკა“, აგრეთვე საქართველოს პირველი, მეორე და მესამე ეროვნული შეტყობინებები გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციაზე. ნაშრომში გამოყენებული სტატისტიკური მონაცემები ეყრდნობა სათბურის გაზების ინვენტარიზაციას, რომლებიც წარმოდგენილია საქართველოს სოფლის მეურნეობისა და გარემოს დაცვის სამინისტროს ოფიციალურ ვებ-გვერდზე, კერძოდ, საქართველოს გარემოს დაცვის მოქმედებათა მეორე ეროვნული პროგრამა (2012-2016) [1], საქართველოს გარემოს დაცვის მოქმედებათა მესამე ეროვნული პროგრამა (2017-2021) [2] და საქართველოს პირველი ორწლიური განახლებული ანგარიში კლიმატის ცვლილების შესახებ”, 2016წ [3].

ი.ფხალაძის სადოქტორო დისერტაციაში „კლიმატის ცვლილების შემარბილებელი ღონისძიებების ბაზაზე დაფუძნებული დაბალემისიებიანი სტრატეგიის შემუშავება საქართველოსათვის“ [4] გამოკვლეულია მდგრადი

ენერგეტიკული განვითარების სამოქმედო გეგმები, კერძოდ ენერჯის მოხმარება შენობებში და გარე განათების სექტორში. გამწვავებული ეკოლოგიური მდგომარეობის გამო, ევროკავშირის მიერ ჩამოყალიბდა ეგრეთ წოდებული „მერების შეთანხმება“, რომელიც ადგილობრივი და რეგიონული ხელისუფლებების ინიციატივას წარმოადგენს და მიზნად ისახავს ნებაყოფლობით გაზარდოს ენერგოეფექტიანობა და განახლებადი ენერჯის წყაროების გამოყენება, შეამციროს ნახშირორჟანგის ემისია, განავითაროს ეკოლოგიურად ორიენტირებული მწვანე ეკონომიკა, გააუმჯობესოს საცხოვრებელი პირობები და გაატაროს მდგრადი ენერგეტიკული პოლიტიკა. აღსანიშნავია, რომ მერების შეთანხმების საფუძველზე თბილისის მერია მიზნად ისახავს 2020 წლამდე თბილისი გადაიქცეს „მცირენახშირბადიან ქალაქად“. თბილისის შემდეგ „მერების შეთანხმებას“ შეუერთდა საქართველოს 12 ქალაქი, მათ შორის ბათუმი, რუსთავი, გორი, ქუთაისი, ზუგდიდი და სხვა, რომელთაც შეიმუშავეს და გამოაქვეყნეს ენერგეტიკის მდგრადი განვითარების სამოქმედო გეგმები. ნაშრომში ჩამოყალიბებულია საქართველოში ენერგეტიკის დაბალემისიებიანი განვითარების სცენარის შეფასება, ანალიზის ფარგლებში შესწავლილია სამი შესაძლო სცენარი, თუ რა გზებით ან საშუალებებით შეიძლება სათბურის გაზების ემისიების შემცირება, მაგალითად, ენერგოეფექტურობის და განახლებადი ენერჯების პრაქტიკული გამოყენების წილის გაზრდით, როგორც ელექტროგენერაციის, ასევე ენერგომოხმარების სექტორებში, ტრანსპორტის ქვესექტორში ერთი ტიპის საწვავის მეორე ტიპის საწვავით ან ელექტროენერჯით ჩანაცვლებით. მოდელის საშუალებით გაანალიზებულია საბაზისო სცენართან შედარებით 15, 20 და 25%-ით ემისიების შემცირების სტრატეგიები. ნაშრომში განხილულია მშენებლობაში „მწვანე შენობების“ პრაქტიკის დანერგვის უპირატესობები, რომელიც მართალია, ზრდის მშენებლობის ხარჯებს, მაგრამ სამაგიეროდ, მცირდება შენობების ექსპლუატაციის ხარჯები ენერგო რესურსების

ეკონომიის ხარჯზე. შეთავაზებულია შენობების “სიმწვანის” ხარისხის შეფასების რეიტინგული სისტემები და პარამეტრები.

მ.ინაშვილი სტატიაში „კლიმატის ცვლილება და ენერგეტიკის წინაშე მდგარი გამოწვევები საქართველოში და მათი გადაჭრის გზები” [5] აღნიშნავს, რომ მსოფლიო საზოგადოება და მათ შორის საქართველოც, უკვე დგას კლიმატის მიმდინარე ცვლილების შედეგების სერიოზული ანალიზისა და საკუთარი განვითარების გეგმებში სათანადო კორექტივების შეტანის აუცილებლობის წინაშე. ენერგეტიკის სფეროს ყველაზე პირდაპირი კავშირი აქვს ატმოსფეროში სათბურის გაზების კონცენტრაციასა და შესაბამისად, კლიმატის ცვლილებასთან, ტრანსპორტის ქვესექტორის ჩათვლით. ავტორი სამართლიანად აღნიშნავს, რომ ენერგეტიკასთან დაკავშირებული პრობლემის გადაჭრის სირთულე მდგომარეობს იმაში, რომ არ შეიძლება სათბურის გაზების ემისიის შემცირება ენერგეტიკის „დასუსტების“ ხარჯზე, რადგან ეს უარყოფითად აისახება ეკონომიკაზე. გარდა ამისა, გათბობის და გაგრილების საჭიროებით გამოწვეული ენერგომომხმარების ზრდა შეუქცევადია კლიმატის ცვლილების თანდათანობითი გამძაფრების პირობებში. ამრიგად დილემა მდგომარეობს იმაში, რომ ენერგიაზე მოთხოვნის განუხრელ ზრდაში თავისი წვლილი კლიმატის ცვლილებასაც ეკუთვნის, ამდენად, მნიშვნელოვანია მომავალ პერიოდში ზრდადი ენერგომომხმარების პრობლემის გადაჭრა სათბურის გაზების ემისიის შეზღუდვის პირობებში.

გ.პორადნიუკი სახელმძღვანელოში „რა უნდა გააკეთოს ქალაქმა, რომ გახდეს მერების შეთანხმების წარმატებული მონაწილე”[6], რეკომენდაციას აძლევს მერების შეთანხმების ხელმომწერ ქალაქებს, დაწერონ ქალაქის ენერგომენეჯმენტის ისეთი ეფექტური სისტემა, რომელიც შემოიტანს საერთაშორისო სტანდარტს ISO 50001:2011 სახელწოდებით „ენერჯის მართვის სისტემა”, შემუშავებულს სტანდარტიზაციის საერთაშორისო ორგანიზაციის (International Organization for Standardization (ISO) მიერ. აღსანიშნავია, რომ ISO 50001–ს საფუძვლად უდევს დემინგის ციკლი,

რომელიც მოიცავს შემდეგ მოქმედებათა ჯაჭვს: დაგეგმვა>შესრულება> შემოწმება>გამოსწორება. ამდენად, მერების სთანხმების მონაწილე ქალაქებმა უნდა შეიმუშავოს ენერჯის უფრო ეფექტური გამოყენების პოლიტიკა, დემინგის ციკლის თითოეული კომპონენტი შემდეგნაირია: დაგეგმვის პროცესი გულისხმობს ენერგეტიკული პოლიტიკის და მის საფუძველზე შესაბამისი სამოქმედო გეგმის შემუშავებას. შესრულების ქვეშ იგულისხმება სამოქმედო გეგმის განხორციელება ქალაქის ენერგეტიკული სექტორის მოდერნიზაციით. შემოწმება და სამოქმედო გეგმის განხორციელების კონტროლი, განხორციელება გაზომვებისა და მონიტორინგის მონაცემთა ანალიზით. გამოსწორება კი მოიცავს ენერგომენეჯმენტის სიტემაში აუცილებელი შესწორებების შეტანას, მისი გადასინჯვის შემდეგ და ენერგეტიკული პოლიტიკის შემდგომ განახლებას. ენერგომენეჯმენტის ფარგლებში უნდა შეიქმნას აღრიცხვის სისტემა და მონაცემთა ბაზა საბიუჯეტო სფეროს შენობებისთვის, რადგან მათ ენერგიაშემცველების, როგორცაა გაზის, ელექტროენერჯის, სითბოს და წყლის მოხმარების აღრიცხვის კარგად აღჭურვილი ხელსაწყოები გააჩნიათ. შედეგად, შესაძლებელია შენობების ეფექტიანი ენერგომენეჯმენტი რაც გულისხმობს ენერგოდაზოგვის პოტენციალის შეფასებას და ენერგოაუდიტს.

შედეგები და მათი განსჯა

I თავი

კლიმატის ცვლილების სფეროს სამართლებრივი ჩარჩო

1.1. „სათბურის გაზების“ არსი და მნიშვნელობა

კლიმატის ცვლილების ძირითად მიზეზად მეცნიერული კვლევების საფუძველზე, სამართლიანად სახელდება სათბურის გაზების სულ უფრო მზარდი ემისიები. კითხვაზე, თუ რომელია მსოფლიოში სათბურის გაზების ძირითადი წყაროები, სრულიად გონივრული პასუხია, რომ ადამიანთა უმრავლესობას არ აქვს ეს ინფორმაცია. კვლევამ აჩვენა, რომ ადამიანები უფრო მეტ აშკარა და თვალსაჩინო წყაროების გავლენას აქცევენ ყურადღებას, როგორცაა ავტომობილის გამონაბოლქვი და ტყეების განადგურება, მაგრამ ხორცისა და რძის პროდუქტების შედეგად გამოწვეული ეფექტი შეუმჩნეველი რჩება. სათბურის გაზების შემადგენლობაში შედის ნახშირორჟანგი, მეთანი, ოზონი, გამაცივებელი და სხვა გაზები და ნაწილაკები, რომლებიც ხელს უწყობენ პლანეტის დათბობას, რაც აღიარებულია კლიმატის ცვლილების შესახებ გაეროს სამთავრობათაშორისო საბჭოს (IPCC) მიერ.

ი. ფურიემ სათბურის ეფექტი 1824 წელს აღმოაჩინა, რომელიც გულისხმობს ინფრაწითელი გამოსხივების დაჭერის შედეგად დედამიწის ზედაპირის გათბობის პროცესს. გამოსხივებული ინფრაწითელი ფოტონების უდიდეს ნაწილს ატმოსფეროში არსებული სათბურის აირები და ღრუბლები იჭერს, გამთბარი ატმოსფეროს გამოსხივების ნაწილი კვლავ დედამიწის ზედაპირს უბრუნდება და უფრო მეტად ათბობს მას. სათბურის ეფექტი იწვევს დედამიწის ზედაპირის და ატმოსფეროს დათბობას, რაც საფრთხის მატარებელია ბუნებრივი ეკოსისტემებისა და კაცობრიობისათვის.

ამგვარად, „სათბურის გაზებს“ წარმოადგენენ: ნახშირორჟანგი (CO₂), მეთანი (CH₄), აზოტის ქვეჟანგი (N₂O), ჰიდროფტორნახშირბადები (HFC-ები), პერფტორნახშირბადები (PFC-ები) და გოგირდის ჰექსაფტორიდი (SF₆).

თითოეულ გაზს ინდივიდუალური წვლილი შეაქვს “სათბურის ეფექტში”. გაზების ნარევის წვლილი გლობალურ დათბობაში დამოკიდებულია იმაზე, თუ რა გაზები და რა პროპორციით შედიან ნარევაში. ყველაზე ძლიერი გაზებია SF₆, HFC-ები და PFC-ები. მეთანი 21-ჯერ მეტად ძლიერი გაზია, ვიდრე ნახშირორჟანგი, აზოტის ქვეყანგი კი 310-ჯერ უფრო მეტი. სათბურის გაზების ემისიების კონტროლისათვის შემოღებულია გაზების უნიფიცირებული ერთეული, რომელიც გამოსახავს საანგარიშო გაზის ემისიებს CO₂-ის ეკვივალენტებში (CO₂ ექ).

საქართველოში სათბურის გაზების ემისიები თითოეული გაზის მიხედვით და ჯამური ემისია (CO₂ ექ), 1990-2018 წლებში წარმოდგენილია ცხრილში. როგორც ცხრილის მონაცემები გვიჩვენებს, 1990 წელს სათბურის გაზების ემისია (CO₂-ის ეკვივალენტში) აღწევდა უმაღლეს ნიშნულს, რაც განპირობებული იყო საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული მძიმე და მსუბუქი სამრეწველო საწარმოების აქტიური ფუნქციონირებით. 1991 წლიდან გამოცხადდა ქვეყნის დამოუკიდებლობა და წარმოიშვა ისეთი სირთულეები, როგორც იყო გაზმომარაგების, ელექტრომომარაგების შეფერხება და მრეწველობის შეჩერება, შესაბამისად დაიწყო ემისიების შემცირებაც და უდაბლეს ნიშნულს მიაღწია 1998 წელს. 1999 წლიდან კვლავ იწყებს ზრდას და დღემდე მატების ტენდენცია გააჩნია ეკონომიკური აღმასვლის, საცხოვრებელი პირობების გაუმჯობესების და სატრანსპორტო საშუალებების რაოდენობის ზრდასთან ერთად [3].

ცხრილი 1.1. საქართველოში სათბურის გაზების ემისიები 1990-2006წ. (კტCO₂ ეკვ.)

გაზი	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
CO ₂	38 544	29 663	18 081	9 726	6 146	4 180	6 875	7 339	3 373	3 680	3 708
CH ₄	5 920	5 062	5 827	4 689	3 952	3 222	3 394	4 445	4 510	4 468	5 232
N ₂ O	2 724	2 385	1 996	1 626	1 298	1 399	2 003	2 168	1 703	2 058	1 833
სულ	47188	37110	25904	16041	11396	8801	12272	13951	9586	10205	10773

გაზი	2001	2002	2003	2004	2005	2006
CO ₂	3 877	3 682	3 933	4 843	5 043	6 245
CH ₄	4 580	4 455	4 784	4 757	4 439	4 950
N ₂ O	1728	2075	2180	1989	2402	2083
სულ	10185	10212	10897	11589	11885	13277

როგორც საქართველოს პირველი ორწლიური განახლებული ანგარიშიდან „კლიმატის ცვლილების შესახებ“ ჩანს, სათბურის გაზების ემისიის ტრენდები საქართველოში სექტორების მიხედვით 1990-2013 წლების პერიოდში შემდეგნაირია [3].

ცხრილი 1.2. სათბურის გაზების ემისიის ტრენდები საქართველოში სექტორების მიხედვით 2007-2013 წლების პერიოდში (მტ CO₂ ეკვ.)

წელი/სექტორი	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ენერგეტიკა	8,378	7,849	7,216	7,458	9,413	10,083	9,386
მრეწველობა	2,890	2,822	2,749	1,853	3,013	3,379	3,296
სოფლის მეურნეობა	2,651	2,552	2,604	2,408	2,353	2,502	2,732
ნარჩენები	1,063	1,086	1,067	1,226	1,243	1,260	1,265
ჯამი	14,982	14,309	13,636	12,945	16,022	17,224	16,679

სათბურის გაზების ემისიის ჯამური მაჩვენებლები 2014-2018 წლების მიხედვით აღებულია მსოფლიო ბანკის ერთიან მონაცემთა ბაზიდან*.

ცხრილი 1.3. საქართველოში სათბურის გაზების ემისიები 2014-2018 წწ (მტ CO₂ ეკვ.)

წელი	2014	2015	2016	2017	2018
ჯამური ემისია, მტ CO ₂ - ეკვ.	17,0	17,4	17,9	18,4	18,9

*<https://data.worldbank.org/indicator/>

გარემოს დაცვის თვალსაზრისით თანამედროვე მსოფლიოში ორი მნიშვნელოვანი კონტექსტი გამოიყოფა, ეს არის გლობალური კლიმატის ცვლილების შერბილება და ლოკალურ გარემოზე ზემოქმედება როგორც ენერგეტიკული ობიექტებიდან, როგორცაა ელექტროსადგურები, გადამცემი ხაზები და მილსადენები, ასევე მოხმარების სფეროდან, როგორცაა ტრანსპორტის გამონაბოლქვი, გათბობის სისტემები და ა.შ. კლიმატის ცვლილება, რომელსაც გლობალური ხასიათი აქვს, მნიშვნელოვან ზემოქმედებას ახდენს საქართველოს გარემოზეც, კერძოდ, საქართველოში აღინიშნება კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული შემდეგი უარყოფითი შედეგები: ტემპერატურის მატება, ნალექების რეჟიმის ცვლილება, წყლის ხელმისაწვდომობის შეზღუდვა, შავი ზღვის დონის

მატება, წყალდიდობების, წყალმოვარდნების, მეწყრებისა და ღვარცოფების სიხშირისა და ინტენსივობის მატება და სხვ. განვითარებული ქვეყნების ენერგეტიკულ სტრატეგიებში უფრო მეტი ყურადღება ეთმობა გლობალური კლიმატის ცვლილების საკითხებს ვიდრე ენერგეტიკული ობიექტების გარემოზე ზემოქმედების საკითხებს, რადგან იგულისხმება, რომ ეს უკანასკნელი ავტომატურად მოგვარებულია მოქმედი გარემოსდაცვითი კანონმდებლობის ფარგლებში. ატმოსფეროში არსებული სათბურის გაზები, როგორცაა ნახშირორჟანგი და ორთქლი, გამჭვირვალეა და ატარებს შემომავალ მზის სხივებს, მაგრამ ვერ ატარებს გამთბარი დედამიწის ზედაპირიდან არეკლილ ინფრაწითელ სხივებს. ეს გაზები მთავარ როლს თამაშობენ გლობალური ზედაპირის საშუალო ტემპერატურის განსაზღვრისას. ამდენად უფრო მეტი ყურადღება უნდა მიექცეს განახლებადი ენერჯის წყაროებიდან ელექტროენერჯის მიღებას. აღსანიშნავია, რომ საქართველოსთვის ალტერნატიული ენერჯის წყაროებს წარმოადგენს ქარის, მზის და გეოთერმული ენერჯიები, ხოლო ჰიდროენერჯია არის ენერჯის ფასეული წყარო. რაც შეეხება სხვა სახის ტექნოლოგიებს, ისინი ან მხოლოდ ექსპერიმენტის სტადიაზეა ან თავისი არსით ძალზე არაეკონომიურია და მათ კომერციალიზაციასა თუ განვითარებას ძალზე გრძელვადიანი პერსპექტივა აქვს. საწვავი ელემენტებისა და სუფთა ნახშირის ტექნოლოგიების, აგრეთვე სხვადასხვა სინთეზური საწვავის გამოყენება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია. 2010 წლის გაზაფხულზე საქართველო გახდა განახლებადი ენერჯის საერთაშორისო სააგენტოს (IRENA) წევრი, შესაბამისად, საქართველოს მთავრობა შეეცადა, რომ ქვეყნისთვის განახლებადი ენერჯის მთავალი რეგიონალური ცენტრის სტატუსი მოეპოვებინა და გადადგა შესაბამისი ნაბიჯები ე.წ. „ტრადიციული“ ენერჯო პროექტების, მსხვილი ჰიდრო და თბოელექტროსადგურების მხარდასაჭერად. საქართველოს მთავრობამ ოფიციალურად მიმართა ევროპის ენერგეტიკულ თანამეგობრობას (European Energy Community, EEC) სრულუფლებიანი წევრის სტატუსზე,

ამისთვის საქართველომ უნდა შეასრულოს თანამეგობრობის ხელშეკრულება და მასთან დაკავშირებული გარემოსდაცვითი კანონმდებლობა, მათ შორის, კიოტოს პროტოკოლი, IPPC დირექტივა 96/61, გარემოზე ზემოქმედების შეფასების დირექტივა (85/337), ენერგოსისტემის დერეგულაცია და სხვ. 2017 წელს საქართველო შეუერთდა (მოახდინა რატიფიცირება) „გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის კლიმატის ცვლილების პარიზის შეთანხმებას“. საქართველოსა და ევროკავშირს შორის ასოცირების შესახებ შეთანხმება და მისი სამოქმედო გეგმა ითვალისწინებს ახალი კანონმდებლობის შემუშავებას გარემოს დაცვის მოქმედებათა მესამე ეროვნული პროგრამის (2017-2021წ.) მოქმედების პერიოდში. „ეროვნულ დონეზე განსაზღვრული წვლილის“ დოკუმენტის თანახმად, საქართველო გეგმავს 2030 წლისათვის 25%-ით შეამციროს თავისი „სათბურის აირების ემისია „ტრადიციული ბიზნესის“ სცენარით განსაზღვრული მნიშვნელობის მიმართ. ხელშეკრულებაში ასახულია ისეთი ასპექტები, როგორცაა ტექნიკური მხარდაჭერა, წვდომა იაფ ფინანსურ რესურსებზე და ტექნოლოგიების გადაცემა. სათბურის გაზების გაფრქვევის 25%-იანი შემცირება კი უზრუნველყოფს 2030 წლისათვის 40%-იან შემცირებას 1990 წლის დონის მიმართ [2].

სათბურის გაზების ძირითადი წყაროებიდან აღსანიშნავია ელექტროენერჯის და სითბოს მიღების პროცესი ჰიდრო და თბო ელექტროსადგურებიდან, აგრეთვე ელექტროენერჯის და სითბოს სამრეწველო წყაროებიდან. ქვანახშირის, ბუნებრივი გაზისა და სხვა წიაღისეული საწვავის წვა მთელ მსოფლიოში სათბურის გაზების ემისიების უდიდესი წყაროა. ელექტროსადგურის ფუნქციონირებისას ქვანახშირიდან ბუნებრივი გაზზე გადასვლა უდავოდ არის გაუმჯობესება, მაგრამ აუცილებელია ელექტროენერჯისა და სითბოს მიღების ნულოვანი (მზის, ქარის, გეოთერმული ან ბირთვული) ემისიის წყაროებზე აქცენტირება.

1.2. სათბურის გაზების ეროვნული ინვენტარიზაცია

კლიმატის ცვლილების სფეროს ეროვნულ პოლიტიკაზე მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს საერთაშორისო შეთანხმებები და ხელშეკრულებები, მათ შორის უმნიშვნელოვანესი „საქართველო-ევროკავშირის შორის ასოცირების შესახებ შეთანხმება“ [7] განსაზღვრავს კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებულ ვალდებულებებს ეროვნულ დონეზე შემდეგ სფეროებში: კლიმატის ცვლილების შერბილება და ადაპტაცია; სერთიფიცირებული ემისიებით ვაჭრობა; კლიმატის ცვლილების საკითხების დანერგვა სამრეწველო პოლიტიკაში; სუფთა და დაბალემისიანი ტექნოლოგიების განვითარება.

„დაბალემისიანი განვითარების სტრატეგიის“ (LEDS) მიზანია: უზრუნველყოს ინტეგრირებული კომპლექსური მიდგომა გრძელვადიანი მდგრადი განვითარებისათვის, ქვეყნის განვითარების მიზნები და თავისებურებების გათვალისწინებით და დაეხმაროს ქვეყანას კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებით ნაკისრი საერთაშორისო ვალდებულებების შესრულებაში და აგრეთვე სახელმწიფო და კერძო წყაროებიდან დაფინანსების მოპოვებაში.

„ეროვნულად მისაღები შემარბილებელი ქმედებები“ (NAMA) მოიცავს: ტყის ადაპტაციური და მდგრადი მართვას, ბიომასის ეფექტიანი გამოყენებას სოფლად კლიმატის ცვლილების მიმართ მდგრადი განვითარებისათვის, საცხოვრებელ შენობებში ენერგოეფექტურობის ღონისძიებების გატარებას და ვერტიკალურად ინტეგრირებული „ეროვნულად მისაღები შემარბილებელი ქმედების“ განხორციელებას (V-NAMA) საქალაქო ტრანსპორტის სექტორში.

საქართველო აქტიურად არის ჩართული ევოკავშირის ინიციატივასთან, სახელწოდებით „მერების შეთანხმება“. ამ პროექტის ფარგლებში მომზადებულია „მდგრადი ენერგეტიკული სამოქმედო გეგმების“ (SEAP) საფუძველზე მომზადდა სათბურის აირების ემისიების შემცირების „ტრადიციული ბიზნესისა“ და ალტერნატიული სცენარები. „მერების

შეთანხმების“ ხელმომწერია თოთხმეტი ადგილობრივი ადმინისტრაციული ერთეული: 10 ქალაქი და 4 მუნიციპალიტეტი. შეთანხმებაზე ხელმოწერით მათ აიღეს 2020 წლისთვის სათბურის აირების ემისიების CO₂-ის ექვივალენტებში დაახლოებით 846 ათასი ტონით შემცირების ვალდებულება.

საბოლოოდ, განისაზღვრა შემდეგი გრძელვადიანი მიზანი და მოკლევადიანი ამოცანები. მიზანი არის სათბურის აირების ემისიების შემცირება და საქართველოს მოსახლეობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფა კლიმატის ცვლილებასთან საადაპტაციო ღონისძიებების განხორციელების გზით, ხოლო კონკრეტული ამოცანები ჩამოყალიბებულია შემდეგნაირი ფორმულირებით, რომ შეიქმნას სათბურის აირების ემისიების შემცირების წინაპირობები, გაიზარდოს ქვეყნის საადაპტაციო პოტენციალი და მოხდეს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისადმი ანგარიშგების ვალდებულებების შესრულების უზრუნველყოფა.

გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენცია, რომელიც მიღებულ იქნა 1992 წელს, განსაზღვრავს, რომ მსოფლიო საზოგადოების მიზანის წარმოადგენს ატმოსფეროში სათბურის გაზების ემისიების სტაბილიზაციას იმ დონეზე, რომელიც არ დაუშვებს დედამიწაზე საშიშ ანთროპოგენურ ზემოქმედებას.

საერთაშორისო თანამეგობრობის უნარი, სათბურის გაზების ემისიების შემცირებით მიაღწიოს დასახულ მიზანს, დამოკიდებულია სათბურის გაზების ემისიების ტრენდების სრულყოფილ ცოდნაზე. ეროვნული ემისიებისა და შთანთქმის წყაროების შესახებ კონვენციის დანართ I-ში არშესული ქვეყნებისათვის ანგარიშგების ძირითადი მექანიზმი ეროვნული შეტყობინებაა, ხოლო დანართ I-ში შესული ქვეყნები ყოველწლიურად წარადგენენ დამოუკიდებელ ეროვნულ ანგარიშს სათბურის გაზების ინვენტარიზაციის შესახებ. საერთაშორისო თანამეგობრობა სათბურის გაზების ეროვნული ინვენტარიზაციის სახელმძღვანელო დოკუმენტად

იყენებს 2006 წლის IPCC მეთოდოლოგიას [8], სადაც განხილულია შემდეგი სექტორები:

1. ენერგეტიკა (CRF სექტორი 1);
 2. სამრეწველო პროცესები (CRF სექტორი 2);
 3. გამხსნელებისა და სხვა პროდუქტების მოხმარება (CRF სექტორი 3);
 4. სოფლის მეურნეობა (CRF სექტორი 4);
 5. მიწათსარგებლობა, ცვლილებები მიწათსარგებლობაში და სატყეო მეურნეობა (CRF სექტორი 5);
 6. ნარჩენები (CRF სექტორი 6).
- I. პირველი ეროვნული შეტყობინება საქართველოში [9] თარიღდება 1999 წლით, რომელიც დაეყრდნო 1980-1996 წლების მონაცემებს; ანგარიშში წარმოდგენილია სათბურის გაზების ინვენტარიზაცია, სადაც ენერგეტიკას გააჩნია განსაკუთრებული როლი თავისი შემადგენელი კომპონენტებით:
- ა) ენერგეტიკული რესურსები;
 - ბ) ენერჯის წარმოება და მოხმარება;
 - გ) ენერგეტიკა და ნახშირორჟანგის ემისია;
 - დ) ტრანსპორტი.
- II. მეორე ეროვნული შეტყობინება [10] თარიღდება 2009 წლით და წარმოდგენილია 1998-2006 წლების მონაცემებით; სათბურის გაზების ემისიები დათვლილია სექტორებისა და ქვესექტორების მიხედვით. სულ წარმოდგენილია 6 სექტორი, მათ შორის ენერგეტიკის (პირველი სექტორი) მოიცავს შემდეგ ქვესექტორებს:
- ა) სათბობის წვა;
 - ბ) ელექტროენერჯისა და სითბოს წარმოება;
 - გ) გადამამუშავებელი მრეწველობა და მშენებლობა;
 - დ) ტრანსპორტი;
 - ე) საყოფაცხოვრებო, კომერციული და საზოგადოებრივი ქვესექტორები.

III. მესამე ეროვნულმა შეტყობინებამ [11], რომელიც თარიღდება 2014 წლით, განახორციელა 2007-2011 წლების ინვენტარიზაცია; სათბურის გაზების ემისიები დათვლილია სექტორებისა და ქვესექტორების მიხედვით. სულ წარმოდგენილია 6 სექტორი, მათ შორის ენერგეტიკის (პირველი სექტორი) მოიცავს შემდეგ ქვესექტორებს:

- ა) ენერგოინდუსტრია;
- ბ) გადამამუშავებელი მრეწველობა და საშენ მასალათა წარმოება;
- გ) ტრანსპორტი;
- დ) აქროლადი ემისიები მყარი სათბობიდან;
- ე) აქროლადი ემისიები ნავთობისა და ბ.გაზისგან;
- ვ) სხვა ქვესექტორები.

მესამე ეროვნული შეტყობინების ფარგლებში ჩატარებულმა სათბურის გაზების ინვენტარიზაციამ აჩვენა, რომ საქართველოში სათბურის გაზების ემისიებში წამყვან როლს ასრულებს ენერგეტიკის სექტორი ტრანსპორტის ქვესექტორის ჩათვლით. 2030 წლისთვის მოსალოდნელია ენერჯის მოხმარების მნიშვნელოვანი ზრდა, რაც საჭიროს გახდის ელექტროსისტემის სიმძლავრის გაზრდას, ამავე დროს გამოყენებულ უნდა იყოს საერთაშორისო ბაზარზე ელექტროენერჯის ექსპორტის შესაძლებლობები.

IV. მეოთხე ეროვნული შეტყობინებისთვის მომზადებულია საქართველოს გარემოს დაცვის 2017-2021 წლებში სამოქმედო გეგმა (NEAP-3), რომელიც ეფუძნება საქართველოს სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების სტრატეგიას „საქართველო 2020“-ით განსაზღვრულ პრინციპებს [12] და გულიხმობს ეკონომიკური განვითარების პროცესში ბუნებრივი რესურსების რაციონალურ გამოყენებას, გარემოსდაცვით უსაფრთხოებას, ენერგეტიკის მდგრადი განვითარების უზრუნველყოფას და ბუნებრივი კატასტროფების თავიდან აცილებას. მუშაობის პროცესშია საქართველოს კანონი სახელწოდებით „გარემოსდაცვითი პასუხისმგებლობის შესახებ“, რომელიც წარმოქმნის სამართლებრივ ჩარჩოს „დამბინძურებელი იხდის პრინციპის“ შესაბამისად.

კლიმატის ცვლილების ძირითადი მიზეზები გამოწვეულია სოფლის მეურნეობასა და მიწათსარგებლობაში განხორციელებულ ცვლილებასთან, მაგალითად, გლობალური სათბურის გაზების დაახლოებით ერთი მეხუთედი მიიღება ძირითადად, ტყეებისგან გაჩეხვისაგან და გარემოს გაუდაბურებისგან, აგრეთვე საწვავის გამოყენებისაგან სოფლის, სატყეო და თევზჭერის მეურნეობაში, ასევე ნიადაგის ემისიებისა და ტყის ხანძრებისგან.

დღევანდელი მსოფლიოს სამრეწველო წარმოების პროდუქცია უზრუნველყოფს ბევრ სათბურის გაზებს, ასეთია ლითონების, ქიმიური წარმოება და გამოყენება, ცემენტის წარმოება და მრავალი სხვა პროდუქტი. ნიშანდობლივია საგზაო საცობები და გამონაბოლქვი ქალაქების თავზე. სავარაუდოდ, გამონაბოლქვის ყველაზე თვალსაჩინო წყარო მოდის ტრანსპორტიდან. ესენია: საავიაციო, სარკინიგზო და საავტომობილო ტრანსპორტი. ელექტრო და ჰიბრიდული ავტომობილების წილი მართალია, იზრდება, მაგრამ არასაკმარისად. მნიშვნელოვანის ისეთი პროცესის გამოყოფა, როგორცაა აქროლადი ემისიები. სანამ სათბობი დაიწვება, ის უკვე ასწრებს ატმოსფეროში ემისიების გაფრქვევას, ასეთია ნავთობგადამამუშავებელი წარმოების პროდუქტების და მეთანის გაჟონვისგან წარმოქმნილი ემისიები, რაც სერიოზული და რთულად გადასაწყვეტი საკითხებია.

ყურადსაღებია ისეთი ფაქტორი, როგორცაა სურსათის ნარჩენები. კვების პროდუქტებიდან და სურსათის ნარჩენებისგან წარმოქმნილი ემისიები იწყება ჯერ კიდევ იქიდან, სანამ ფერმას დატოვებს და განაგრძობს განაწილებას, შენახვას და გამოყენებას ბაზრებსა და რესტორნებში და მოსახლეობის სამზარეულოებში.

ინდუსტრიულ, კომერციულ და საცხოვრებელი ნაგებობებში, მათ შორის საჯარო ადმინისტრირების შენობებში, სამინისტროებში, მუნიციპალურ შენობებში, სახელმწიფო უწყებებში, სკოლებში, უნივერსიტეტებში და კოლეჯებში ფართოდ გამოიყენება ჰაერის გამათბობელი, გამაგრილებელი,

სამაცივრო და სავენტილაციო მოწყობილობები, რომლებიც ხელს უწყობს გლობალური ემისიების გამოფრქვევას. სათბურის გაზების ეროვნული ინვენტარიზაციის ბოლო ანგარიშის [3] თანახმად, სათბურის გაზების კლასიფიკატორი შემდეგნაირად ჩამოყალიბდა (იხ. 1.4 ცხრილი).

საქართველოში სათბურის გაზების ემისიები სექტორების მიხედვით

ენერგეტიკის სექტორი განიხილავს საწვავის წვას ენერგონდუსტრიაში, ტრანსპორტზე, გადამამუშავებელ მრეწველობასა და საშენ მასალათა წარმოებაში, აგრეთვე ისეთ სეგმენტებში, როგორცაა კომერციული, საზოგადოებრივი, საყოფაცხოვრებო და საჯარო ობიექტები, სოფლის მეურნეობა, თევზრეწვა და სატყეო მეურნეობა. ამავე სექტორში განიხილება აქროლადი ემისიები მყარი, თხევადი და გაზური სათბობიდან. სამრეწველო პროცესების ქვესექტორი მოიცავს სათბურის გაზების ემისიებს მინერალური პროდუქტების, ქიმიური მრეწველობის, ლითონების, სასმელებისა და საკვები პროდუქტების წარმოების და ფტორნახშირწყალბადებისა და SF₆-ის მოხმარების კატეგორიებიდან. ნედლეულის ქიმიურად ან ფიზიკურად გარდაქმნის შედეგად სამრეწველო პროცესებში წარმოიშობა სათბურის გაზები, რომელთა შემადგენლობაში შედის ნახშირორჟანგი, მეთანი, აზოტის ქვეჟანგი და სხვა.

გამხსნელების და სხვა პროდუქტების მოხმარების ქვესექტორი ძირითადად შედგება სამედიცინო სფეროში ანესთეზიიდან სათბური გაზების, კერძოდ აზოტის ქვეჟანგის ემისიისგან.

საქართველოს სოფლის მეურნეობის სექტორი, როგორც სათბურის გაზების გაფრქვევების წყარო, შედგება ოთხი ქვეკატეგორიისგან, ესენია: ნაწლავურ ფერმენტაცია, ორგანული სასუქების, ანუ ნაკელის მართვა, სასოფლო-სამეურნეო ნიადაგების დამუშავება და სასოფლო-სამეურნეო ნარჩენების მინდორში წვა. ტერმინში „ცვლილებები მიწათსარგებლობაში და სატყეო მეურნეობაში“ იგულისხმება ცვლილებები სატყეო მიწების, სახნავ-სათესი სავარგულების, სათიბ-სამოვრების, ჭარბტენიანი მიწების, დასახლებების და სხვა მიწების გამოყენებაში.

ცხრილი 1.4. სათბურის გაზების ემისიების კლასიფიკატორი [3]

ენერგეტიკა	
A.	საწვავის წვა (სექტორული მიდგომა)
1.	ენერგოინდუსტრია
2.	გადამამუშავებელი მრეწველობა და მშენებლობა
3.	ტრანსპორტი
4.	სხვა სექტორები
5.	სხვა
B.	აქროლადი ემისიები საწვავიდან
1.	მყარი საწვავი
2.	ნავთობი და ბუნებრივი გაზი
სამრეწველო პროცესები	
A.	მინერალური პროდუქტები
B.	ქიმიური მრეწველობა
C.	ლითონის წარმოება
D.	სხვა პროდუქტები
E.	ჰალოგენნახშირბადისა და გოგირდის ჰექსაფტორიდის წარმოება
F.	ჰალოგენნახშირბადისა და გოგირდის ჰექსაფტორიდის მოხმარება
G.	სხვა
გამხსნელების და სხვა პროდუქტების მოხმარება	
სოფლის მეურნეობა	
A.	ნაწლავური ფერმენტაცია
B.	ნაკელის გამოყენება
C.	ბრინჯის მოყვანა
D.	სასოფლო-სამეურნეო ნიადაგები
E.	სავანის გამიზნული/დამკვიდრებული წვა
F.	ნარჩენების მინდორში წვა
G.	სხვა
ცვლილებები მიწათსარგებლობაში და სატყეო მეურნეობაში	
A.	ცვლილებები ტყისა და სხვა ხის ბიომასის მარაგებში
B.	ტყის და სათიბ-სამოვრების დანიშნულების ცვლილება
C.	მართული მიწის ნაკვეთების მიტოვება
D.	CO ₂ -ის ემისია და შთანთქმა ნიადაგის მიერ
E.	სხვა
ნარჩენები	
A.	მყარი ნარჩენების განთავსება
B.	ნახშირი წყლების გაწმენდა
C.	ნარჩენების წვა
D.	სხვა
სხვა	
დამატებითი პუნქტები	
საერთაშორისო საავიაციო და საზღვაო ტრანსპორტისათვის განკუთვნილი საწვავი	
	საავიაციო
	საზღვაო
CO ₂ -ის ემისიები ბიომასიდან	

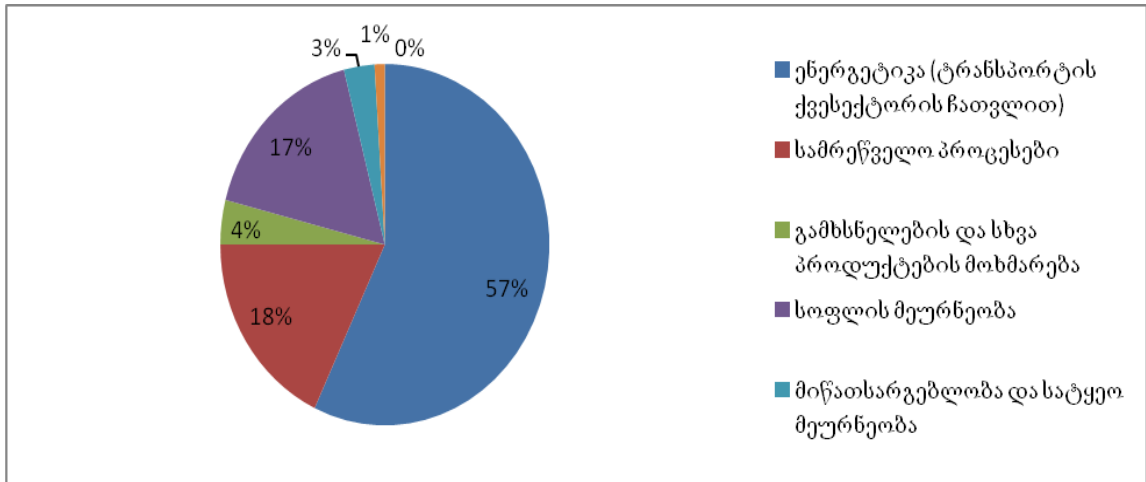
საქართველოში არ ხორციელდება პირწმინდა ჭრები, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს მიწათსარგებლობის ცვლილება, ხოლო ნახშირბადის რაოდენობა სახნავ-სათეს მიწებზე დამოკიდებულია მათზე გაშენებულ სახეობებზე, მართვის პრაქტიკაზე და კლიმატურ პირობებზე. სათიბ-სამოვრები წარმოადგენს ნახშირორჟანგის ემიტორს, რაც განპირობებულია სამოვრების ინტენსიური, უსისტემო გამოყენებით და შედეგად ნიადაგში ნახშირბადის დაგროვების შემცირებით. ჭარბტენიანი მიწების კატეგორია მოიცავს იმ ფართობებს, რომლებიც მთელი წლის განმავლობაში დაფარულია ან გაჯერებულია წყლით.

ნარჩენების მართვის სექტორი მოიცავს საყოფაცხოვრებო ნარჩენებს, საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო ობიექტებიდან ჩამდინარე წყლებს.

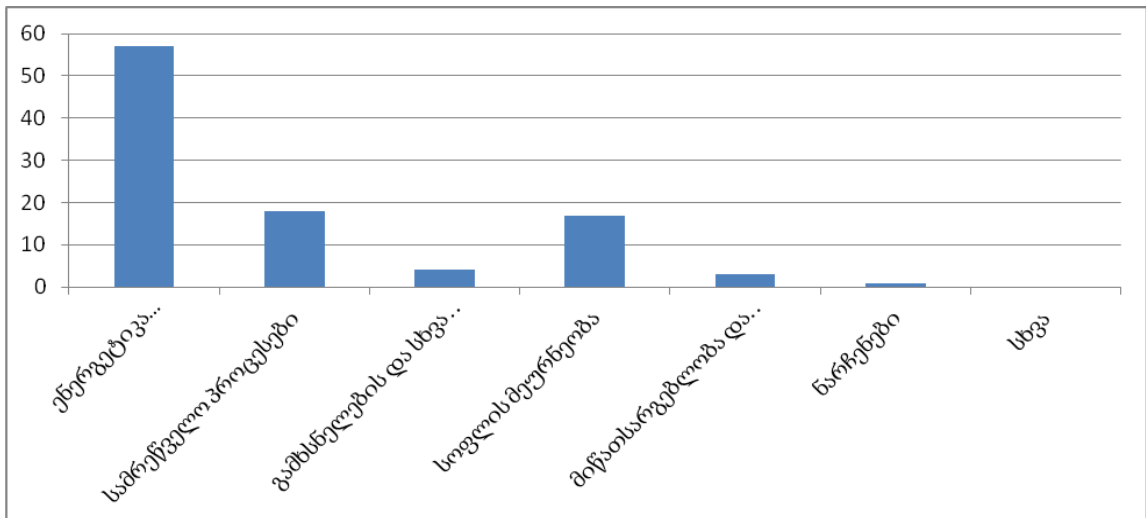
1.5. ცხრილში წარმოდგენილია საქართველოში სათბურის გაზების ემისიები სექტორებისა და ქვესექტორების მიხედვით [3], საიდანაც ჩანს, რომ პირველ ადგილს იკავებს ენერგეტიკა (ტრანსპორტის ქვესექტორის ჩათვლით) -57%, ანუ თითქმის 60%-ით, მეორე ადგილზეა სამრეწველო საწარმოო პროცესები 18% და მესამე ადგილზეა სოფლის მეურნეობა 17%-ით.

ცხრილი 1.5. სათბურის გაზების ემისიები სექტორებისა და ქვესექტორების მიხედვით [3]

1	ენერგეტიკა (ტრანსპორტის ქვესექტორის ჩათვლით)	57
2	სამრეწველო პროცესები	18
3	გამხსნელების და სხვა პროდუქტების მოხმარება	4
4	სოფლის მეურნეობა	17
5	მიწათსარგებლობა და სატყეო მეურნეობა	3
6	ნარჩენები	1
7	სხვა	0.0001
	სულ, პროცენტულად	100



ნახაზი 1.1. საქართველოში სათბურის გაზების ემისიების პროცენტული განაწილება სექტორებისა და ქვესექტორების მიხედვით [3]



ნახაზი 1.2. საქართველოში სათბურის გაზების ემისიები სექტორებისა და ქვესექტორების მიხედვით (ხაზოვანი დიაგრამა)[3]

ენერგეტიკის სექტორში უმთავრესი ქვესექტორების დახასიათება

ენერგოინდუსტრია გულისხმობს თბოელექტროსადგურებში ელექტროენერჯის მისაღებად გამოიყენებულ ორგანული სათბობს, როგორცაა ნახშირი, ნავთობი ან ბ.გაზი, რომელთა წვის შედეგად სათბობის ქიმიური ენერჯია გარდაიქმნება ორთქლის თბურ ენერჯიად, ორთქლის თბური ენერჯია გარდაიქმნება მექანიკურ ენერჯიად ხოლო მექანიკური ენერჯია გარდაიქმნება ელექტროენერჯიად. ამგვარად,

ორგანული სათბობის მოხმარება წარმოადგენს ელექტროენერჯის წარმოების წყარო-კატეგორიიდან ემისიების მთავარ მიზეზს.

გადამამუშავებელი მრეწველობის და მშენებლობის ქვესექტორში მიმდინარეობს საწვავის ბაირის, დიზელის ან ნავთობის წვა, რათა მივიღოთ ისეთი პროდუქტები, როგორცაა თუჯი, ფოლადი, ფეროშენადნობები, ქიმიკატები, საშენი მასალები, ქაღალდი, კვების პროდუქტები, სასმელები, თამბაქო და სხვა, საიდანაც წარმოიქმნება სათბურის გაზების ემისიები.

ტრანსპორტის სექტორში სათბურის გაზების ემისიის მთავარი მიზეზი არის საწვავის წვის პროცესები შემდეგ სახეობებში: საგზაო ტრანსპორტი, სარკინიგზო ტრანსპორტი, სამოქალაქო ავიაცია, შიდა საწყალოსნო ტრანსპორტი და მილსადენები.

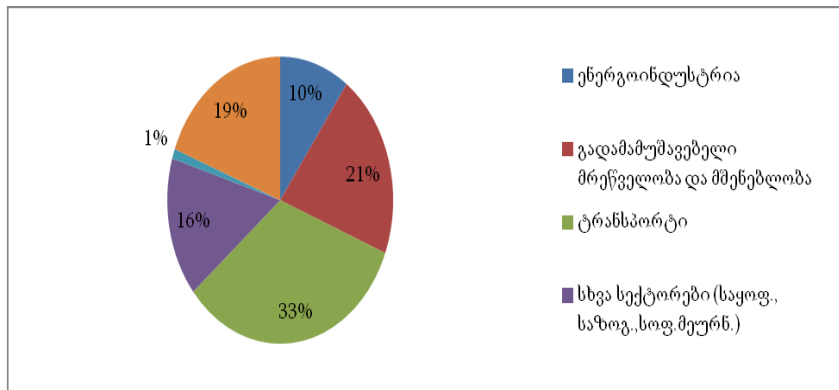
სხვა სექტორებში ემისიები წარმოიშობა საწვავის წვისას შემდეგ სფეროებში: კომერციული, საზოგადოებრივი, საყოფაცხოვრებო და საჯარო ობიექტები, სოფლის მეურნეობა, თევზრეწვა და სატყეო მეურნეობა.

აქროლად ემისიებში იგულისხმება მეთანის გაფრქვევები ქვანახშირის მოპოვებიდან და გადამამუშავებიდან, აგრეთვე ნავთობსა და ბუნებრივ აირთან დაკავშირებული აქტივობებიდან, რაც გამოწვეულია ტრანსპორტირებისა და დისტრიბუციის დროს ბუნებრივი აირის დანაკარგით.

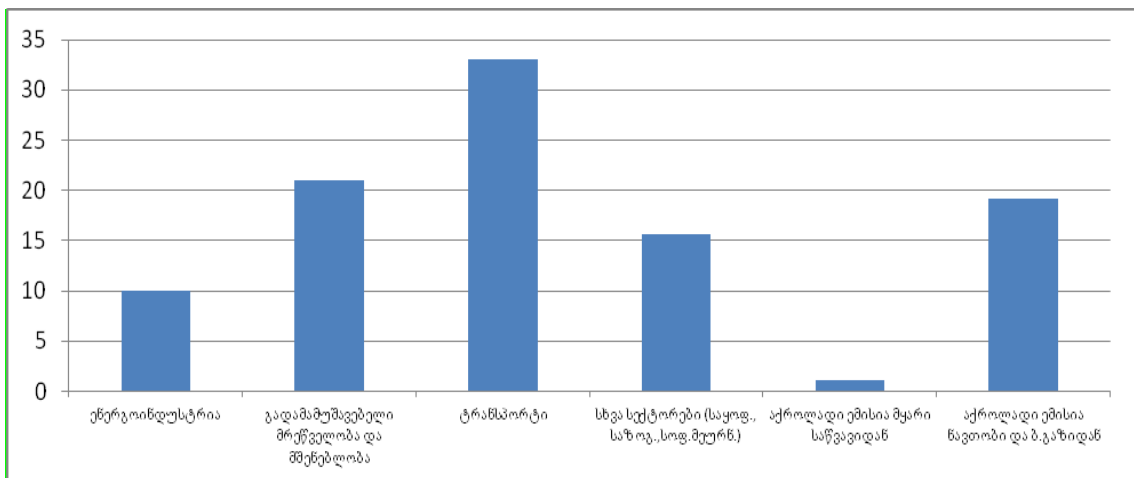
ცხრილში წარმოდგენილია საქართველოში სათბურის გაზების ემისიები ენერგეტიკის სექტორის მიხედვით [3], საიდანაც ჩანს, რომ ენერგეტიკის დარგში შემავალი ქვესექტორებიდან ლიდერობს ტრანსპორტის ქვედარგი 33%-ით, შემდეგ მოჰყვება გადამამუშავებელი მრეწველობა და სამშენებლო მასალათა წარმოება 21%-იანი მაჩვენებლით, ხოლო მესამე ადგილს იკავებს ენერგეტიკული წარმოება 10%-ით.

ცხრილი 1.6. მიხედვით სათბურის გაზების ემისიები ენერგეტიკის სექტორის მიხედვით[3]

A. საწვავის წვა		
1	ენერგონდუსტრია (ელექტროენერჯის და სითბოს წარმოება)	10
2	გადამამუშავებელი მრეწველობა და სამშენებლო მასალათა წარმოება	21
3	ტრანსპორტი	33
4	სხვა სექტორები (სავაჭრო/საყოფაცხოვრებო/სოფლის მეურნეობა, თევზრეწვა და სატყეო მეურნეობა)	15,7
B. აქროლადი ემისიები საწვავიდან		
1	მყარი საწვავი	1,1
2	ნავთობი და ბუნებრივი აირი სულ, პროცენტულად	19,2 100



ნახაზი 1.3. საქართველოში სათბურის გაზების ემისიების პროცენტული განაწილება ენერგეტიკის სექტორის მიხედვით [3]



ნახაზი 1.4. საქართველოში სათბურის გაზების ემისიები ენერგეტიკის სექტორის მიხედვით (ხაზოვანი დიაგრამა)[3]

II თავი

სათბურის გაზების ემისიის ზეგავლენა კლიმატის ცვლილებაზე

2.1. ეროვნული ენერგო/ნახშირბად/ინტენსიურობის მაჩვენებლები

საქართველოსა და ევროკავშირს შორის განსაზღვრული სამოქმედო გეგმა მოითხოვს საქართველოს ენერგეტიკული პოლიტიკის მეტად დაახლოებას და ჰარმონიზებას ევროკავშირის ენერგეტიკული პოლიტიკის მიზნებთან. ევროკავშირის რეკომენდაციები საქართველოს ენერგოსექტორში არსებული სიტუაციის მოსაგვარებლად მოცემულია სამოქმედო დოკუმენტში „ენერგო და ტრანსპორტის პოლიტიკა“ [13], სადაც აღნიშნულია, რომ განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ეროვნულ ენერგო/კარბონ ინტენსიურობის მაჩვენებლებს, კერძოდ, როგორ შეესაბამება ეროვნული ენერგო/ნახშირბად ინტენსიურობა რეგიონის მსგავს ქვეყნებს? მაღალია, თუ დაბალი? გარდა ამისა, ტენდენციის ანალიზი: ზრდა/ვარდნა (%) -ად ზემოთ აღნიშნული მონაცემების ფონურ სიტუაციასთან შედარებით. ამასთან აღსანიშნავია, რომ საქართველოს, მეზობელ ქვეყნებთან შედარებით, ნაკლები აქვს ნახშირბადის ინტენსიურობა, ვინაიდან ჰიდროს წილი მოხმარებულ ენერგიაში 60%-ია.

„გლობალური ენერგოინტენსიურობა“ და „გლობალური ნახშირბადინტენსიურობა“ ის მაჩვენებლებია, რომლების საშუალებითაც ხდება ადამიანის ეკონომიკური აქტივობების გარემოზე ზემოქმედების ეფექტურობის გაზომვა. მსოფლიოს მდგრადი განვითარების უზრუნველსაყოფად აუცილებელია ამ მაჩვენებლებზე თვალყურის დევნება. გლობალური ენერგოინტენსიურობა განიმარტება, როგორც მსოფლიოს მასშტაბით მთლიანი ენერჯის მოხმარება შეფარდებული მთლიან მსოფლიო პროდუქტზე, ხოლო ნახშირბადის ინტენსიურობა, განისაზღვრება, როგორც სათბურის გაზების მთლიანი ემისიების შეფარდება მთლიან მსოფლიო პროდუქტზე, რომელიც ასევე მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური მაჩვენებელია. მიუხედავად იმისა, რომ

განვითარებული ეკონომიკის მქონე ქვეყნებში ადგილი აქვს ენერჯის მოხმარების აბსოლუტურ ზრდას, ამ პერიოდშიც შესაძლებელია ენერგოინტენსიურობის შემცირება, რადგან ინდუსტრიულმა ქვეყნებმა გადაუხვიეს ინდუსტრიალიზაციის პერიოდში მიღებულ მიდგომას და ახალ „ცოდნაზე დაფუძნებულ ეკონომიკაზე“ გადაინაცვლეს.

განვიხილოთ ეროვნული ენერჯო და ნახშირბადინტენსიურობის მაჩვენებლების ეკონომიკური ბუნება და ხასიათი რომლებიც გავლენას ახდენენ სათბურის გაზების ემისიის რაოდენობასა და შესაბამისად, კლიმატის ცვლილებაზე. აქ მნიშვნელოვანია ენერგეტიკული რესურსების კლასიფიკაცია პირველად და მეორეულ რესურსად. პირველადი ენერგეტიკული რესურსების TPES (Total Primary Energy Source) ჯამურ მოცულობაში მოიაზრება შემდეგი: ქვანახშირი, ნედლი ნავთობი, ნავთობპროდუქტები, ბუნებრივი გაზი, ატომური ენერჯია, ჰიდროენერჯია, გეოთერმული, მზის და სხვა ენერჯია, ელექტროენერჯია, ბიოსაწვავი და ნარჩენები, თბოენერჯია. ენერგოინტენსიურობის ეროვნული მაჩვენებლებია:

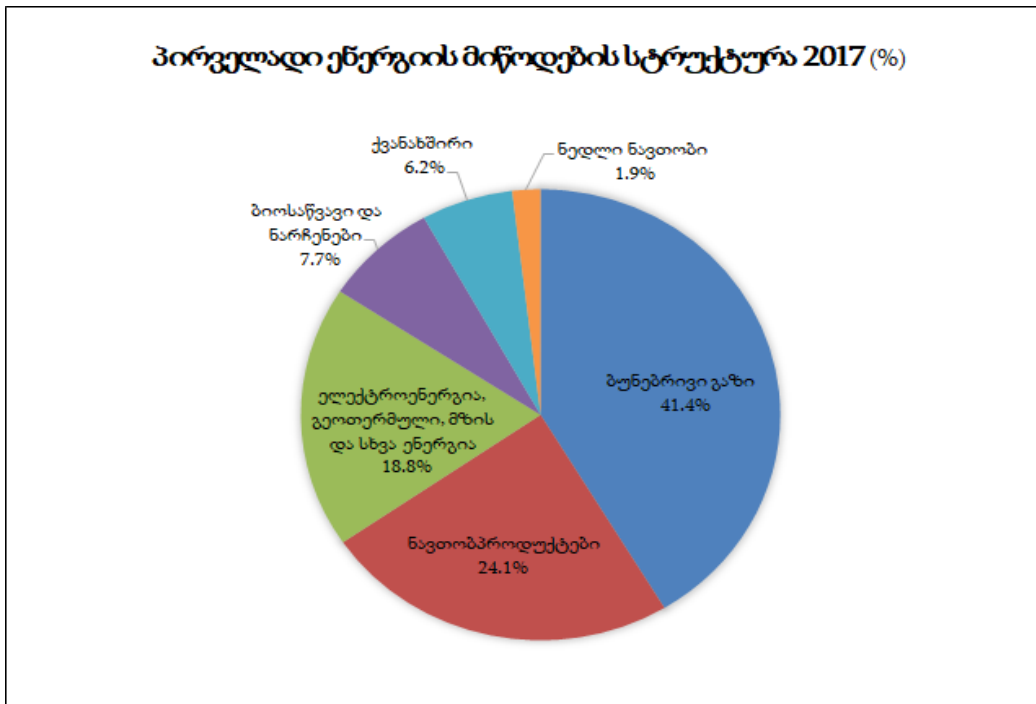
❖ **მოსახლეობის ენერგოინტენსიურობა - პირველადი**

ენერჯორესურსები მოსახლეობის ერთ სულზე გადაანგარიშებით (TPES/მოსახლეობა);

❖ **მშპ-ს ენერგოინტენსიურობა - პირველადი ენერჯორესურსები მთლიანი შიგა პროდუქტის ერთ ლარზე გადაანგარიშებით (TPES/მშპ).**

მშპ-ს ენერგოინტენსიურობა, სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, არის იმის მაჩვენებელი, თუ რამდენ სათბურის გაზებს გამოვიმუშავებთ, როდესაც ჩვენი ეკონომიკის ერთ ლარს ვქმნით. ის მოიაზრება, როგორც ენერჯოეფექტიანობის მაჩვენებელი, თუ როგორ გარდაიქმნება პირველადი ენერჯია მთლიან შიდა პროდუქტში (მშპ).

აღსანიშნავია, რომ საქართველოში ჯამური პირველადი ენერგორესურსების მთლიან მოცულობაში ყველაზე დიდი ხვედრითი წილი უკავია იმპორტირებულ ბუნებრივ გაზს, მაგალითად, 2017 წელს ბუნებრივი გაზის იმპორტმა შედგინა თითქმის 44% [14].



ნახაზი.2.1. საქართველოში ჯამური პირველადი ენერგორესურსები 2017 წ.

მთლიანი შიგა პროდუქტის ენერგოინტენსიურობის (TPES/მშპ) მაჩვენებელი მიზანშეწონილია იყოს 1-ზე ნაკლები, ხოლო მაღალი ენერგოინტენსიურობა ნიშნავს, რომ ქვეყანაში არ არის დანერგილი თანამედროვე ტექნოლოგიები და წარმოება არაენერგოეფექტურია. ენერგოინტენსიურობის შემცირების მეთოდები მოიცავს თერმოდინამიკური ან ეფექტურობის პროცესების გაუმჯობესებას, როგორცაა მაგალითად, სამშენებლო მასალის საიზოლაციო თვისებების გაზრდა. ეს არ უნდა აგვერიოს უბრალოდ ნაკლები ენერჯის გამოყენებაში, რადგან ზოგიერთმა ცვლილებამ შეიძლება კიდევ უფრო შეამციროს მთლიანი შიდა პროდუქტი და შესაბამისად გაზარდოს ენერგეტიკული ინტენსიურობა. ეფექტურობა, რომლითაც შესაძლებელია გარკვეული

ენერგეტიკული პროცესების გაუმჯობესება, თერმოდინამიკური კანონებით შემოიფარგლება საბაზისო დონეზე, თუმცა, ეკონომიკური საქმიანობის ბუნების შეცვლა ამ შეზღუდვებს არ ექვემდებარება. მაგალითად, ინტელექტუალური საკუთრება საჭიროებს ძალიან მცირე ენერგეტიკას, მაგრამ მშპ-ში წვლილი შეაქვს. ეკონომიკური მდგომარეობა ძლიერ გავლენას ახდენს ენერგეტიკის ინტენსიურობაზე. ზოგადად, დომინანტური, მაღალი მომსახურების ღირებულების მქონე ქვეყნები, როგორცაა შვეიცარია, გააჩნია დაბალი ენერგეტიკული ინტენსიურობა, ხოლო მსხვილი ნავთობის ეკონომიკის ქვეყნებს, როგორცაა კანადა, რუსეთი და საუდის არაბეთი, ხასიათდებიან მაღალი ენერგო ინტენსიურობით. თუმცა, ზოგიერთი განვითარებადი ქვეყანა, როგორცაა ბანგლადეში აქვს ყველაზე დაბალი ენერგეტიკული ინტენსიურობა, რადგან ისინი ძალიან ეფექტურად გარდაქმნიან ენერგეტიკულ რესურსებს მშპ-ში. ბევრმა განვითარებული ეკონომიკის ქვეყანამ შეამცირა თავისი წარმოება ენერგეტიკის ინტენსიურობის საფუძველზე, რადგან ისინი უფრო ეფექტიან ინდუსტრიას წარმოადგენენ და გადადიან საზღვარგარეთიდან პროდუქციის იმპორტზე. ზოგიერთი ეკონომისტი ვარაუდობს, რომ ენერგოეფექტურობის გაზრდა ენერჯის გამოყენებას შედარებით აიაფებს, რითაც ეკონომიკურ ზრდას აძლიერებს, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს ენერგეტიკისა და სათბურის გაზების ემისიების გაზრდა. ამ თეორიის ერთი ვერსია ცნობილია, როგორც ჯევონსის პარადოქსი (Jevons Paradox). ამ ეფექტის ხარისხი გაურკვეველია, მაგრამ მისი იგნორირება არ შეიძლება, ამიტომ ეფექტურობის გაუმჯობესება შეიძლება გამოყენებულ იქნეს გადასახადებთან ან ემისიასთან ერთად, რათა შეამცირონ რაიმე მნიშვნელოვანი ეფექტი. იმპორტის დიდი წილი და მშპ-ს მაღალი ენერგოინტენსიურობა თავისთავად უშლის ხელს ქვეყნის ეკონომიკის კონკურენტუნარიანობის ზრდას. ამასთან, საქართველო კვლავაც მნიშვნელოვან წილადაა დამოკიდებული იმპორტირებულ ორგანულ საწვავზე, რაც ზრდის ქვეყნის ეკონომიკური და პოლიტიკური

დამოკიდებულების რისკს. ნახშირბადინტენსიურობის ეროვნული მაჩვენებლებია:

- ❖ კონკრეტული ქვეყნის სათბურის გაზების (GHG) ემისიის ჯამური რაოდენობა წლიურად, (ტCO₂ექვ.);
- ❖ მოსახლეობის ნახშირბადინტენსიურობა - სათბურის გაზების ემისია მოსახლეობის ერთ სულზე გადაანგარიშებით (GHG ტCO₂ექვ./კაცი);
- ❖ მშპ-ს ნახშირბადინტენსიურობა - სათბურის გაზების ემისია მთლიანი შიგა პროდუქტის ერთ ლარზე გადაანგარიშებით (GHG ტCO₂ექვ./მშპ).

მშპ-ს ნახშირბადინტენსიურობა წარმოადგენს სათბურის გაზის ემისიის ეკონომიკური აქტივობის ერთეულს, როგორც წესი, მშპ-ში და მიზანშეწონილია იყოს 0-ზე ნაკლები. აბსოლუტური ემისიის ფასეულობებისგან განსხვავებით, ემისიის ინტენსიურობა მშპ-ს მიმართ შედარებითი მაჩვენებელია. მშპ-ის ემისიის ინტენსიურობის გაზრდა ნიშნავს მთლიანი შიდა პროდუქტის ერთეულის შექმნისთვის გარემოს ნახშირორჟანგით დაბინძურების გაზრდას.

ენერჯის გამოყენებისას ნახშირბადის ინტენსიურობის დიდ შემცირებას შეიძლება ადგილი ჰქონდეს იმ შემთხვევაში, როცა მაღალემისიანი სათბობის ჩანაცვლება ხორციელდება დაბალემისიანი სათბობით, მაგალითად ქვანახშირის ბუნებრივი გაზით, ან ნებისმიერი წიაღისეული საწვავის, ენერჯის ბირთვული და განახლებადი ენერჯის წყაროებით, როგორცაა ქარი, ბიომასა, გეოთერმული, ჰიდრო და მზე. სხვა სათბურის გაზები, როგორცაა აზოტის ოქსიდი და მეთანი, რომელიც შეიძლება გადავიყვანოთ CO₂ გლობალური დათბობის პოტენციალის ეკვივალენტურ ერთეულებში, შეიძლება შემცირდეს სასოფლო-სამეურნეო პროცესების შეცვლით.

დღეისათვის ბევრ ქვეყანაში შეინიშნება ტენდენცია, გამოიყენოს იაფი ენერჯის წყარო, მაგრამ სამწუხაროდ, როგორც ჩანს, ორი უმსხვილესი სათბურის გაზების ემიტერს, აშშ-ს და ჩინეთს მაღალი ნახშირბადის მქონე ნახშირის მნიშვნელოვანი რეზერვები დაუტოვებიათ. ქვანახშირის მომხმარებელი ელექტროსადგურებისთვის ნახშირბადის ჩაჭერისა და შემცირების ტექნოლოგია შეამცირებს მშპ-ის ნახშირბადის ინტენსიურობას ნახშირბადის შემცირებისა და ელექტროენერჯის წარმოების გაზრდის გზით. ნავთობის ჩანაცვლება ზოგიერთი პირველი თაობის ბიოსათბობით გაზრდის ნახშირბადის ინტენსიურობას მცენარეთა დაცვის გაუარესების და აზოტის სასუქების ემისიების გამო. თუმცა, ბიოსათბობი, რომელიც მიღებულია შაქრის ლერწმიდან, ლიგნო-ცელულოზური მარაგიდან და აგრეთვე ანაერობულ (უჟანგბადო) პირობებში მიღებული ბიოგაზი შეამცირებს ნახშირბადის ინტენსიურობას ნავთობპროდუქტების გამოყენებასთან შედარებით.

გარდა ამისა, არსებობს მთელი რიგი მაჩვენებლები, რომლებსაც კავშირი აქვთ კლიმატის ცვლილებასა და სათბურის გაზების (GHG) ემისიასთან, ასეთებია:

მშპ მოსახლეობის ერთ სულზე გადაანგარიშებით

ეკონომიკის განვითარება ზოგჯერ იზომება მთლიანი შიგა პროდუქტის (მშპ) გათვალისწინებით, ხოლო ერთ სულ მოსახლეზე გადაანგარიშებით განისაზღვრება ქვეყნის ცხოვრების სტანდარტის მაჩვენებელი. ერთ სულ მოსახლეზე მაღალი მწარმოებლურობის მქონე ქვეყნები, აშშ, ევროკავშირი და იაპონია, არიან პასუხისმგებელი გლობალური სათბურის გაზების (GHG) -ის ემისიების უმრავლესობაზე. თუმცა, ბოლო პერიოდში ჩინეთის, ბრაზილიისა და ინდოეთის ეკონომიკური აღორძინება განაპირობებს მათ დაწინაურებას ემისიების გაფრქვევაში. მათი მოსახლეობის ზომა კომბინირებულია სწრაფ ეკონომიკური ზრდასთან, თუმცა მათ ჯერ კიდევ გრძელი გზა აქვთ გასავლელი სრულად განვითარებული ეკონომიკის დონის მიღწევამდე.

ეკონომიკური ზრდა დომინირებს თანამედროვე პოლიტიკურ და ეკონომიკურ აზროვნებაში და ეს აისახება ჩვენს სამომხმარებლო ორიენტირებულ კულტურაში. ბიზნესი გაფართოებას ცდილობს და ადამიანები უფრო მოტივირებული არიან, რომ უფრო მეტი დრო დაუთმონ სამუშაოს და მეტი მოგება მიიღონ. მსოფლიო ეკონომიკა იმდენად დამოკიდებულია ენერგეტიკის წიაღისეული საწვავზე, სასუქებისა და სინთეზური სამომხმარებლო პროდუქციის ფართო სპექტრზე, რომ სათბურის გაზების (GHG) - ის ემისიების ზრდა ისტორიულად უკავშირდება ეკონომიკურ ზრდას.

ელექტროენერჯის წმინდა მოხმარება და მოსახლეობის ერთ სულზე გადაანგარიშებით

თანამედროვე მსოფლიოს ყურადღების ცენტრშია ენერჯის რაციონალური გამოყენების საკითხი, როგორც მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური და ეკონომიკური პრობლემა. ელექტრო ენერჯის მოხმარების შემცირება იწვევს თბოსადგურების მიერ გამომუშავებული ელექტროენერჯის შემცირებას და აქედან გამომდინარე, მცირდება გარემოს დაბინძურება სათბურის გაზებით: ნახშირორჟანგი, მეთანი, აზოტის ქვეჟანგი და სხვა. გარდა ამისა, ენერგეტიკული დანახარჯები ყველა პროდუქციის თვითღირებულების უდიდეს წილს შეადგენს და ამდენად, მათი შემცირება იძლევა დიდ ეკონომიკურ ეფექტს. ამავდროულად, ქვეყნის ენერგოუსაფრთხოების უზრუნველყოფისთვის მეტად მნიშვნელოვანია ელექტროენერჯის წარმოების მოცულობის გადიდება განახლებადი ენერჯის მაქსიმალური გამოყენებით. განახლებადი ენერჯის წყაროებს მიეკუთვნება მზის, ქარის, გეოთერმული, ზღვის მოქცევის და ტალღების, ბიომასის და ჰიდროენერჯია. ელექტროენერჯის ბალანსში წარმოდგენილი საერთო მოხმარების ფორმულირება ასეთია: საერთო მოხმარება = ელექტროენერჯის წარმოება+(პლუს)იმპორტი-(მინუს)ექსპორტი.

საქართველოს ელექტროენერჯის ბალანსის თანახმად, წმინდა მოხმარება შედგება [15]:

1. ელექტროენერჯის მომხმარებლებზე მიწოდება, მათ შორის: სადისტრიბუციო კომპანიებზე: (აფხაზეთი; თელასი; კახეთის ენერჯოდისტრიბუცია; ენერჯო-პრო ჯორჯია);
2. მიწოდება პირდაპირ მომხმარებლებზე („ჯორჯიან მანგანეზი“, „ჯორჯიან უოთერ ენდ პოუერი“; „საქართველოს რკინიგზა“; „რუსთავი სტილ კორპორეიშენ კომპანი“; შპს „მარნეული 1931“; შპს „აჭარა ენერჯი-2007“);
3. გაჩერებული ელექტროსადგურების საკუთარი მოხმარება.

ელექტროენერჯის საერთო გამომუშავება და გამომუშავება თესებით

ჰაერის დაბინძურების მნიშვნელოვანი წყაროა ენერჯეტიკული სექტორი, განსაკუთრებით თბოსადგურებში ტექნოლოგიური მიზნით გამოყენებული მყარი და თხევადი სათბობი. საქართველოში მთლიანი გამომუშავებული ელექტროენერჯის 1/5 თბოელექტროსადგურებში (თეს-ი) გამომუშავდება, ამასთან, თეს-ის მარგი ქმედების კოეფიციენტი არ აღემატება 40%-ს, ხოლო გამაციებული წყალსაცავი მდინარის თბურ დაბინძურებას იწვევს. გამოყენებული ბუნებრივი გაზის წვის პროცესის დაწყება და მისი სტაბილური გაგრძელება შესაძლებელია მხოლოდ გარკვეული პირობების შექმნისას - გაზში შესაბამისი რაოდენობის აირის შერევისა და წვის გარკვეული ტემპერატურული რეჟიმის მიღწევისას, ამ პირობებზე არის დამოკიდებული წვის პროცესი სრული თუ არასრული იქნება. ამგვარად, თეს-ებს ახასიათებს გარემოს რადიაციული და ტოქსიკური დაბინძურება, ვინაიდან ნახშირი და ნაცარი შეიცავს ურანის და მთელი რიგი ტოქსიკური ელემენტების ბევრად უფრო მეტ კონცენტრაციას, ვიდრე მიწის ქერქის ბუნებრივი ფონი, ამავე დროს მიწის ზედაპირთან მიმდებარე საჰაერო ფენებში იზრდება CO₂-ის კონცენტრაცია. ცხრილში 2.1 წარმოდგენილია 2007-2018 წლებში ელექტროენერჯის წარმოება და

ჰიდრო და თბოელექტროსადგურების ფარდობითი მონაწილეობა საერთო გამომუშავებაში [15].

ცხრილი 2.1. ელექტროენერჯის წარმოება და ჰიდრო და თბოელექტროსადგურების ფარდობითი მონაწილეობა საერთო გამომუშავებაში 2007-2018 წლებში [16]

წელი	წარმოება, მგტსთ			ჰესი %	თესი %
	გენერაცია	ჰესებით	თესებით		
2007	8345700	6831200	1514500	0,819	0,181
2008	8450000	7169000	1281500	0,848	0,152
2009	8407700	7417000	990700	0,882	0,118
2010	10057700	9374900	682800	0,932	0,068
2011	10104500	7892400	2212000	0,781	0,219
2012	9697600	7220000	2477100	0,745	0,255
2013	10058700	8271000	1787700	0,822	0,178
2014	10369600	8333700	2035900	0,804	0,196
2015	10832600	8453800	2378700	0,780	0,220
2016	11573600	9329200	2235500	0,806	0,193
2017	11531200	9210400	2233000	0,799	0,194
2018	12148600	9949300	2114900	0,819	0,174

2.2. სათბურის გაზების ემისიის საპროგნოზო მოდელის შემუშავება

თანამედროვე ეტაპზე კლიმატის ცვლილების და მასთან დაკავშირებული ძირითადი პრობლემის ეკონომიკური კვლევა მოითხოვს სხვადასხვა ფაქტორების ღრმა მეცნიერულ შესწავლას და ანალიზს, რომლის გარეშეც შეუძლებელია სწორად გავერკვეთ ეკონომიკური მოვლენების არსში, გამოვყოთ მთავარი ფაქტორები, გამოვავლინოთ განვითარების ტენდენციები და დავსახოთ მათი შემდგომი სრულყოფის გზები, ამ ამოცანების წარმატებით გადაწყვეტის საშუალებას იძლევა მათემატიკური სტატისტიკის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი, კორელაციურ-რეგრესიული ანალიზის მეთოდი. ეკონომიკური მოვლენების კორელაციურ-რეგრესიული ანალიზი მოიცავს შემდეგ ეტაპებს:

- ❖ მოვლენათა არსისა და მათ შორის კავშირის შესაძლებლობის წინასწარი თეორიული ანალიზი;
- ❖ შესასწავლი ერთობლიობის საზღვრების დადგენა და ანალიზისათვის საჭირო ინფორმაციის პირველადი დამუშავება;
- ❖ კორელაციურ-რეგრესიული მოდელის შედგენა და ამოხსნა;
- ❖ კორელაციურ-რეგრესიული მოდელის შეფასება და ანალიზი.

მოვლენათა არსისა და მათ შორის კავშირის შესაძლებლობის წინასწარი თეორიული ანალიზის დროს საჭიროა განისაზღვროს კვლევის ძირითადი ნიშანი და ამოცანა, უნდა შეირჩეს შედეგობრივი ნიშანი, ანუ ეკონომიკური მაჩვენებელი, რომელიც შედარებით ზუსტად ახასიათებს დასახულ ამოცანას. მაჩვენებელთა სისტემა იყოფა ხარისხობრივ და რაოდენობრივ მაჩვენებლებად. ხარისხობრივი მაჩვენებლები განსაზღვრავენ შესასწავლი ობიექტების არსებით თავისებურებებს და თვისებებს, რაოდენობრივი მაჩვენებლები კი განსხვავებული განზომილების რიცხვითი მახასიათებლებია. ხარისხობრივი მაჩვენებლებია: მიზნობრივი, რომელთა შემადგენლობაც განისაზღვრება ქვეყანაში სოციალურ-ეკონომიკური სიტუაციებით; გარე და ეკოლოგიური, რომელიც მოიცავს სამართლებრივ-საკანონმდებლო უზრუნველყოფას და ეკონომიკური ერთეულის „მიმართებას“ ეკოლოგიასთან; სამეცნიერო - ტექნიკური, ტექნოლოგიური, რომელიც ახასიათებს სამრეწველო ფირმებში ან საწარმოებში ტექნიკურ და ტექნოლოგიურ მდგომარეობას, თანამედროვე მიმართულებებს და ა.შ.

ასევე უნდა შეირჩეს ფაქტორ-არგუმენტები, ანუ შედეგის განსაზღვრული ეკონომიკური მაჩვენებელი. ფაქტორ-არგუმენტების შერჩევა მრავალსტადიურია. წინასწარ ანალიზში ჩაირთვება ყველა ის ფაქტორი, რომლებმაც გავლენა უნდა იქონიონ საშედეგო მაჩვენებელზე. მომდევნო ეტაპზე რაოდენობრივი ანალიზით ამ ფაქტორებიდან შეირჩევა შედარებით მნიშვნელოვანი ფაქტორები, რომლებიც საბოლოოდ უნდა ჩაირთოს კორელაციურ-რეგრესიულ მოდელში. ამ დროს გათვალისწინებული უნდა იქნას ის გარემოება, რომ მოდელში ჩართულ

ფაქტორ-არგუმენტებს შორის არ უნდა იყოს წრფივი ფუნქციონალური ან მჭიდრო კორელაციური კავშირი. კორელაციურ-რეგრესიული ანალიზის დროს წინასწარ შერჩევას საჭიროებს შედეგობრივ და ფაქტორულ ნიშნებს შორის კავშირის ფორმა, ანუ რეგრესიის მრუდის ამსახველი კორელაციური განტოლების ტიპი. როცა კორელაციურ-რეგრესიულ მოდელში ორი ან სამ ფაქტორზე მეტია ჩართული, მაშინ განტოლებათა სისტემის შედგენა და ამოხსნა ხდება კომპიუტერული პროგრამირების გამოყენებით. კვლევის პროცესში გამოვავლინეთ ის ძირითადი ფაქტორები, რომლებიც განსაზღვრავს ქვეყანაში სათბურის გაზების (GHG) ემისიების დინამიკას: მოსახლეობის რიცხოვნობა, ენერგოინტენსიურობა, ნახშირბადის ინტენსიურობა, მშპ ერთ სულ მოსახლეზე, ელექტროენერჯის წმინდა მოხმარება, თესებით ელექტროენერჯის გამომუშავება და სხვა.

აღნიშნულ კვლევაში ჩვენი მიზანია გამოვავლინოთ საქართველოს ეკონომიკის სპეციფიურ მაჩვენებლებსა და სათბურის გაზების (GHG) ემისიის მაჩვენებლებს შორის ურთიერთდამოკიდებულება და ექსპონენციალურ-რეგრესიული კვლევის საფუძველზე, შევიმუშავოთ საპროგნოზო მოდელი. ამ მიზნის მისაღწევად, დინამიკაში განვიხილეთ სპეციფიური მაჩვენებლებისა და ნახშირორჟანგის ემისიის მოცულობების ცვლილება. სტატისტიკური მონაცემების საფუძველზე და Excel-ის სერვისის დახმარებით, შესაძლებელია გამოვიყენოთ რეგრესიის განტოლების აგების და პროგნოზირების სხვადასხვა მეთოდები: დიალოგური ფანჯარა Solver Parameters, გვადლევს საშუალებას გამოვიკვლიოთ ნებისმიერი სახის რეგრესიის განტოლება, კერძოდ, სამუშაო ფურცლის ფუნქციების Slope და Intercept, რომელთა საშუალებით უშუალოდ გამოითვლებიან წრფივი რეგრესიის განტოლების მახასიათებლები, Forecast ფუნქციის დახმარებით შეიძლება გამოვთვალოთ თეორიული მნიშვნელობა ფიქსირებულ წერტილში წრფივი მოდელის კოეფიციენტების განსაზღვრის გარეშე, Growth ფუნქციის დახმარებით შეიძლება ვიწინასწარმეტყველოთ ექსპონენციალური ტრენდის მნიშვნელობა, დიალოგური ფანჯარა Format

Trendline-ის ექსპონენციალური, წრფივი, ლოგარითმული, პოლინომური, ხარისხოვანი რეგრესიის ტიპები და სხვა [16].

სათბურის გაზების (GHG) ემისიის შემცირება, რაც ძირითადი ამოსავალია კლიმატის ცვლილების საშიში ეფექტების შესამცირებლად, მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ქვეყნის ეკონომიკაში მიმდინარე პროცესების ეფექტიანობაზე. ერთ რომელიმე სეგმენტში ცვლილებამ, შესაბამისად, უნდა გამოიწვიოს შედეგობრივი მაჩვენებლის - სათბურის გაზების ემისიის შემცირება. ამ თეორიის შესამოწმებლად კორელაციურ-რეგრესული ანალიზის გამოყენებით გავაანალიზეთ რამდენიმე ძირითადი ფაქტორი და წრფივი ტრენდის ხაზის საშუალებით გამოვიკვლიეთ თითოეული სეგმენტის (ფაქტორის) გავლენა სათბურის გაზების ემისიის შემცირებაზე. წრფივი რეგრესიის განტოლების ასაგებად გამოვიყენეთ გრაფიკული ხერხი და დიალოგური ფანჯარა Format Trendline. დამოუკიდებელი ცვლადი Y ახასიათებს ეკონომიკური ობიექტის მდგომარეობას ან ქცევას. ხოლო ცვლადების რაღაც სიმრავლე X_1, \dots, X_k , ახასიათებს ამ ეკონომიკურ ობიექტს ხარისხობრივად ან რაოდენობრივად. დავუშვათ, რომ X ცვლადები ახდენენ გავლენას Y ცვლადზე, რაც იმას ნიშნავს, რომ Y ცვლადის რეალიზაციები წარმოადგენენ ამხსნელი ცვლადების ფუნქციას, რომელიც ამ ფუნქციის არგუმენტებს წარმოადგენს, თუმცა გარკვეული ცდომილებით: $Y = f(X_1, \dots, X_k)$. მრავლობითი რეგრესიის მიზანია აიგოს მოდელი ფაქტორების დიდი რიცხვისათვის და განისაზღვროს მათი, როგორც თითოეულის ცალკე, ისე ერთობლივი ზეგავლენა მოდელირებულ ფაქტორზე. მოდელის სპეციფიკაციის დროს ორი ამოცანაა გადასაწყვეტი: ფაქტორების შერჩევა და რეგრესიის განტოლების შერჩევა. სათბურის გაზების (GHG) ემისიებზე მოქმედი ფაქტორების გამოსაკვლევად სტატისტიკურ მონაცემებზე დაყრდნობით შეიქმნა 2.2. ცხრილი.

ცხრილი 2.2. საქართველოში სათბურის გაზების (GHG) ემისიებზე მოქმედი ფაქტორების 2007-2018 წლების სტატისტიკურ მონაცემები [14], [15]

#	მოსახლ. (კაცი)	მშპ (ლარი)	ჯამური პირველ. ენერგო- რესურს. (ტნე)	ელ.ენერგიის წარმოება (კვტსთ)	გამომუშ. თესებით (კვტსთ)	ელ.ენერგ. მოხმარება (კვტსთ)	სათბურის გაზების ემისია (ტCO ₂ ექვ.)
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	Y
2007	4388400	16994000000	3830000	8345700000	1514500000	8440900000	14982000
2008	4383800	19075000000	3920000	8450000000	1281500000	8754300000	14309000
2009	4419090	17986000000	3980000	8407700000	990700000	8391500000	13636000
2010	4452800	20743000000	4030000	10057700000	682800000	9965400000	12945000
2011	4483400	24344000000	4060000	10104500000	2212000000	10187164000	16022000
2012	4497600	26167300000	4130000	9697600000	2477100000	9907533000	17224000
2013	4483800	26847400000	4145800	10058700000	1787700000	10140600000	16679000
2014	4490500	29150500000	4477900	10369600000	2035900000	10715200000	17002000
2015	3721900	31755600000	4722300	10832600000	2378700000	11041700000	17478000
2016	3728600	34028500000	4789500	11573600000	2235500000	12435300000	17953000
2017	3726400	37846600000	4736900	11531200000	2233000000	12815000000	18428000
2018	3729600	39827500000	4795000	12148600000	2114900000	13197800000	18903000

სტატისტიკურ მონაცემებზე დაყრდნობით გამოვიანგარიშეთ მაკროეკონომიკური პარამეტრები, მოსახლეობის და მთლიანი შიგა პროდუქტის ენერგონტენსიურობა და ნახშირბადინტენსიურობა, აგრეთვე ელექტროენერგიის მოხმარება მოსახლეობის ერთ სულზე გადაანგარიშებით, რომლებიც მნიშვნელოვანი ფაქტორებია (X₁-დან X₁₂-მდე) კვლევაში გასათვალისწინებლად. როგორც 2.3. ცხრილიდან ჩანს, სახელმწიფოსთვის მნიშვნელოვანი ისეთი მაკროეკონომიკური პარამეტრების, როგორცაა მშპ-ს ერთეულის წარმოებისთვის მოხმარებული ენერგიის ოდენობის ანუ ენერგონტენსიურობის და ნახშირბად-ინტენსიურობის შემცირების დინამიკა პოზიტიურია. აღნიშნულის მიზეზი არის არა ენერგოეფექტურობის ამაღლება, არამედ ენერგიაშემცველებზე ფასების ზრდის გამო მათზე ხელმისაწვდომობის შეზღუდვა და სამრეწველო სექტორის, როგორც ძირითადი ენერგომომხმარებლის, ფუნქციის დაკარგვა.

ცხრილი 2.3. საქართველოში მაკროეკონომიკური პარამეტრების 2007-2018 წლების დინამიკა

წელი	მოსახლ. (კაცი)*	მშპ (მლრდ. ლარი)	ჯამური პირველ. ინ.რეს. TPES (მჯანს.)	ელ.ენერჯის წარმოება (გვტსთ)	გამომუშ. თესებით (გვტსთ)	ელ.ენერჯ. მოხმარება (გვტსთ)	GHG/მშპ (გვCO2ექ/ლარ.)	GHG/TPES (გვCO2ექ/კვ)	GHG/ მოს. (გვCO2ექ/კაცი)	TPES/ მოს. (კვტსთ/კაცი)	TPES/მშპ (კვტსთ/ლარი)	ელ. მოხმ./მოსახლ. (კვტსთ/კაცი)	სათბურის გაზების ემისია (მტCO2ექ/კვ.)
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	Y
2007	4388400	17	3,83	8,345	1,51	8,44	0,9	3,91	3414	873	0,23	1923	14,9
2008	4383800	19	3,92	8,45	1,28	8,754	0,8	3,65	3264	894	0,21	1997	14,3
2009	4419090	18	3,98	8,407	0,99	8,391	0,8	3,43	3086	901	0,22	1899	13,6
2010	4452800	21	4,03	10,06	0,68	9,965	0,6	3,21	2907	905	0,19	2238	12,9
2011	4483400	24	4,06	10,1	2,21	10,187	0,7	3,95	3574	906	0,17	2272	16
2012	4497600	26	4,13	9,697	2,48	9,907	0,7	4,17	3830	918	0,16	2203	17,2
2013	4483800	27	4,14	10,06	1,79	10,14	0,6	4,02	3720	925	0,15	2262	16,6
2014	4490500	29	4,47	10,37	2,04	10,715	0,6	3,8	3786	997	0,15	2386	17
2015	3721900	32	4,72	10,83	2,38	11,041	0,6	3,7	4696	1269	0,15	2967	17,4
2016	3728600	34	4,78	11,57	2,24	12,435	0,5	3,75	4815	1285	0,14	3335	17,9
2017	3726400	38	4,73	11,53	2,23	12,815	0,5	3,89	4945	1271	0,13	3439	18,4
2018	3729600	40	4,79	12,15	2,11	13,198	0,5	3,94	5068	1286	0,12	3539	18,9

ცხრილი 2.4. საქართველოში სათბურის გაზების (GHG) ემისიებზე მოქმედი ტრანსპორტთან დაკავშირებული ფაქტორების 2007-2018 წლების სტატისტიკური მონაცემები [14], [15]

#	მსუბუქი ავტომ. რაოდენ. (ცალი)*	ავტობ. და მიკროავტ. რაოდენ. (ცალი)	სპეც. ავტ. რაოდენ. (სასოფ.-სამეურნ.) (ცალი)	სატვ. ავტომ. რაოდენ. (ცალი)*	მგზავრობა (ათ.მგზ.კმ)	ტვირთობა (ათ.ტ.კმ)
2007	466900	47400	1600	57700	7258600	7645500
2008	500900	42900	8700	54400	7299800	7165600
2009	536100	45900	10300	59700	7238400	6029200
2010	577200	47600	12300	65600	7418600	6848100
2011	620900	49200	19100	73000	7652200	6690000
2012	672700	51200	29200	78500	7806800	6616800
2013	738700	51900	32200	83900	7991500	6172400
2014	821100	52700	35300	90000	8207400	5672400
2015	894700	53000	37500	96200	8429100	4966900
2016	973600	53400	40700	99500	8683900	4140900
2017	1030600	53500	44200	99800	9173000	3796100
2018	1035500	53900	45000	101000	9500000	3600000

რადგანაც ტრანსპორტის წვლილი კლიმატის ცვლილების საქმეში მნიშვნელოვანია, გამოვიკვლიეთ მსუბუქი ავტომობილების, ავტობუსების,

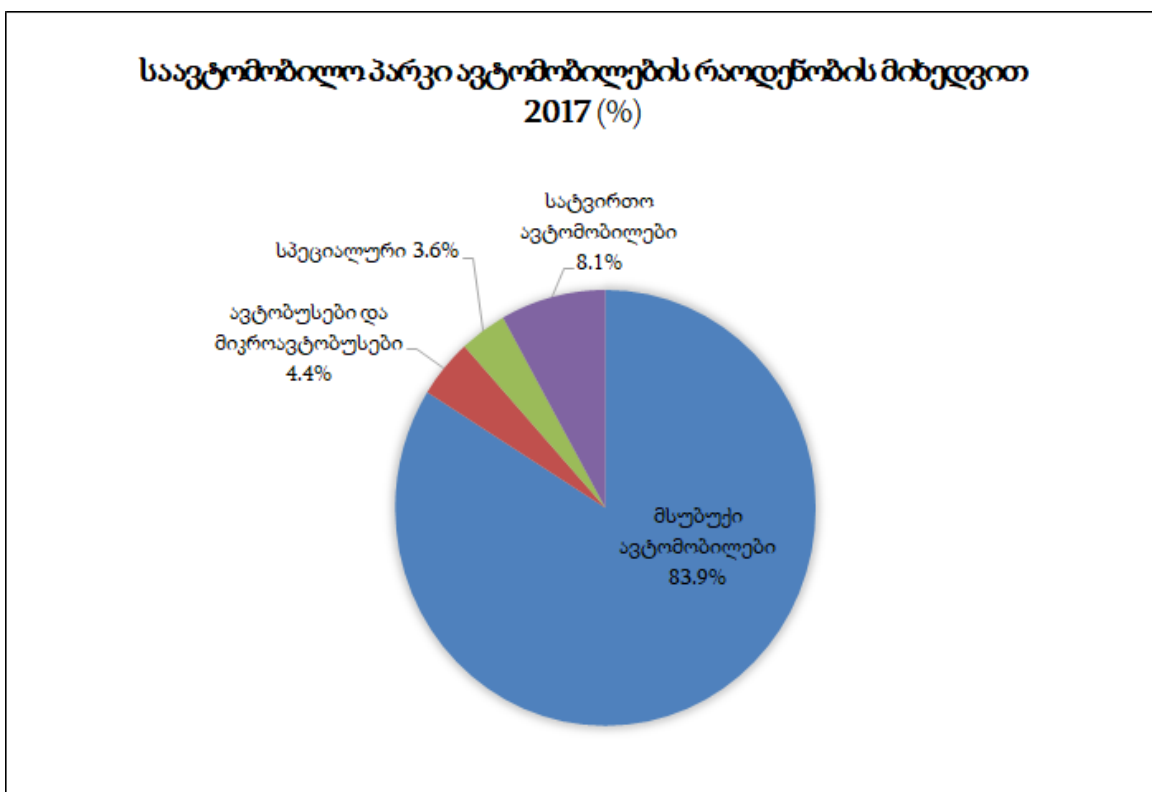
მიკროავტობუსების, სასოფლო-სამეურნეო და სატვირთო ავტოტრანსპორტის რაოდენობები, მგზავრთბრუნვის და ტვირთბრუნვის სტატისტიკური მონაცემები, რათა გავარკვიოთ მათი გავლენა საბოლოო მაჩვენებელზე, ანუ სათბურის გაზების ემისიაზე.

სტატისტიკურ მონაცემებზე დაყრდნობით გავიანგარიშეთ 2007-2018 წლებში საქართველოში აღრიცხული ყველა სახის ავტოტრანსპორტის ჯამი, მსუბუქი ავტომობილების და ყველა სახის ავტოტრანსპორტის რაოდენობა ერთ სულ მოსახლეზე გადაანგარიშებით რომლებიც მნიშვნელოვანი ფაქტორებია (X₁₃-დან X₂₁-მდე) კვლევაში გასათვალისწინებლად.

ცხრილი 2.5. საქართველოში ავტოტრანსპორტის მაჩვენებლების 2007-2018 წლების დინამიკა

წლ.	მსუბ. ავტ. რაოდ. (ცალი)	ავტობ. და მიკრ. რაოდენ. (ცალი)	სპეც. ავტ. რაოდენ. (სასოფ.-სამ.) (ცალი)	სატვ. ავტ. რაოდ. (ცალი)	ყველა სახის ავტ. ჯამი (ცალი)	მს. ავტ. მოსახ. ერთ. (ცალი /კაცი)	ყველა სახის ავტ. მოსახლ. ერთ. (ცალი/კაცი)	მგზავრთ-ბრუნვა (ათ.მგზ. კმ)	ტვირთ-ბრუნვა (ათ. ტ.კმ)
	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	X ₂₀	X ₂₁
2007	466900	47400	1600	57700	573600	0,11	0,13	7258600	7645500
2008	500900	42900	8700	54400	606900	0,11	0,14	7299800	7165600
2009	536100	45900	10300	59700	652000	0,12	0,15	7238400	6029200
2010	577200	47600	12300	65600	702700	0,13	0,16	7418600	6848100
2011	620900	49200	19100	73000	762200	0,14	0,17	7652200	6690000
2012	672700	51200	29200	78500	831600	0,15	0,18	7806800	6616800
2013	738700	51900	32200	83900	906700	0,16	0,20	7991500	6172400
2014	821100	52700	35300	90000	999100	0,18	0,22	8207400	5672400
2015	894700	53000	37500	96200	1081400	0,24	0,29	8429100	4966900
2016	973600	53400	40700	99500	1167200	0,26	0,31	8683900	4140900
2017	1030600	53500	44200	99800	1228100	0,28	0,33	9173000	3796100
2018	1035500	53900	45000	101000	1235400	0,28	0,33	9500000	3600000

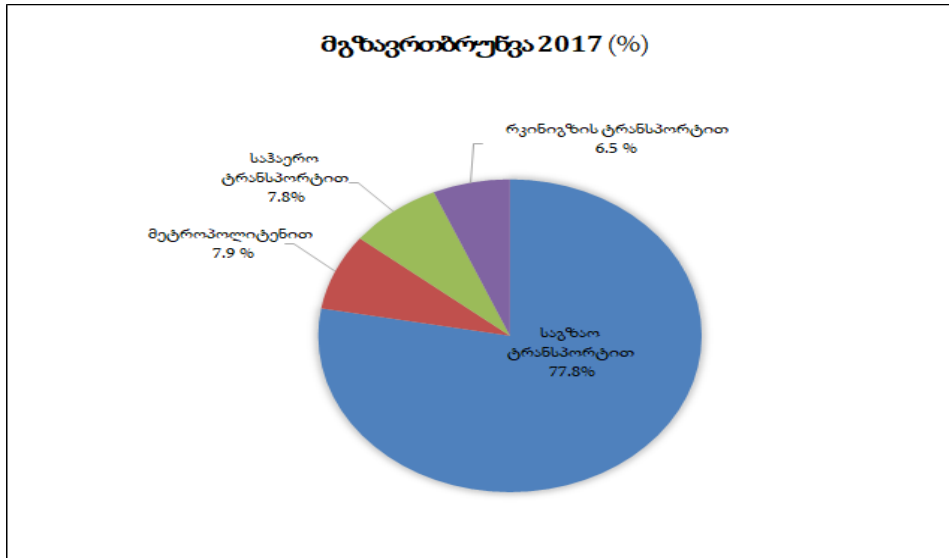
როგორც 2.5. ცხრილიდან ჩანს, მაგალითად, 2017 წელს ტრანსპორტის მთლიან შემადგენლობაში მსუბუქი ავტომობილების წილი თითქმის 84%-იყო [14].



ნახაზი 2.2. საქართველოში ავტოტრანსპორტის პროცენტული განაწილება 2017წ.

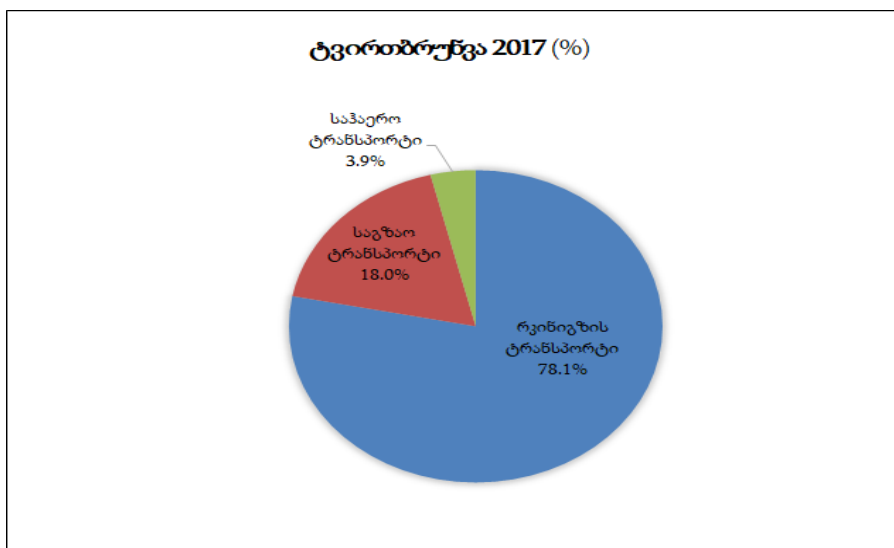
2007-2018 წლებში ზრდის ტენდენციით ხასიათდება აგრეთვე სატვირთო და სპეც.დანიშნულების ტექნიკის რაოდენობაც.

მგზავრთბრუნვის 2007-2018 წლების მაჩვენებელი მოიცავს საგზაო, სარკინიგზო, სამდინარო, საზღვაო და საჰაერო ტრანსპორტის ჯამურ მონაცემებს. ამ მაჩვენებლის ზრდის ტენდენცია ძირითადად განპირობებულია საგზაო ტრანსპორტით მგზავრთა გადაადგილების ზრდის ხარჯზე, მაგალითად 2017 წელს საგზაო ტრანსპორტით (არაეკოლოგიური საწვავის გამოყენებით) გადაადგილდა მგზავრთა თითქმის 80%, რაც უარყოფითად მოქმედებს კლიმატის ცვლილებაზე.



ნახაზი 2.3. საქართველოში მგზავრთბრუნვის პროცენტული განაწილება 2017წ.

ტვირთბრუნვის 2007-2018 წლების მაჩვენებელი მოიცავს საგზაო, სარკინიგზო, სამდინარო, საზღვაო და საჰაერო ტრანსპორტის ჯამურ მონაცემებს. ამ მაჩვენებლის კლების ტენდენცია ძირითადად განპირობებულია სარკინიგზო გადაზიდვების შემცირების ხარჯზე. აღსანიშნავია, რომ სარკინიგზო ტრანსპორტს უკავია უდიდესი ნაწილი სატვირთო გადაზიდვების მხრივ, მაგალითად, 2017 წელს ტვირთბრუნვის 78% მოდიოდა სარკინიგზო ტრანსპორტის ხვედრით წილად [14].



ნახაზი 2.4. საქართველოში ტვირთბრუნვის პროცენტული განაწილება 2017წ.

მნიშვნელოვან შედეგს მივიღებდით ტრანსპორტის საწვავის მიხედვით (ბენზინი, დიზელი, გაზი, ბიოსაწვავი, ელექტროენერგია) კლასიფიცირების შემთხვევაში, აგრეთვე საინტერესო იქნებოდა სატრანსპორტო საშუალებების ასაკის მიხედვით (2 წელზე ან 5 წელზე ნაკლები და 10 წელზე მეტი) კლასიფიკაცია, მაგრამ საქართველოს სტატისტიკის დეპარტამენტის ინფორმაციით, აღნიშნული მონაცემები კონფიდენციალურია.

2007-2018 წლების სტატისტიკური მონაცემების საფუძველზე წინასწარი მრავალსტადიური შერჩევის საფუძველზე განისაზღვრა სათბურის გაზების ემისიების (Y) საშედეგო მაჩვენებელზე მოქმედი ძირითადი ფაქტორები (X_1, \dots, X_{21}):

- X₁-მოსახლეობის რაოდენობა, (კაცი);
- X₂-მშპ, მთლიანი შიგა პროდუქტი (ლარი);
- X₃- TPES (ჯამური პირველადი ენერგეტიკული რესურსები, ტნე);
- X₄-ელექტროენერჯის წარმოება (კვტსთ);
- X₅- ელექტროენერჯის მოხმარება (კვტსთ);
- X₆-ელექტროენერჯის გამომუშავება თესებით (კვტსთ);
- X₇- მთლიანი შიგა პროდუქტის კარბონინტენსივობა, GHG /მშპ (ტCO₂ექვ./ლარი);
- X₈ - ჯამური პირველადი ენერგორესურსების კარბონინტენსივობა, GHG / TPES (ტCO₂ექვ./ტნე);
- X₉ - სათბურის გაზების ემისია მოსახლეობის ერთ სულზე გადაანგარიშებით, GHG /მოსახლეობა (ტCO₂ექვ./კაცი);
- X₁₀ - ჯამური პირველადი ენერგორესურსები მოსახლეობის ერთ სულზე გადაანგარიშებით, TPES/ მოსახლეობა (ტნე/კაცი);
- X₁₁-მთლიანი შიგა პროდუქტის ენერგონინტენსივობა, TPES/მშპ (ტნე/ლარი);
- X₁₂ - ელექტროენერჯის მოხმარება მოსახლეობის ერთ სულზე გადაანგარიშებით, ელ.ენერჯის მოხმარება/მოსახლეობა (კვტსთ/კაცი);
- X₁₃- მსუბუქი ავტომობილების რაოდენობა (ერთეული);
- X₁₄ - ავტობუსების და მიკროავტობუსების რაოდენობა (ერთეული);
- X₁₅ - სპეციალური ტექნიკა (სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების) (ერთეული);
- X₁₆-სატვირთო ავტომობილების რაოდენობა (ერთეული);
- X₁₇- ყველა სახის ავტოტრანსპორტის ჯამი (ცალი)

X₁₈- მსუბუქი ავტომობილების რაოდენობა მოსახლეობის ერთ სულზე (ცალი/კაცი)

X₁₉- ყველა სახის ავტოტრანსპორტი მოსახლეობის ერთ სულზე გადაანგარიშებით (ცალი/ კაცი)

X₂₀- მგზავრობა (ათ.მგზ.კმ);

X₂₁-ტვირთობა (ათ.ტ.კმ);

საშედეგო მაჩვენებელი Y- სათბურის გაზების (GHG) ემისია (ტCO₂ეკვ.).

გავითვალისწინეთ, რომ მოდელში ჩასმულ ფაქტორ-არგუმენტებს შორის არ უნდა იყოს წრფივი ფუნქციონალური ან მჭიდრო კორელაციური კავშირი და ამიტომ 21 -დან შევარჩიეთ 9 ფაქტორი, რომელთაც ყველაზე დიდი ზეგავლენა აქვთ საბოლოო მაჩვენებელზე (იხ. 2.6. ცხრილი).

ცხრილი 2.6. საქართველოში სათბურის გაზების ემისიებზე ყველაზე დიდი ზეგავლენის მქონე ფაქტორები

#	გამომწ. თესვით (გვტსთ)	ელ. მოხმ. /მოსახლ. (კვტსთ/)	GHG/შშპ (კგCO ₂ ეკვ/ლარ.)	GHG/TPES (კგCO ₂ ეკვ/ლა)	GHG/ მოს. (ტCO ₂ ეკვ/კაცი)	TPES/ მოს. (ტნე/კაცი)	TPES/შშპ (კგნე/ლარ.)	ყველა სახის ავტ.ჯამი (მლნ. ცალი)	მგზავრობა (მლნ. მგზ.კმ)	სათბურის გაზების ემისია (მტCO ₂ ეკვ.)
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	Y
2007	1,514	1923	0,88	3,91	3,41	0,873	0,22	5,7	7,2	14,9
2008	1,281	1997	0,75	3,65	3,26	0,894	0,20	6, 0	7,2	14,3
2009	0,99	1899	0,75	3,42	3,08	0,901	0,22	6,5	7,2	13,6
2010	0,682	2238	0,62	3,21	2,90	0,905	0,19	7	7,4	12,9
2011	2,212	2272	0,65	3,94	3,57	0,906	0,16	7,6	7,6	16
2012	2,477	2203	0,65	4,17	3,83	0,918	0,15	8,3	7,8	17,2
2013	1,787	2262	0,62	4,02	3,72	0,925	0,15	9,06	7,9	16,6
2014	2,035	2386	0,58	3,79	3,78	0,997	0,15	9,9	8,2	17
2015	2,378	2967	0,55	3,70	4,69	1,269	0,14	10,8	8,4	17,4
2016	2,235	3335	0,52	3,74	4,81	1,285	0,14	11,6	8,6	17,9
2017	2,233	3439	0,48	3,89	4,94	1,271	0,12	12,2	9,1	18,4
2018	2,114	3539	0,47	3,94	5,06	1,286	0,12	12,3	9,5	18,9

ფაქტორების შერჩევა P-Value-ს მიხედვით

P-Value სიდიდე გამოიყენება სტატისტიკური ჰიპოთეზების შემოწმებისას, ამ სიდიდის განმარტება დამოკიდებულია იმაზე ცალმხრივია თუ ორმხრივი კრიტერიუმი. თუ ნულოვანი ჰიპოთეზა სამართლიანია, მაშინ კრიტერიუმის სტატისტიკის განაწილება ცნობილია

და მარჯვენა ცალმხრივ ჰიპოთეზაში P - მნიშვნელობა განიმარტება როგორც ალბათობა იმისა, რომ ამ განაწილების მქონე შემთხვევითი სიდიდე აღემატება კრიტერიუმის სტატისტიკის ფაქტიურ მნიშვნელობას. P-ს მნიშვნელობა უნდა იყოს $P < 0,1$, რომელიც აიღება ANOVA ცხრილიდან.

ერთფაქტორიანი განმეორებითი გაზომვა (One-way Repeated Measures ANOVA)

გამოიყენება ერთსა და იმავე ცდის პირობებში ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში მიღებული რამოდენიმე საშუალოს შესადარებლად. ტერმინი განმეორებითი გაზომვები (Repeated Measures) ნიშნავს, რომ ცდის პირი მონაწილეობს ექსპერიმენტის ყველა პირობაში. განმეორებით ერთფაქტორიან ANOVA-ში როგორც წესი, შესამოწმებელია სიმრგვალეობა. ეს საჭიროა მაშინ, როცა ფაქტორის დონეების რაოდენობა ორზე მეტია. სიმრგვალეობა იზომება მაუჩლის ტესტით (Mauchly's Test). ექსელის რეგრესიის ფუნქციის გამოყენებით, 2.6. ცხრილის მონაცემების მონიშვნით და შესაბამის ველებში ჩასმით, მივიღეთ შედეგი.

1 SUMMARY OUTPUT									
2									
3 Regression Statistics									
4	Multiple R	0,998617							
5	R Square	0,997236							
6	Adjusted R Square	0,9848							
7	Standard Error	0,238625							
8	Observations	12							
9									
10 ANOVA									
11		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>gnificance F</i>			
12	Regression	9	41,09528	4,566143	80,18931	0,012376			
13	Residual	2	0,113884	0,056942					
14	Total	11	41,20917						
15									
16		<i>Coefficients</i>	<i>Standard Err</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
17	Intercept	-11,3832	92,71265	-0,12278	0,913507	-410,294	387,5271	-410,294	387,5271
18	X Variable 1	0,705565	0,509342	1,385247	0,300247	-1,48596	2,897088	-1,48596	2,897088
19	X Variable 2	-0,00045	0,001238	-0,3612	0,75254	-0,00578	0,004881	-0,00578	0,004881
20	X Variable 3	1,289952	29,95018	0,04307	0,969559	-127,575	130,1552	-127,575	130,1552
21	X Variable 4	3,881172	22,16853	0,175076	0,877141	-91,5023	99,26467	-91,5023	99,26467
22	X Variable 5	-1,83892	18,75844	-0,09803	0,930847	-82,55	78,87212	-82,55	78,87212
23	X Variable 6	8,297856	67,71534	0,12254	0,913674	-283,058	299,6535	-283,058	299,6535
24	X Variable 7	0,853123	122,6873	0,006954	0,995083	-527,028	528,7338	-527,028	528,7338
25	X Variable 8	0,32521	0,313217	1,038289	0,408192	-1,02246	1,672876	-1,02246	1,672876
26	X Variable 9	0,944638	1,498829	0,630251	0,592939	-5,5043	7,393577	-5,5043	7,393577
27									

ნახაზი 2.5. ერთფაქტორიანი განმეორებითი ANOVA (პირველი შედეგი)

შესაბამისი P-Value-ს მიხედვით (იხ.ნახ.2.4) მეორედან მეშვიდე ფაქტორები გამოირიცხება, არჩევანი უნდა გაკეთდეს პირველ, მე-2, მე-8

და მე-9 ფაქტორებზე. ახლად შერჩეული ფაქტორების შესაბამისად (მეორე ცდა) შედეგა 2.7. ცხრილი.

ცხრილი 2.7. საქართველოში სათბურის გაზების ემისიებზე მოქმედი მეორე ცდაზე არჩეული ფაქტორები

#	გამომუშ. თესვით (გვტსთ)	ელ .მოხმ. /მოსახლ. (კვტსთ/კაცი)	ყველა სახის ავტ. ჯამი (მლნ. ცალი)	მგზავრთ-ბრუნვა (მლნ.მგზ. კმ)	სათბურის გაზების ემისია (მტCO ₂ ექვ.)
	X ₁	X ₂	X ₈	X ₉	Y
2007	1,514	1923	5,70	7,20	14,90
2008	1,281	1997	6,00	7,20	14,30
2009	0,99	1899	6,50	7,20	13,60
2010	0,682	2238	7,00	7,40	12,90
2011	2,212	2272	7,60	7,60	16,00
2012	2,477	2203	8,30	7,80	17,20
2013	1,787	2262	9,06	7,90	16,60
2014	2,035	2386	9,90	8,20	17,00
2015	2,378	2967	10,80	8,40	17,40
2016	2,235	3335	11,60	8,60	17,90
2017	2,233	3439	12,20	9,10	18,40
2018	2,114	3539	12,30	9,50	18,90

ექსელის ფუნქცია „მონაცემთა ანალიზის“ რეგრესიის ბრძანების შესაბამის ველეებში 2.7. ცხრილის მონაცემთა შეყვანის შემდეგ გამოვა ე.წ. „ანოვას“ ცხრილი.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	SUMMARY OUTPUT									
2										
3	Regression Statistics									
4	Multiple R	0,990403								
5	R Square	0,980899								
6	Adjusted R Square	0,969984								
7	Standard Error	0,335335								
8	Observations	12								
9										
10	ANOVA									
11		df	SS	MS	F	Significance F				
12	Regression	4	40,42202	10,10551	89,86725	4,27E-06				
13	Residual	7	0,787145	0,112449						
14	Total	11	41,20917							
15										
16		Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%	
17	Intercept	-0,62218	3,192387	-0,19489	0,851012	-8,17097	6,926621	-8,17097	6,926621	
18	X Variable 1	1,792766	0,246689	7,267325	0,000167	1,20944	2,376091	1,20944	2,376091	
19	X Variable 2	-0,00076	0,000605	-1,26266	0,247147	-0,00219	0,000667	-0,00219	0,000667	
20	X Variable 3	0,005843	0,192742	0,030315	0,976662	-0,44992	0,461606	-0,44992	0,461606	
21	X Variable 4	1,934216	0,623999	3,099712	0,017329	0,458694	3,409738	0,458694	3,409738	

ნახაზი 2.6. ერთფაქტორიანი განმეორებითი ANOVA მეორე შედეგი

P-Value-ს მიხედვით (იხ.ნახ.2.5) მესამე ფაქტორი გამოირიცხება, არჩევანი უნდა გაკეთდეს პირველ, მე-2 და მე-4 ფაქტორებზე. ახლად

შერჩეული ფაქტორების (მესამე ცდა) შესაბამისად, შედგება შემდეგი 2.8. ცხრილი.

ცხრილი 2.8. საქართველოში სათბურის გაზების ემისიებზე მოქმედი მესამე ცდაზე არჩეული ფაქტორები

#	გამომუშ. თესვით (გვტსთ)	ელ. მოხმ. / მოსახლ. (კვტსთ/ კაცი)	მგზავრთ- ბრუნვა (მლნ. მგზ. კმ)	სათბურის გაზების ემისია (მტCO ₂ ექვ.)
	X ₁	X ₂	X ₃	Y
2007	1,514	1923	7,20	14,90
2008	1,281	1997	7,20	14,30
2009	0,99	1899	7,20	13,60
2010	0,682	2238	7,40	12,90
2011	2,212	2272	7,60	16,00
2012	2,477	2203	7,80	17,20
2013	1,787	2262	7,90	16,60
2014	2,035	2386	8,20	17,00
2015	2,378	2967	8,40	17,40
2016	2,235	3335	8,60	17,90
2017	2,233	3439	9,10	18,40
2018	2,114	3539	9,50	18,90

რეგრესიის ბრძანების შესაბამის ველებში 2.8. ცხრილის მონაცემთა შეყვანის შემდეგ გამოვა ე.წ. „ანოვას“ ცხრილი, სადაც მოცემულია საბოლოო მაჩვენებლები რეგრესიის განტოლების ასაგებად.

E28									
f _x y=-0,6863+(x1*1,796)-(x2*0,00076)+(x3*1,946)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	SUMMARY OUTPUT								
2									
3	Regression Statistics								
4	Multiple R	0,990402							
5	R Square	0,980896							
6	Adjusted R Squ	0,973732							
7	Standard Error	0,313697							
8	Observations	12							
9									
10	ANOVA								
11		df	SS	MS	F	gnificance F			
12	Regression	3	40,42192	13,47397	136,9222423	3,25E-07			
13	Residual	8	0,787248	0,098406					
14	Total	11	41,20917						
15									
16		Coefficients	Standard Err	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
17	Intercept	-0,6863	2,236778	-0,30682	0,766811391	-5,84432	4,471722	-5,84432	4,471722
18	X Variable 1	1,795609	0,213437	8,412819	3,03462E-05	1,303422	2,287796	1,303422	2,287796
19	X Variable 2	-0,00076	0,000536	-1,41482	0,194845087	-0,00199	0,000477	-0,00199	0,000477
20	X Variable 3	1,946203	0,451562	4,309937	0,002580878	0,9049	2,987507	0,9049	2,987507

ნახაზი 2.7. ერთფაქტორიანი განმეორებითი ANOVA მესამე შედეგი

ამგვარად, შედგენილია რეგრესიის განტოლება და ექსპონენციალურ-რეგრესიული კვლევის საფუძველზე შემუშავებულია საპროგნოზო მოდელი:

$$Y = -0,6863 + (X_1 * 1,796) - (X_2 * 0,00076) + (X_3 * 1,946)$$

რეგრესიის განტოლების კოეფიციენტების შეფასებების ეკონომიკური ინტერპრეტაცია გვაძლევს საშუალებას, გავიგოთ, თუ რა რაოდენობრივ გავლენას ახდენს მოქმედი ფაქტორები საშედეგო მაჩვენებელზე Y-სათბურის გაზების ემისიაზე.

- რეგრესიის პირველი კოეფიციენტი გვიჩვენებს, რომ სხვა ფაქტორთა მუდმივობის პირობებში თბოსადგურებით გამომუშავების ერთი ერთეულით (გვტსთ) ზრდა განაპირობებს სათბურის გაზების ემისიის 1,796 მტ-ით ზრდას. ჰიდროელექტროსადგურები მანევრულია და ისინი შეუცვლელია, როცა საჭიროა დატვირთვების დღეღამური და სეზონური ცვლილების რეგულირება, დატვირთვის სწრაფი ზრდა პიკის საათებში. თბოელექტროსადგურებში წიაღისეული საწვავის, როგორცაა ქვანახშირის, მაზუთისა და ბუნებრივი გაზის წვა სათბურის გაზების ემისიების უდიდესი წყაროა, მაგრამ საქართველოში თესები მაინც რჩება ბაზისური ელექტროენერჯის მიღების ერთადერთ წყაროდ;
- რეგრესიის მეორე კოეფიციენტი უკუპროპორციული დამოკიდებულებითაა გამოხატული. მოსახლეობის მხრივ ელექტროენერჯის მოხმარების ერთი ერთეულით (კვტსთ/კაცი) ზრდა განაპირობებს სათბურის გაზების ემისიის 0,00076 ერთეულით შემცირებას. ელექტროენერჯის მოხმარება ყოველწლიურად იზრდება და ეს ტენდენცია გაგრძელდება, რადგან მოსახლეობა ინტენსიურად იძენს საოჯახო ტექნიკას (სარეცხი მანქანა, კვების პროდუქტების დანადგარები, მტვერსასრუტები და ა.შ.) იმის გათვალისწინებით, რომ დღეისათვის ელექტროენერჯის მოხმარების სტრუქტურაში 60% უკავია საყოფაცხოვრებო სექტორს

და შესაბამისად, მოსახლეობას. გარდა ამისა, საქართველოში ელექტროენერჯის მოხმარების ზრდა ბიტკოინის მაინინგის დანერგვამ გამოიწვია. სათბურის გაზების შემცირება იმას ნიშნავს, რომ ქვეყანაში ენერგომოხმარება იზრდება უფრო ეფექტურად და ელექტროენერჯის გამომუშავებისთვის იზრდება ისეთი „მწვანე“ ენერგეტიკული საშუალებების გამოყენება, რომელიც არ მოითხოვს წიაღისეული საწვავის დაწვას.

- რეგრესიის მესამე კოეფიციენტის, მგზავრთბრუნვის ერთი ერთეულით (მლნ.მგზ.კმ) ზრდა გამოიწვევს სათბურის გაზების ემისიის 1,946 მტ-ით ზრდას. თუ დავაკვირდებით მგზავრთბრუნვის საგზაო, სარკინიგზო, სამდინარო, საზღვაო და საჰაერო ტრანსპორტის ჯამურ მონაცემებს, ამ მაჩვენებლის ზრდის ტენდენცია ძირითადად განპირობებულია საგზაო ტრანსპორტით მგზავრთა გადაადგილების ზრდის ხარჯზე, რადგან საგზაო ტრანსპორტით და შესაბამისად არაეკოლოგიური საწვავის გამოყენებით გადაადგილდება მგზავრთა თითქმის 80%, რაც უარყოფითად მოქმედებს კლიმატის ცვლილებაზე.
- განტოლების თავისუფალ წევრს (-0,6863) ეკონომიკური ინტერპრეტაცია არ ეძლევა.

გამოვთვალეთ მოსალოდნელი საბოლოო მაჩვენებელი აღნიშნული ფორმულის გამოყენებით (იხ. ცხრილი 2.9).

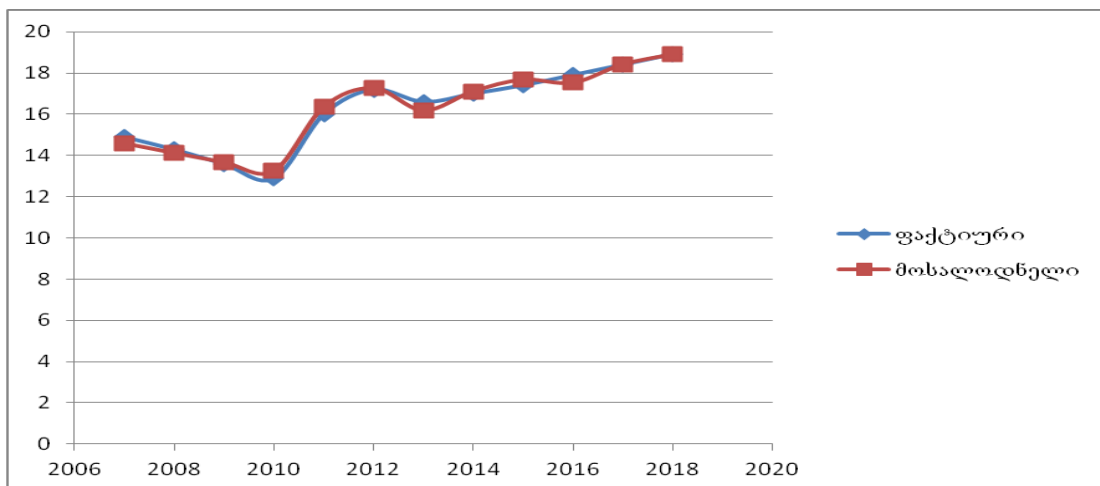
ავაგოთ გრაფიკი, რათა თვალნათლივ დავინახოთ, თუ რამდენად ემთხვევა ნახშირორჟანგის ემისიის ფაქტობრივი და მოსალოდნელი მნიშვნელობები ერთმანეთს.

როგორც 2.7. ნახაზიდან ჩანს, ფაქტობრივი და მოსალოდნელი მნიშვნელობები თითქმის თანხვედრაშია (საშუალო ცდომილება 1%-ს არ აღემატება), ე.ი. მოდელის სისწორე დადგენილია. რეგრესიის განტოლების პარამეტრები შეიძლება გამოვიყენოთ სათბურის გაზების ემისიის

ფაქტიური დინამიკის ანალიზისა და მოსალოდნელი შემცირების განსაზღვრისათვის პერსპექტიულ პერიოდში.

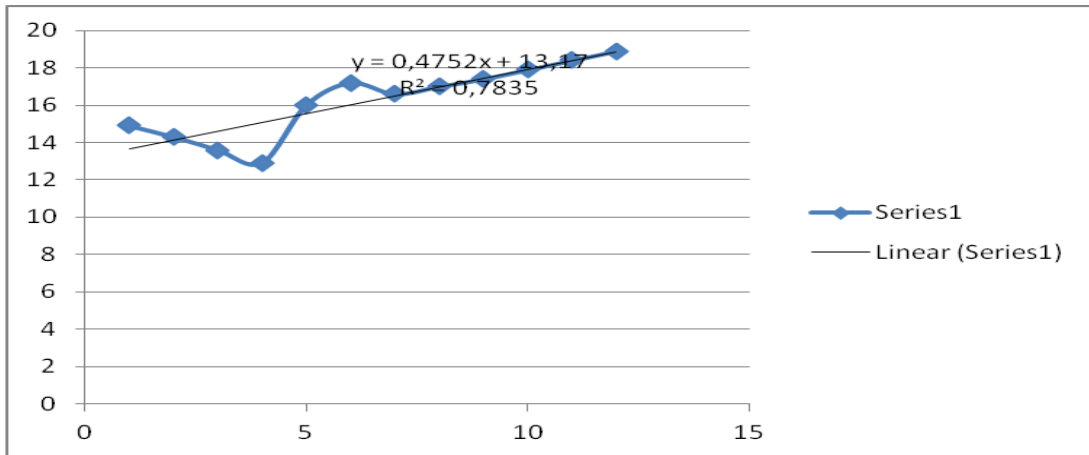
ცხრილი 2.9. სათბურის გაზების ემისიების ფაქტიური და მოსალოდნელი მნიშვნელობები

#	ფაქტიური სათბურის გაზების ემისია (მტCO ₂ ეკვ.)	მოსალოდნელი სათბურის გაზების ემისია (მტCO ₂ ეკვ.)
	Y	Y
2007	14,90	14,58
2008	14,30	14,11
2009	13,60	13,66
2010	12,90	13,24
2011	16,00	16,35
2012	17,20	17,27
2013	16,60	16,18
2014	17,00	17,11
2015	17,40	17,68
2016	17,90	17,53
2017	18,40	18,42
2018	18,90	18,91



ნახაზი 2.8. ნახშირორჟანგის ემისიის ფაქტობრივი და მოსალოდნელი მნიშვნელობები

საბოლოოდ, გაკეთებულია სათბურის გაზების ემისიის პროგნოზი 2007-2018 წლების მონაცემებზე დაყრდნობით (ცხრილი 2.8), ე.წ. „სკატერ“ დიაგრამის საშუალებით, წრფივი რეგრესიის განტოლების ასაგებად გამოვიყენეთ გრაფიკული ხერხი და დიალოგური ფანჯარა Format Trendline.



ნახაზი 2.9. წრფივი რეგრესიის განტოლება

მიღებული წრფივი რეგრესიის განტოლების საფუძველზე გაკეთებულია საქართველოში სათბურის გაზების ემისიების პროგნოზი 2019-2030 წლებისთვის.

ამგვარად, ჩვენი ანალიზით, 2030 წლისთვის სათბურის გაზების ემისიები იქნება 24,6 მტ-ის ფარგლებში.

როგორც ნაშრომის პირველ ნაწილში აღინიშნა, „ეროვნულ დონეზე განსაზღვრული სავარაუდო წვლილის“ დოკუმენტის მიხედვით, საქართველო გეგმავს 2030 წლისთვის 15%-ით შეამციროს სათბურის გაზების ემისიები, ხოლო თუ საერთაშორისო დაფინანსება ხელმისაწვდომი გახდება, შესაძლებელია 15%-დან გაიზარდოს 25%-მდე. 25%-იანი შემცირება უზრუნველყოფს იმას, რომ 2030 წლისთვის სათბურის გაზების ემისიები 1990 წლის დონესთან მიმართებაში 40%-ით ქვემოთ დარჩება.

ცხრილი 2.10. საქართველოში სათბურის გაზების ემისიების პროგნოზი 2019-2030 წლებში

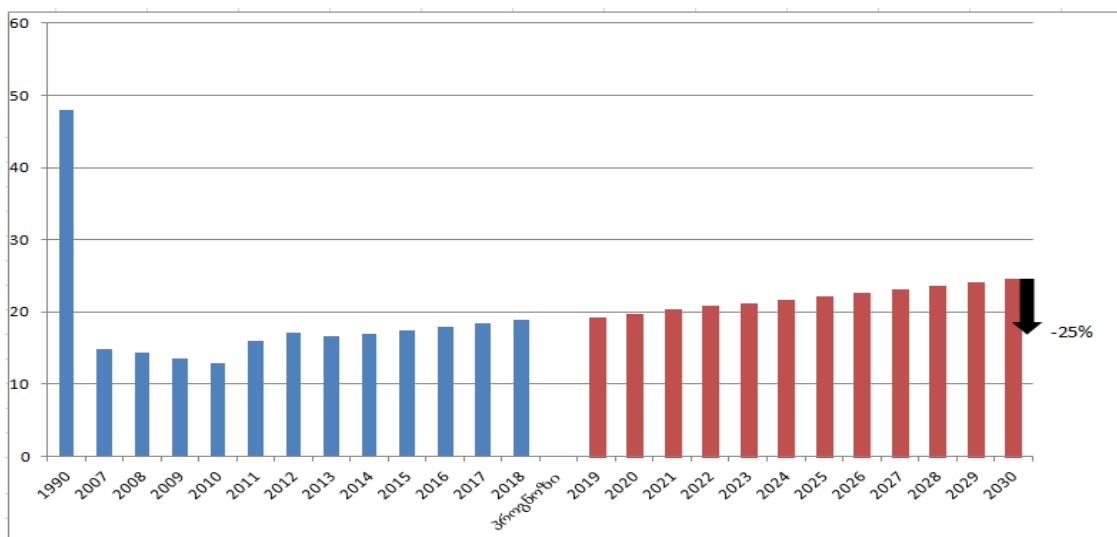
წელი	რიგითი ნომერი	პროგნოზული სათბურის გაზების ემისია (მტCO ₂ ეკვ.)
2007	1	14,9
2008	2	14,3
2009	3	13,6
2010	4	12,9
2011	5	16
2012	6	17,2
2013	7	16,6
2014	8	17
2015	9	17,4
2016	10	17,9
2017	11	18,4
2018	12	18,9
2019	13	19,3
2020	14	19,8
2021	15	20,3
2022	16	20,8
2023	17	21,2
2024	18	21,7
2025	19	22,2
2026	20	22,7
2027	21	23,1
2028	22	23,6
2029	23	24,1
2030	24	24,6

საბოლოოდ, კორელციურ-რეგრესიული ანალიზი შეიძლება გამოვიყენოთ სათბურის გაზების მოსალოდნელი შემცირების განსაზღვრისთვის პერსპექტიულ პერიოდში. მაგალითად, 2030 წლისთვის ხუდონის, ნამახვანის, ქარის, მზის და სხვა „მწვანე“ ელექტროსადგურების მოქმედებაში შეყვანით მნიშვნელოვნად მოიმატებს ელექტროენერჯის გამომუშავება და ადგილობრივი მოსახლეობის მოთხოვნის დაკმაყოფილება შესაძლებელია ისე, რომ შევამციროთ თბოსადგურებიდან გამომუშავება, 2018 წელს, 2,2 მლრდ კვტს-დან 2030 წლისთვის ვთქვათ 1,9 მლრდ

კვტს-მდე. შედეგად სხვა ფაქტორების უცვლელობის პირობებში რეგრესიის განტოლებას ექნება შემდეგი სახე:

$$Y_{2030} = -0,6863 + (1,9 * 1,796) - (3539 * 0,00076) + (9,50 * 1,946) = 18,52 \text{ მტ.}$$

თუ გავითვალისწინებთ იმას, რომ სათბურის გაზების ემისიები 1990 წელს 48 მტ-ის ფარგლებში იყო, საპროგნოზო ემისიების (24,6 მტ) 25%-იანი შემცირება (18,52 მტ) 1990 წელთან შედარებით 40%-იან დონეზე ქვემოთ შენარჩუნებას უზრუნველყოფს (იხ.ნახ.2.9.).



ნახაზი 2.10. სათბურის გაზების პროგნოზი 2019-2030 წ. და 25%-იანი შემცირება

ამგვარად, ენერგოეფექტური ღონისძიებების გატარებით, განახლებადი ენერჯის წყაროების გამოყენებით ელექტროენერჯის გამომუშავებით, მაღალტექნოლოგიური მოწყობილობების ათვისებით, საწვავის სტანდარტის შემოღებით და რეგულაციების გამკაცრებით, სამრეწველო ობიექტებში ძველი მოწყობილობების შეცვლით და განახლებით, ყველა სატრანსპორტო საშუალების ტექნიკური შემოწმებით და განახლებით, ძველ საზოგადოებრივ და კომერციული დანიშნულების შენობებში ენერგოეფექტური ღონისძიებების გატარებით, ახალი შენობებისთვის სამშენებლო ნორმების შემოღებით, პროდუქტების

შეფუთვის შემცირებით, გადამამუშავებელ მრეწველობასა და საშენ მასალათა წარმოებაში ენერგოეფექტიანი ტექნოლოგიების დანერგვით, ბ.გაზის ტრანსპორტირებისა და განაწილების ძველი მილების შეცვლით და ა.შ. შესაძლებელია 2030 წლისთვის სათბურის გაზების ემისიის მნიშვნელოვანი შემცირება, რაც უდავოდ ხელისშემწყობი ფაქტორია კლიმატის ცვლილების შემცირების საქმეში.

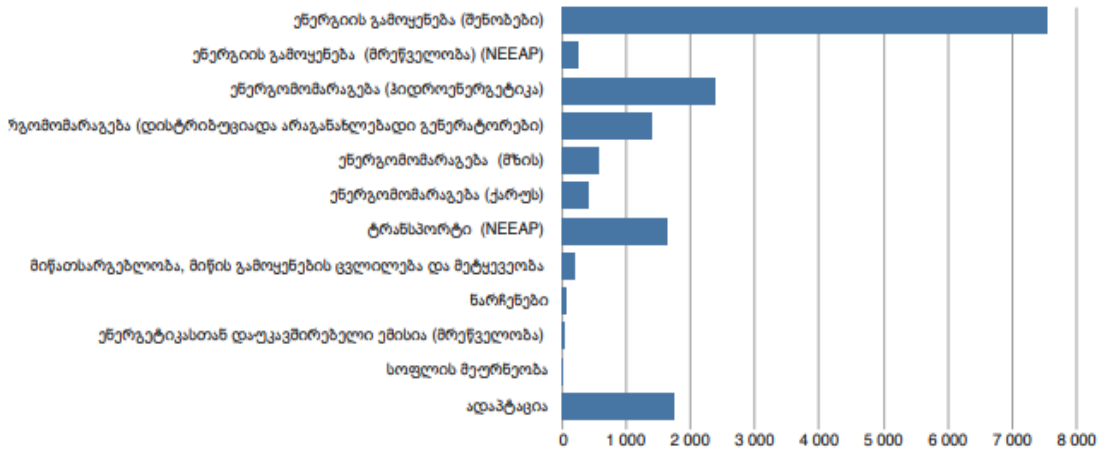
III თავი

კლიმატის ცვლილების შემცირების გზები საქართველოში

3.1. საქართველოში დასაფინანსებელი ობიექტების შერჩევის ლინგვისტური უმჯობესების მათემატიკური მოდელირება

როგორც ცნობილია, საქართველომ აიღო ვალდებულება სათბურის გაზების 15%-იანი შემცირების ვალდებულება „ბიზნესის ტრადიციული განვითარების სცენარიდან“ (BAU) 2030 წლისთვის. აღნიშნული შემცირება გაიზრდება 25%-ით საერთაშორისო წყაროებიდან დამატებითი დაფინანსების მოზიდვის შემთხვევაში [13].

საერთაშორისო ექსპერტების მიერ წარმოდგენილი დოკუმენტის თანახმად [17], საქართველოში შეფასებულია ფინანსური რესურსები კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებული ღონისძიებებისთვის. შეფასების მიხედვით 2018 – 2030 წლებში დაახლოებით 19 მილიარდი აშშ დოლარი იქნება საჭირო ენერგოეფექტურობის მისაღწევად ენერგეტიკაში, სამრეწველო დარგებში, სატრანსპორტო და სამშენებლო სფეროებში. საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინება მიუთითებს, რომ მზის პოტენციალის ათვისება მოითხოვს დაახლოებით 0,5 მილიარდ აშშ დოლარს, ქარის ელექტროსადგურების ათვისება მოითხოვს 0,4 მლრდ აშშ დოლარს, ხოლო ტრანსპორტის განვითარება - 1,5 მლრდ აშშ დოლარს (იხ. ნახ.3.1.). საქართველოს მთავრობა გეგმავს მნიშვნელოვნად გაზარდოს სახელმწიფო ინვესტიცია, რომელიც ორიენტირებული იქნება სატრანსპორტო, ენერგეტიკის და საზღვაო პორტის ინფრასტრუქტურაზე [18].



ნახაზი 3.1. გრძელვადიანი ინვესტიციების მიახლოებითი ანგარიში (აშშ მლნ.\$)

რადგანაც დასაფინანსებელი დარგების პრიორიტეტულობა და დაფინანსების წყაროები მოიცავს განუსაზღვრელობის ელემენტებს, მიზანშეწონილია დასმული ამოცანის გადაწყვეტა „არამკაფიო ლოგიკის“ გამოყენებით. ეს თეორია საშუალებას იძლევა მივიღოთ ოპტიმალური გადაწყვეტილება თითოეული დასაფინანსებელი ობიექტის შესახებ არასრული ინფორმაციის დამუშავებისა და არამკაფიო სიმრავლეთა ერთობლიობაზე დაფუძნებული ინსტრუმენტების საშუალებით.

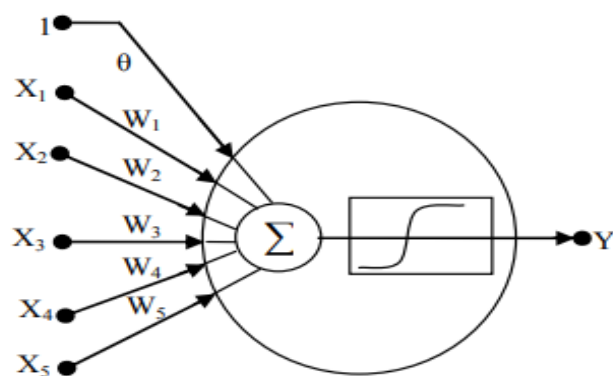
წინამდებარე კვლევის ძირითად მიზანს წარმოადგენს ენერჯეტიკის სფეროში მოქმედი ქვესექტორებიდან გამოიყოს ის ძირითადი მიმართულებები და შეირჩეს ის ობიექტები, რომელთაც ყველაზე ნაკლები ზეგავლენა აქვს კლიმატის ცვლილებაზე და შესაბამისად მათი სტიმულირება, ინვესტირება, რეფორმირება და ევროკავშირის სტანდარტებთან დაახლოება იქნება პრიორიტეტული არა მხოლოდ სათბურის გაზების ემისიის, არამედ სხვა მრავალი ფაქტორის გათვალისწინებითაც. ასარჩევი ელემენტები ანუ დასაფინანსებელი ობიექტებია: ჰიდროენერჯეტიკა; თბოენერჯეტიკა; მზის ენერჯეტიკა; ქარის ენერჯეტიკა; ბიომასის ენერჯეტიკა; ტრანსპორტი; მრეწველობა; შენობები; ნარჩენების მართვა. განვახორციელოთ თითოეული ასარჩევი ელემენტის განმარტებითი დახასიათება:

ცხრილი 3.1. ასარჩევი ელემენტების განმარტებითი დახასიათება

#	ასარჩევი ელემენტი	განმარტებითი დახასიათება
1	ჰიდროენერგეტიკა	წყლის ნაკადის ენერჯის გამოყენება (დერივაციული ნაგებობების საშუალებით) ელექტროენერჯის მისაღებად
2	თბოენერგეტიკა	ორგანული სათბობის (როგორცაა მაგალითად, ნახშირი, მაზუთი ან ბუნებრივი გაზი) ენერჯის გამოყენება ელექტროენერჯის მისაღებად
3	მზის ენერგეტიკა	მზის ენერჯის აქტიური სისტემის (რთული გარდამქმნელი მოწყობილობების) გამოყენება ელექტროენერჯის მისაღებად
4	ქარის ენერგეტიკა	ქარის კინეტიკური ენერჯის გამოყენება ელექტროენერჯის მისაღებად
5	ბიო ენერგეტიკა	სხვადასხვა მყარი ბიომასის (მეფრინველეობის და მეცხოველეობის ნარჩენი, სოფლის მეურნეობის მარცვლეული კულტურის ნარჩენი, მყარი მუნიციპალური ნარჩენი) გამოყენება ელექტროენერჯის მისაღებად
6	ტრანსპორტი	ავტო, ავია, საზღვაო, სარკინიგზო და საჰაერო ტრანსპორტი, ნავთობ და გაზსადენები
7	მრეწველობა	ენერჯის გამოყენება მრეწველობაში (ენერგოდაზოგვა) და ენერგეტიკასთან დაუკავშირებელი ემისია
8	შენობები	სხვადასხვა სახის ენერჯის (შეშა, მაზუთი, ბ.გაზი, ელექტროენერჯია) გამოყენება შენობებში (ენერგოდაზოგვა)
9	ნარჩენების მართვა	ნაგავსაყრელების მართვა, მყარი მუნიციპალური ნარჩენების ინსინერაცია ან თანაინსინერაცია, რაც ითვალისწინებს ნაგავსაყრელზე განსათავსებელი ნარჩენის მინიმუმაციას და ამავდროულად ენერჯის და სითბოს აღდგენას. საქართველოს მამტაბით წარმოქმნილი მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ძირითადი ნაწილი განთავსებულია ნაგავსაყრელებზე, რაც იწვევს გარემოს ობიექტების, ნიადაგის, წყლის, ჰაერის მნიშვნელოვან დაბინძურებას და შესაბამისად ნეგატიურად მოქმედებს მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე. აღნიშნული მეთოდი უზრუნველყოფს გარემოს დაცვას, ტექნიკური, ეკონომიკური, ეკოლოგიური და სოციალური ფაქტორების გათვალისწინებით.

კვლევაში ჩვენ არჩევანს ვაკეთებთ ისეთი კრიტერიუმების მიხედვით, რომელთა ზუსტი რაოდენობრივი მნიშვნელობები არ გააჩნიათ. რადგანაც გართულებულია ამ სფეროებში ბევრ პრობლემასთან გამკლავება მხოლოდ მათემატიკური ფორმულირების გზით, აქედან გამომდინარე, მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ ხელოვნური ინტელექტის ტექნიკა, როგორცაა ექსპერტული სისტემები, გენეტიკური ალგორითმი, ფაზი-ლოგიკა და ნეირონული ქსელები (Artificial Neural Networks, ANNs), წარმოშობილი ბოლო წლებში, როგორც ტრადიციული ჩვეულებრივი მათემატიკური ტექნიკის შემავსებელი ინსტრუმენტები. ნეირონული ქსელი არის ალგორითმების სერია, რომელიც ცდილობს მოძებნოს და

დააკავშიროს დაფარული ურთიერთობები მონაცემთა ბაზაში, ეს არის პროცესი, რომელიც ახდენს ადამიანის ტვინის ფუნქციის იმიტაციას. ნეირონული ქსელების კონცეფცია ფართოდ გამოიყენება ბიზნესის მართვის, პროგნოზირების, დაგეგმვისა და კონტროლის პრობლემების გადაწყვეტის მიზნით. სადისერტაციო ნაშრომში დასმული ამოცანის გადაწყვეტა მოიცავს განუსაზღვრელობის სხვადასხვა ასპექტებს და შესაძლებელია „არამკაფიო ლოგიკის“ გამოყენებით. ამ თეორიის საშუალებით ოპტიმალური გადაწყვეტილების მიღება შეიძლება ლინგვისტური უმჯობესობის მათემატიკურ მოდელირების საფუძველზე შექმნილი პროგრამული უზრუნველყოფის პაკეტის გამოყენებით. ხელოვნურ ნეირონში შემავალი ინფორმაციის მიხედვით ხდება გამომავალი მნიშვნელობის გამოთვლა და მათი ურთიერთდამოკიდებულება ცვლადის ფუნქციას წარმოადგენს: $Y=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$. შემავალი ინფორმაცია აღინიშნება X ვექტორით და მიეწოდება ბიოლოგიურ ნეირონის სინაფსს. თითოეული შემავალი ინფორმაცია მრავლდება შესაბამის წონაზე (აღინიშნება W სიმბოლოთი) და მიეწოდება შემაჯამებელ ბლოკს, რომელიც აღინიშნება Σ სიმბოლოთი. შემაჯამებელი ბლოკი, რომელიც ალგებრული ჯამის სახით არის წარმოდგენილი, წარმოქმნის გამოსავალ ვექტორს (იხ. ნახ. 3.2).



ნახაზი 3.2. ლინგვისტური უმჯობესობის მათემატიკურ მოდელი

ამგვარად, ნაშრომში დამუშავებულია შემავალი ინფორმაცია გარემოზე ზემოქმედების ძირითადი კრიტერიუმების მიხედვით [20]. კლიმატის ცვლილების საშიში შედეგების გამო, მისი ზოგიერთი ასპექტი შესაძლოა შეუქცევადი იყოს, მაგრამ მიუხედავად ამისა, ბევრი მეცნიერი მიიჩნევს, რომ დადებითი მოქმედებით, შესაძლებელია კლიმატის ცვლილების ტემპის შენელება და გლობალური დათბობის შემცირება. ადამიანთა ცხოვრების წესი და ქვეყნის შეცვლა ხელს შეუწყობს ადამიანის გავლენას გარემოზე, და რაც მთავარია, ენერგეტიკის სექტორში შემავალი ქვესექტორების სტიმულირება, ინვესტირება, რეფორმირება და ევროკავშირის სტანდარტებთან დაახლოება იქნება პრიორიტეტული არა მხოლოდ ნახშირორჟანგის ემისიის, არამედ სხვა ფაქტორების გათვალისწინებითაც. მახასიათებლები/კრიტერიუმები, რომელთაც მკაფიო რაოდენობრივი შეფასება არ გააჩნიათ და რანჟირებულია 9 ცვლადის მიხედვით, შემდეგია: სათბურის გაზების ემისია; გეოლოგიური ზემოქმედება; კლიმატური ზემოქმედება; სოციალური ზემოქმედება; ფლორა/ფაუნაზე ზემოქმედება; წყლის ხარისხზე ზემოქმედება; ნიადაგის ხარისხზე ზემოქმედება; ჰაერის ხარისხზე ზემოქმედება; ფინანსირების საჭიროება. განვახორციელეთ თითოეული კრიტერიუმის ვრცელი განმარტებითი დახასიათება.

ცხრილი 3.2. თითოეული კრიტერიუმის ვრცელი განმარტებითი დახასიათება

#	კრიტერიუმი	განმარტებითი დახასიათება
1	სათბურის გაზების ემისია	ნახშირორჟანგი მეთანი, აზოტის ორჟანგი და სხვა სათბურის გაზები წარმოიქმნება ორგანული სათბობის წვის პროცესში თბოსადგურებში, რომლებიც ელექტროენერჯის მისაღებად იყენებენ ორგანულ სათბობს, მაზუთს, ბუნებრივ გაზს ან ნახშირს. ჰიდროელექტროსადგურებსაც გააჩნიათ გლობალური დათბობის პოტენციალი (GWP). წყალსაცავებში ნახშირორჟანგისა და მეთანის გამოყოფის ძირითადი მიზეზია წყლით დაფარული მცენარეული საფარი, ნიადაგი, წყალმცენარეები, ჩამდინარე წყლები და ფსკერზე დაგროვილი ნაგავი, რომელთა გახრწნის შედეგად ადგილი აქვს სათბურის გაზების ემისიას
2	გეოლოგიური ზემოქმედება	გეოლოგიურ ზემოქმედებას ძირითადად ახდენს ჰიდროელექტროსადგური, რომლის წყალსაცავის შექმნის

		შემდეგ ხმელეთი გარდაქმნება ჭარბტენიან ტერიტორიად. რაც შეეხება სხვა ტიპის ელექტროსადგურებს, როგორცაა განახლებად და არატრადიციულ ენერჯის წყაროებზე მომუშავე ელექტროსადგურების სამშენებლო ოპერაციებმა შეიძლება გამოიწვიოს მეწყერი და ეროზია, ფერდობის ბურღვას შეიძლება მოჰყვეს ქანების მასივის დესტაბილიზაცია.
3	კლიმატური ზემოქმედება	თბოსადგურის დაპროექტების შემთხვევაში ორგანული სათბობის წვის შედეგად ატმოსფეროში გაიფრქვევა ნახშირორჟანგი რაც იწვევს დედამიწაზე კლიმატის ცვლილებას და გლობალურ დათბობას. ჰიდროელექტროსადგურის კაშხალი და წყალსაცავი ახდენს ადგილობრივი მიკროკლიმატის ცვლილებას. ცვლილება დამოკიდებულია წყალსაცავის ზედაპირის ფართობზე, მის ტევადობაზე და მოცემულ არეალში გაბატონებულ კლიმატურ პირობებზე. შედეგად მიიღება გაზრდილი ტენიანობა, ზამთრის მომატებული საშუალო ტემპერატურა, უფრო გრილი ზაფხული და ხშირი ნისლიანობა
4	სოციალური ზემოქმედება	ქარის ელექტროსადგურის დაპროექტება იწვევს ხმაურს და ტელურადიო ტალღების შეფერხებას, რაც მიმდებარე დასახლებულ ადგილებზე იწვევს მოსახლეობის უკმაყოფილებას. ელექტროსადგურების მშენებლობის პროცესში ადგილი აქვს ისეთ სოციალური ზემოქმედებას როცა ელექტროსადგურის, მისი წყალსაცავის ან ინფრასტრუქტურის მშენებლობა იწვევს ადგილობრივი მოსახლეობის უძრავი ქონების და სახნავ-სათესი ან სათიბი მიწის ნაკვეთებიდან შემოსავლის წყაროს კარგვას. ხშირად ჰიდროელექტროსადგურის მშენებლობის არეალი მოიცავს სოფლებს, ისტორიულ ნაგებობებს, ეკლესიებს და სასაფლაოებს
5	ფლორა/ფაუნაზე ზემოქმედება	ელექტროსადგურების და მათი ინფრასტრუქტურის, როგორცაა მისასვლელი გზების, სადაწნეო და სადერივაციო გვირაბების გაყვანა ან წყალსაცავის მშენებლობა უარყოფით ზეგავლენას ახდენს ბიოლოგიურ გარემოზე, ადგილობრივი ცხოველებისა და ფრინველების უმეტესობა ტოვებს ტერიტორიას მტვერის, ხმაურის და ანთროპოგენური საქმიანობის გამო. გარდა ელექტროსადგურებისა ადგილი აქვს ელექტროგადამცემი ხაზების ნეგატიურ ზემოქმედებას, ხაზებსა და კაბელებში გატარებული დენის მიერ იქმნება ელექტრომაგნიტური ველი და ამის შედეგად ინდუცირებული ეფექტი იწვევს ფაუნის ნორმალური ცხოვრების წესის დარღვევას და ფრინველების სიკვდილიანობას. შეფერხებები მიწათსარგებლობაში აგრეთვე გამოწვეულია გადამცემი ხაზების უარყოფითი ზემოქმედებით
6	წყლის ხარისხზე ზემოქმედება	დიდი ენერგეტიკული კომპლექსი, თავისი მრავალწლიანი რეგულირების წყალსაცავით, განსაკუთრებით აუარესებს ზედაპირული წყლის ხარისხს დატბორილი მცენარეული საფარის ბიოდეგრადაციის შედეგად. მიწისქვეშა წყლის ხარისხის გაუარესებას გამოიწვევს ნავთობპროდუქტების ავარიული დაღვრა მილსადენებიდან, რომელიც შემდეგ გავრცელდება ნიადაგის ღრმა ფენებში

7	ნიადაგის ხარისხზე ზემოქმედება	ჰიდროსადგურის მშენებლობა ამცირებს მიწის ფართობს, წყლით ფარავს და უვარგისს ხდის სასოფლო-სამეურნეო გამოყენებისთვის. თუ ენერგეტიკული საქმიანობის შედეგად ნიადაგის დამაბინძურებლების კონცენტრაცია გაიზარდა ან აღმატება დასაშვებ ზღვარს, გრუნტის ხარისხის აღდგენას დასჭირდება რამდენიმე თვე ან წელი
8	ჰაერის ხარისხზე ზემოქმედება	ჰაერის დამაბინძურებელ ნივთიერებებს მიეკუთვნება აზოტის ოქსიდები, გოგირდის დიოქსიდი, ნახშირჟანგი, მყარი შეწონილი ნაწილაკები, ოზონი და სხვა. გოგირდის დიოქსიდის ემისიის ძირითად წყაროა მაზუთზე ან ქვანახშირზე მომუშავე ელექტროსადგურები. აზოტის ოქსიდების გაფრქვევის ძირითადი წყაროა თბოელექტროსადგურების გამონაბოლქვი, ნარჩენების წვის დროს წარმოქმნილი კვამლი. ნახშირჟანგის ემისიის ძირითადი წყაროა ნავთობისა და ქვანახშირის წვა.
9	ფინანსირების საჭიროება	სიმძლავრის ერთეულზე მოსული კაპიტალური ხარჯები საერთაშორისო ნორმების მიხედვით, საკმაოდ დიდ დიაპაზონში მერყეობს, რაც გამოწვეულია საქართველოს რელიეფის მრავალფეროვანებით და შესაბამისად, ენერგეტიკულ ნაგებობათა ღირებულება არატრადიციულ ენერჯის წყაროებზე მომუშავე ელექტროსადგურებისთვის, როგორცაა ქარის, მზის, გეოთერმული, ბიომასის და მცირე ჰიდროსადგურებისათვის არის 3500 აშშ. დოლარი კვტ-ზე, რადგან მასში შედის სისტემასთან ან მომხმარებელთან მიმყვანი ელექტროგადამცემი ხაზების ღირებულებაც. საშუალო და დიდი სიმძლავრის ჰესებისთვის 1000 აშშ.დოლარი კვტ-ზე, ქვანახშირზე და მაზუთზე მომუშავე თბოსადგურებისათვის 2500 აშშ. დოლარი კვტ-ზე ხოლო აირტურბინული ელექტროსადგურისათვის 2300 აშშ. დოლარი კვტ-ზე

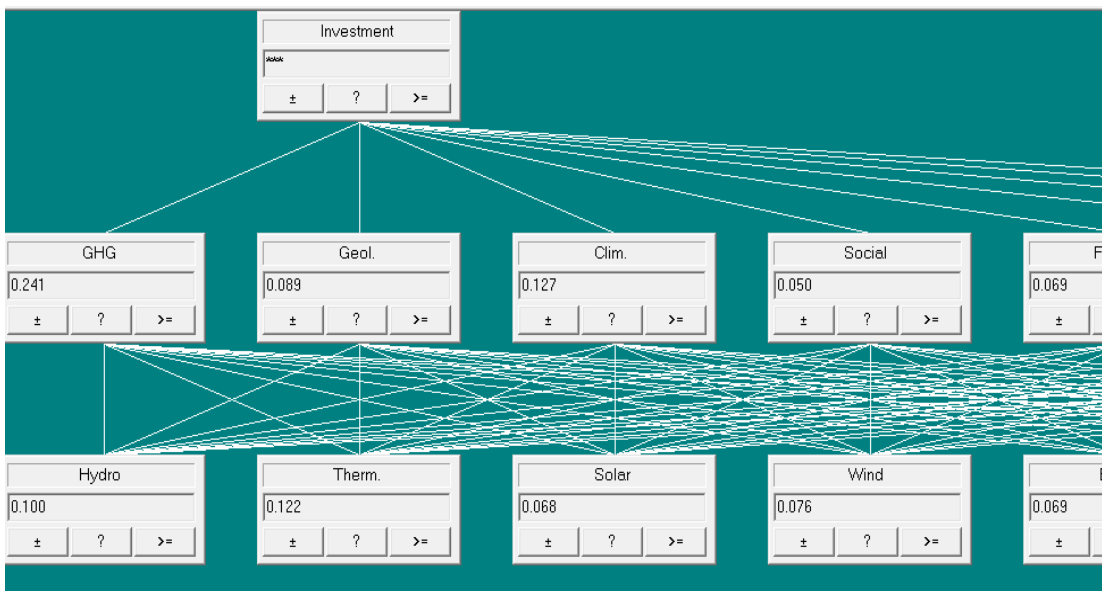
ამგვარად, ჩვენი ამოცანაა ჩამოთვლილი კომპონენტებიდან მათემატიკურ მოდელირების საფუძველზე შექმნილი პროგრამული უზრუნველყოფის პაკეტის და ლინგვისტური უმჯობესობის ცვლადების გამოყენებით (ამ ცვლადების რეალური რაოდენობრივი მნიშვნელობა დაუზუსტებელია, არამკაფიოა, მხოლოდ ლინგვისტური, ანუ სიტყვიერი გამოხატულება გააჩნიათ) გამოიკვეთოს ის რამდენიმე კომპონენტი, რომელთაც ყველაზე მეტი წონითი მნიშვნელობა გააჩნიათ. ამ კომპონენტების პრიორიტეტულობის დადგენის შემდეგ, უკვე შესაძლებელია წარმოვადგინოთ რეფორმების, სტანდარტირების და უპირატესი განვითარების სამიზნე.

ამგვარად, კომპიუტერულ პროგრამაში დამუშავდა შემავალი ინფორმაცია თითოეული დასაფინანსებელი ელემენტის გარემოზე

ზემოქმედების და სხვა მნიშვნელოვანი კრიტერიუმების მიხედვით. კომპიუტერულ პროგრამაში შეგვყავს შეკითხვა [18]:

- ✓ მიზნის ფუნქციიდან გამომდინარე, რომელ კრიტერიუმს გააჩნია უფრო დიდი გავლენა საბოლოო შედეგზე? (ჩვენს კონკრეტულ შემთხვევაში დასაფინანსებელი ობიექტის არჩევაზე).

კომპიუტერულ პროგრამაში დამუშავდა შემავალი ინფორმაცია და სარეიტინგო შეფასებები განისაზღვრა ისე, რომ მაგალითად, სატურის გაზების ემისიას გაცილებით მეტი ზეგავლენა და მნიშვნელობა აქვს საბოლოო შედეგზე და ა.შ. განისაზღვრა დანარჩენი თითოეული 8 კრიტერიუმის მიხედვით. თითოეული კრიტერიუმისთვის შესაბამისი რაოდენობრივი მნიშვნელობის მინიჭების შემდეგ, აგებულია დიაგრამა, სადაც პირველი რიგი გამოსახავს ძირითად მიზანს, მეორე - კრიტერიუმების საშუალო შეწონილ მნიშვნელობებს, ხოლო მესამე - ალტერნატიულ დასაფინანსებელ ობიექტებს (ნახაზზე წარმოდგენილია ვრცელი დიაგრამის მხოლოდ პატარა მონაკვეთი).



ნახაზი 3.3. კრიტერიუმების სარეიტინგო შეფასებები

შემდეგ განისაზღვრა ქვესექტორის სარეიტინგო შეფასებაზე ამ მახასიათებლების გავლენის ელემენტები, მიკუთვნების ფუნქციები და წონითი კოეფიციენტები. პარამეტრები, რომლებიც შეიცავს განუზღვრელობის ელემენტებს, აღინიშნება x_n - ით. ხოლო პარამეტრების სიმრავლეს აქვს შემდეგი გამოსახულება: $\{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, \dots, x_n\}$.

შემდეგი კითხვა უკვე შეეხება ასარჩევი ობიექტის დამოკიდებულებას თითოეულ კრიტერიუმთან:

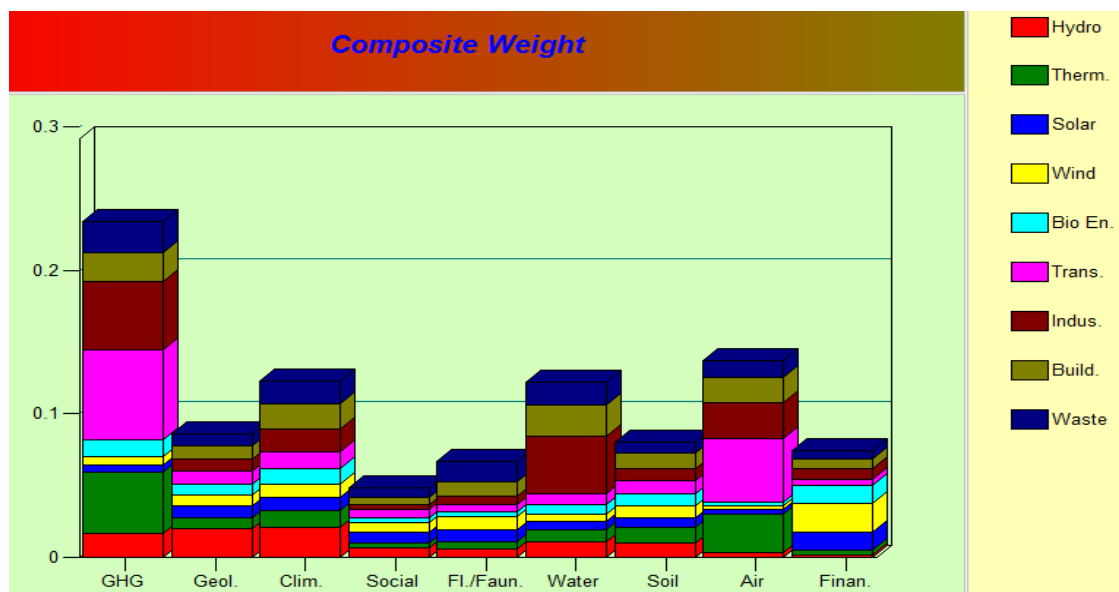
- ✓ სათბურის გაზების ემისიის უდიდესი ნაწილი რომელი ასარჩევი ელემენტისგან მიიღება $[x_1]$?
- ✓ უფრო მეტი გეოლოგიური ზემოქმედება რომელ ელემენტს ახასიათებს $[x_2]$?
- ✓ უფრო მეტი კლიმატური ზემოქმედება რომელ ელემენტს ახასიათებს $[x_3]$?
- ✓ უფრო მეტი სოციალური ზემოქმედება რომელ ელემენტს ახასიათებს $[x_4]$?
- ✓ რომელ ასარჩევ ელემენტს აქვს უფრო მეტი ზემოქმედება ფლორა/ფაუნაზე $[x_5]$?
- ✓ უფრო მეტი ზემოქმედება წყლის ხარისხზე რომელ ელემენტს ახასიათებს $[x_6]$?
- ✓ უფრო მეტი ზემოქმედება ნიადაგის ხარისხზე რომელ ელემენტს ახასიათებს $[x_7]$?
- ✓ უფრო მეტი ზემოქმედება ჰაერის ხარისხზე რომელ ელემენტს ახასიათებს $[x_8]$?
- ✓ რომელ ასარჩევ ელემენტს აქვს უფრო მეტი ფინანსირების საჭიროება $[x_9]$?

ექსპერტული შეფასების საფუძველზე შეფასებულია თითოეული ასარჩევი ალტერნატიული ობიექტის კრიტერიუმებზე ზეგავლენის პროცენტული განაწილება და აგებულია შესაბამისი მატრიცა (ცხრილი 3.3.).

ცხრილი 3.3. ასარჩევი ალტერნატიული ობიექტის კრიტერიუმებზე ზეგავლენის პროცენტული განაწილება

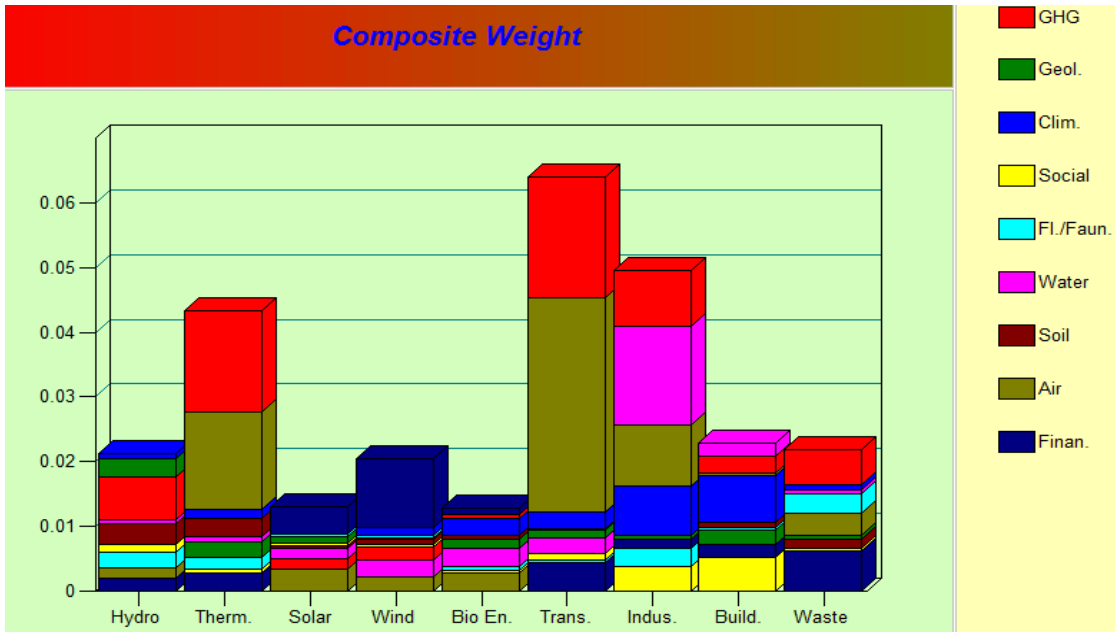
	სათბ. გაზის ემისია	გეოლ. ზემ.	კლიმატ. ზემ.	სოც. ზემ.	ფლ. /ფაუნ. ზემ.	წყლის ხარისხ. ზემ.	ნიად. ხარისხ. ზემ.	ჰაერის ხარისხ. ზემ.	ფინან. საჭირ.	100 %
ჰიდრო ენერგ.	5	20	15	10	10	10	10	10	10	100
თბო ენერგ.	20	5	10	5	8	8	10	20	14	100
მზის ენერგ.	3	10	5	13	15	4	10	5	35	100
ქარის ენერგ.	3	8	6	11	15	3	10	6	38	100
ბიო ენერგ.	5	5	9	4	8	10	13	11	35	100
ტრანსპ.	27	7	5	9	6	5	9	21	11	100
მრეწვ.	17	3	8	4	9	14	8	14	23	100
შენობ.	8	7	10	8	11	12	10	14	20	100
ნარჩ. მართვა	14	5	9	10	15	9	8	13	17	100

კომპიუტერული პროგრამის საშუალებით დამუშავდა შემავალი ინფორმაცია და გამოშვებული ინფორმაციის პასუხი ასეთია: დასაფინანსებელი ობიექტის არჩევაზე ყველაზე დიდი ზეგავლენა აქვს სათბურის გაზების ემისიას, ჰაერისა და წყლის ხარისხს, აგრეთვე კლიმატის გაუარესებას (იხ. ნახ.3.4).

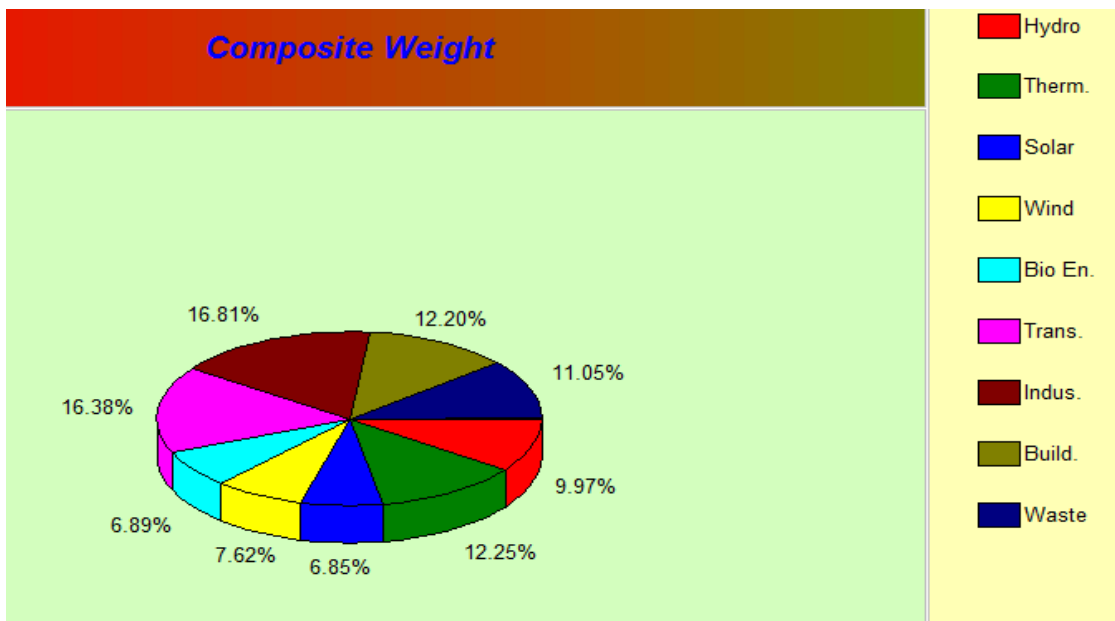


ნახაზი 3.4. კრიტერიუმების საშუალო შეწონილი მნიშვნელობები

შემდეგ გამოიკვეთა ალტერნატიული დასაფინანსებელი ობიექტების წვლილი მათ მიერ გარემოზე ზემოქმედების და სხვა ფაქტორების გათვალისწინებით. ამ მხრივ, გამოიკვეთა ყველაზე მეტი ზეგავლენის ობიექტები: ტრანსპორტი, მრეწველობა და თბოელექტროსადგური.

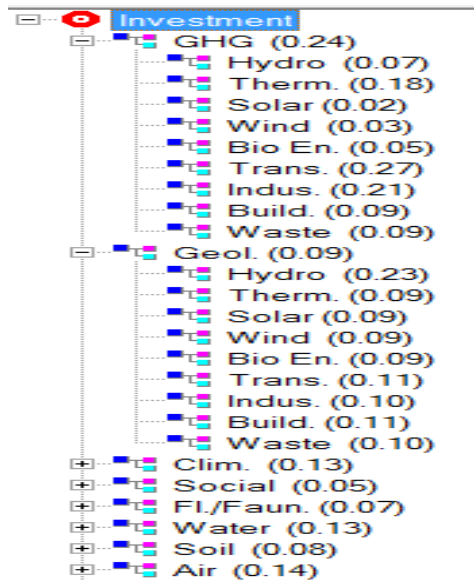


ნახაზი 3.5. ალტერნატიული დასაფინანსებელი ობიექტების საშუალო შეწონილი მნიშვნელობები



ნახაზი 3.6. ალტერნატიული დასაფინანსებელი ობიექტების პროცენტული განაწილება

აგებულია თითოეული ობიექტის თითოეულ კრიტერიუმთან შესაბამისობის ხე, რომელიც თვალნათლივ წარმოაჩენს თითოეული ობიექტის და კრიტერიუმის საშუალო შეწონილ მნიშვნელობას (ნახაზზე წარმოდგენილი ვრცელი გადაწყვეტილებების ხის მცირე მონაკვეთი).



ნახაზი 3.7. თითოეული ობიექტის კრიტერიუმებთან შესაბამისობის ხე

საბოლოოდ, აგებულია თითოეული ობიექტის თითოეულ კრიტერიუმთან შესაბამისობის საშუალო შეწონილი მნიშვნელობების მატრიცა.

Level 2	GHG	Geol.	Clim.	Social	Fl./Faun.	Water	Soil	Air	Finan.	
Weight	0.24	0.09	0.13	0.05	0.07	0.13	0.08	0.14	0.08	
Level 3										Composite Weight
Hydro	0.07	0.23	0.17	0.15	0.09	0.09	0.13	0.03	0.03	0.100
Therm.	0.18	0.09	0.10	0.07	0.08	0.07	0.14	0.20	0.04	0.122
Solar	0.02	0.09	0.07	0.15	0.13	0.05	0.09	0.02	0.17	0.068
Wind	0.03	0.09	0.08	0.14	0.13	0.04	0.10	0.02	0.27	0.076
Bio En.	0.05	0.09	0.09	0.06	0.06	0.05	0.10	0.02	0.17	0.069
Trans.	0.27	0.11	0.10	0.12	0.07	0.07	0.12	0.32	0.06	0.164
Indus.	0.21	0.10	0.13	0.08	0.10	0.33	0.10	0.18	0.10	0.168
Build.	0.09	0.11	0.14	0.10	0.14	0.18	0.13	0.13	0.09	0.122
Waste	0.09	0.10	0.13	0.13	0.22	0.13	0.10	0.09	0.08	0.110

ნახაზი 3.8. თითოეული ობიექტის თითოეულ კრიტერიუმთან შესაბამისობის მატრიცა

თითოეულ ასარჩევ ობიექტს მინიჭებული აქვს შესაბამისი სარეიტინგო ქულა 1-დან 100-მდე, რომლის უდიდესი ნიშნულის მქონე მოხვდება უარყოფითი ზემოქმედების ფარგლებში.

ცხრილი 3.4. შესარჩევი ობიექტების სარეიტინგო ქულები

ობიექტები	საშუალო შეწონილი მნიშვნელობა %	სარეიტინგო ქულა 1-დან 100-მდე
ჰიდრო ენერგეტიკა	0,100	10
თბო ენერგეტიკა	0,122	12,25
მზის ენერგეტიკა	0,068	6,8
ქარის ენერგეტიკა	0,076	7,6
ბიო ენერგეტიკა	0,069	6,9
ტრანსპორტი	0,164	16,4
მრეწველობა	0,168	16,8
ენერგოდაზოგვა შენობებში	0,122	12,20
ნარჩენების მართვა	0,110	11

მას შემდეგ, რაც გამოვლინდა 3 ყველაზე უარყოფითი ზემოქმედების ობიექტი (მრეწველობა, ტრანსპორტი და თბოსადგური), ისინი გამოირიცხება და დანარჩენი ექვსი ობიექტი (ჰიდრო, მზის, ქარის, ბიომასის ენერჯიაზე მომუშავე ელექტროსადგურები, ენერგოდაზოგვა შენობებში და ნარჩენების მართვა) მიზანშეწონილია დაფინანსდეს საერთაშორისო ორგანიზაციების, სახელმწიფოს ან კერძო პროგრამების საშუალებით.

საქართველოს მთავრობა გეგმავს კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებული ღონისძიებების დაფინანსება განხორციელდეს სახელმწიფოს საკუთრებაში არსებული საწარმოების ან ინფრასტრუქტურული კომპანიების მიერ, როგორცაა სს საქართველოს სახელმწიფო ელექტროსისტემა, სს საქართველოს რკინიგზა და სს საქართველოს ნავთობისა და გაზის კორპორაცია. ასევე შესაძლებელია საქართველოს საპენსიო ფონდის აქტივები, რომელიც 2018-2030 წლისთვის გაიზრდება სავარაუდოდ 12,2 მლრდ აშშ დოლარამდე, გამოყენებულ იქნას კლიმატთან დაკავშირებული პროექტების დასაფინანსებლად [17].

3.2. კლიმატის ცვლილების შემცირების ერთ ერთი გზა - „მწვანე ენერჯეტიკის განვითარება“

ენერჯეტიკის სექტორში სათბურის გაზების ემისიის ადგილი აქვს წიაღისეული სათბობის მოპოვების, გარდაქმნის, ტრანსპორტირების, მიწოდებისა და მოხმარების პროცესში. ბუნებრივი გაზის, ნახშირის ან ნავთობის მოპოვებას, გარდაქმნას და ტრანსპორტირებას მოყვება აქროლადი ემისიები, რომლებიც ატმოსფეროში გაიფრქვევა წვის გარეშე. ენერჯეტიკის სექტორში ელექტროენერჯისა და სითბოს წარმოებისას წარმოშობილი წვის ნაწარმი, მრეწველობაში რკინის, საკვების წარმოებისას წარმოშობილი წვის ნაწარმი, ტრანსპორტის სექტორში ნავთობპროდუქტებისა და გაზის მოხმარებისას წარმოშობილი წვის ნაწარმი ითვლება ყველაზე მეტ რისკ ფაქტორებად, ამ სექტორში ძირითადი შემარბილებელი ღონისძიებები განიხილება ენერჯის განახლებადი წყაროების გამოყენების გაზრდის ხარჯზე. აღსანიშნავია, რომ ენერჯის განახლებადი წყაროების ტექნოლოგიები უკეთესი ტექნიკური მაჩვენებლებით ხასიათდება, და მათი ფასებიც შესამჩნევად შემცირებულია წინა წლებთან შედარებით. მიუხედავად ამისა, ეს ტექნოლოგიები ჯერ კიდევ საჭიროებენ დახმარებას ან სუბსიდირებას რათა მნიშვნელოვნად გაიზარდოს მათი წილი ენერჯის წარმოებაში. ემისიების მნიშვნელოვნად შემცირება შესაძლებელია ბუნებრივ გაზზე მომუშავე კომბინირებული ციკლის ელექტროსადგურებზე გადასვლითაც. წიაღისეულ საწვავზე მომუშავე ელექტროსადგურებიდან ემისიების შემცირება შესაძლებელია ნახშირორჟანგის ჩაჭერისა და შენახვის ტექნოლოგიების საშუალებით.

კლიმატის ცვლილება მკვეთრად ზემოქმედებს წყლის ობიექტების ჰიდროლოგიურ რეჟიმზე და ჰიდრორესურსებზე, რომელიც ელექტროენერჯის მიღების გამართლებულ წყაროდ ითვლება. ენერჯის სხვა ალტერნატიული წყაროების როგორცაა ქარის, მზის, ბიომასის და გეოთერმული წყლის ენერჯის დივერსიფიკაცია მეტად გააუმჯობესებს ქვეყნის ეკოლოგიურ და გარემოსდაცვით მდგომარეობას. საქართველოში

მწვანე ენერჯეტიკის ფორმატში მოიაზრება ისეთი ახალი ტექნოლოგიების დანერგვა, როგორცაა ელექტროენერჯის წარმოება სხვადასხვა ბიომასის ნედლეულის, მათ შორის ტყის, სოფლის მეურნეობის ნარჩენებისა და პირუტყვის ექსკრემენტებისაგან, მუნიციპალური მყარი ნარჩენების ორგანული კომპონენტისა და სხვა ორგანული ნარჩენებისგან. სხვადასხვა ტექნოლოგიური პროცესის საშუალებით, ბიომასა შეიძლება გამოყენებული იყოს ელექტროენერჯის, სითბოს, აირისებრი, თხევადი ან მყარი საწვავის საწარმოებლად. მიზანშეწონილია უახლესი ტექნოლოგიის მცირე და ფართომასშტაბიანი საქვებების, ნახშირის ადგილობრივი წარმოების პელეტებზე დაფუძნებული გათბობის სისტემების წარმოება. მისასაღებელია ეთანოლის წარმოება შაქრისა და სახამებლისაგან, მზის ენერჯის გამოყენება ელექტროენერჯის მისაღებად ფოტო ელექტრული ელემენტების ან მზის ენერჯის კონცენტრირების, ანუ მზის კომპურა სადგურების გამოყენებით, ხოლო ცხელწყალმომარაგება და გათბობა მზის კოლექტორების, ანუ სტანდარტული მზის პანელების საშუალებით. განიხილება ასევე შენობების განათება, გათბობა ან გაგრილება პასიური ან აქტიური სისტემების საშუალებით. ეკოლოგიური თვალსაზრისით მეტად მიმზიდველია გეოთერმული ენერჯის გამოყენება ელექტროენერჯის მისაღებად ან მისი პირდაპირი გამოყენება გათბობისათვის, ხოლო მისი დაბალი ტემპერატურის შემთხვევაში თბური ტუმბოების გამოყენებით გათბობა-გაგრილებისთვის.

როგორც ცნობილია, მსოფლიოს უმეტესი განვითარებული და განვითარებადი ქვეყანა ცდილობს სხვადასხვა მეთოდით ებრძოდეს კლიმატის ცვლილების საშიშ ეფექტებს და მიმართავს სხვადასხვა ღონისძიებას, მათ შორის არის „სუფთა განვითარების მექანიზმის პროექტების დანერგვა” რომელიც გულისხმობს ემისიის კვოტებით ვაჭრობას და ნებისმიერმა ქვეყანამ შეიძლება გამოიმუშაოს თანხა იმის მიხედვით, თუ რა იქნება ერთეული ემისიის შემცირების საბაზრო ფასი. საქართველოს შეუძლია ჩაერთოს ემისიების კვოტებით ვაჭრობაში და

დაზოგოლი ემისიის სერტიფიკატის (CER)-ის გაყიდვით მიიღოს გარკვეული შემოსავალი „მწვანე ენერჯეტიკის“ მიერ გამომუშავებული ელექტროენერჯის რაოდენობის შესაბამისად. ქსელის ემისიის კოეფიციენტს, რომელსაც CO₂ ემისიების ინტენსიურობასაც უწოდებენ, წელიწადში ერთხელ ადგენს და აქვეყნებს ამა თუ იმ ქვეყნის უფლებამოსილი ნაციონალური ორგანო (DNA). საქართველოს სოფლის მეურნეობისა და გარემოს დაცვის სამინისტრო ადგენს ქსელის ემისიის კოეფიციენტს, რომელიც საანგარიშო სიდიდეა და დამოკიდებულია სხვადასხვა ფაქტორებზე, დღეისთვის (2019წ.) საქართველოს ქსელის ემისიის კოეფიციენტი 0,104 ტCO₂/მგტსთ. სათბურის გაზების ემისია მცირდება განახლებადი ენერჯეტიკული წყაროების, როგორცაა ქარის, მზის, ჰიდრო და ბიომასის ენერჯის გამოყენებით. ემისიის შემცირება Y - წელს გაიანგარიშება შემდეგი გამოსახულებით:

$$ER_Y = EG_Y (\text{მგტსთ}) * EF_Y (\text{ტCO}_2/\text{მგტსთ}),$$

სადაც EG_Y არის წლიურად გამომუშავებული ელექტროენერჯია (მგტსთ); EF_Y - ქსელის ემისიის კოეფიციენტი; Y - საანგარიშო წელი.

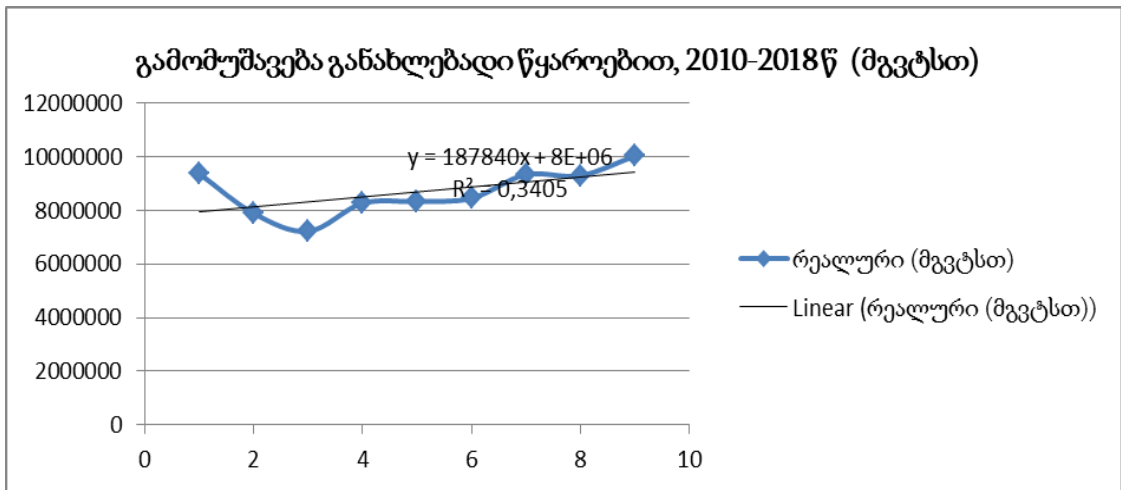
ევროკომისიის კლიმატის ცვლილების სამოქმედო გეგმა მოიცავს რამდენიმე ფაზას. პირველი ფაზა - 2008-2013 წ., ემისიის შემცირების საშუალო ფასი იყო 22 ევრო/ტCO₂; მეორე ფაზა - 2013-2020 წ. ემისიის შემცირების საშუალო ფასი 10-12 ევრო/ტCO₂; მესამე ფაზა - 2021-2028წ. დაგეგმილია 2003/87/EC დირექტივის ორი სტრუქტურული რეფორმა, ფასები წინასწარ ნავარაუდები არ არის.

3.5. ცხრილში წარმოდგენილია 2010-2018 წლებში ელექტროენერჯის წარმოების სტატისტიკური მონაცემები ჰიდრო და ქარის ელექტროსადგურებით. ჩვენ გავაკეთეთ 2030 წლისთვის „მწვანე“ ელექტროსადგურების საპროგნოზო გამომუშავება, შეგვიძლია ვივარაუდოთ თუ რამდენით შემცირდება სათბურის გაზების ემისია, და გარდა ამისა, თუ ის ჩაერთვება ემისიები ვაჭრობაში, რამდენ მოგებას მიიღებს „მწვანე ენერჯის“ გაყიდვით.

ცხრილი 3.5. საქართველოში ელექტროენერჯის წარმოების სტატისტიკური მონაცემები „მწვანე“ ელექტროსადგურებით 2010-2018 წლებში[15]

#	წელი	გენერაცია, სულ (მგვტსთ)	ჰესებით (მგვტსთ)	ქარის ელ. სადგურით (მგვტსთ)	სულ განახლებ. (მგვტსთ)	ემისიის ფაქტ. (ტCO ₂ /მგვტსთ)	ემისიის შემცირება, (ტCO ₂ /მგვტსთ)
1	2010	10057700	9374900	-	9374900	0,104	974990
2	2011	10105000	7892400	-	7892400	0,104	820810
3	2012	9697600	7220500	-	7220500	0,104	750932
4	2013	10058700	8271000	-	8271000	0,104	860184
5	2014	10369600	8333700	-	8333700	0,104	866705
6	2015	10832600	8453800	-	8453800	0,104	879195
7	2016	11573600	9329200	9000	9338200	0,104	971173
8	2017	11531200	9210400	87800	9298200	0,104	967013
9	2018	12148600	9949300	84300	10033600	0,104	1043494

2010-2018 წლების სტატისტიკურ მონაცემებზე დაყრდნობით აიგო გრაფიკი (იხ. ნახ.3.9.)



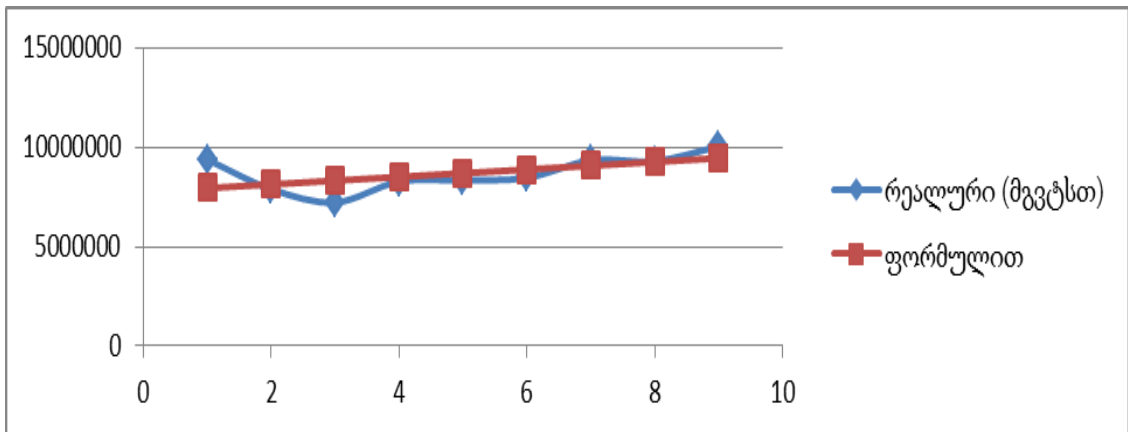
ნახაზი 3.9. განახლებადი წყაროებით გამომუშავების ტრენდის განტოლება

შეიქმნა ტრენდის განტოლება, შესაბამისი ფორმულა შემდეგია: $y=187840 \cdot X+8000000$, რის საფუძველზეც გავიანგარიშეთ განახლებადი ენერჯის წყაროებით მოსალოდნელი გამომუშავება და გამოვითვალეთ ცდომილება.

ცხრილი 3.6. განახლებადი ენერჯის წყაროებით მოსალოდნელი გამომუშავება და ცდომილება

#	განახლებადი ენერჯის წყაროებით გამომუშავება რეალური (მგვტსთ)	მოსალოდნელი გამომუშავება (ფორმულით) (მგვტსთ)	ცდომილება (რეალური/ მოსალოდნელი)
1	9374900	7939340	1,18
2	7892400	8127180	0,97
3	7220500	8315020	0,87
4	8271000	8502860	0,97
5	8333700	8690700	0,96
6	8453800	8878540	0,95
7	9338200	9066380	1,03
8	9298200	9254220	1,00
9	10033600	9442060	1,06

აგებულია განახლებადი ენერჯის წყაროებით გამომუშავების რეალური და მოსალოდნელი მნიშვნელობების ურთიერთდამოკიდებულების გრაფიკი, საიდანაც ჩანს, რომ ცდომილება დასაშვებ ფარგლებშია, რითაც მტკიცდება ფორმულის სისწორე.



ნახაზი 3.10. განახლებადი ენერჯის წყაროებით გამომუშავების რეალური და მოსალოდნელი მნიშვნელობების ურთიერთდამოკიდებულების გრაფიკი

ამის შემდეგ გაკეთებულია განახლებადი ენერჯის წყაროებით ელექტროენერჯის გამომუშავების 2019-2030 წლის პროგნოზი.

**ცხრილი 3.7. განახლებადი ენერჯის წყაროებით ელექტროენერჯის
გამომუშავების 2019-2030 წლის პროგნოზი**

წელი	#	განახლებადი ენერჯის წყაროებით გამომუშავება რეალური (მგვტსთ)	პროგნოზი (მგვტსთ)	ცდომილება
	1	9374900	7939340	1,18
	2	7892400	8127180	0,97
	3	7220500	8315020	0,87
	4	8271000	8502860	0,97
	5	8333700	8690700	0,96
	6	8453800	8878540	0,95
	7	9338200	9066380	1,03
	8	9298200	9254220	1,00
	9	10033600	9442060	1,06
2019	10		9629900	
2020	11		9817740	
2021	12		10005580	
2022	13		10193420	
2023	14		10381260	
2024	15		10569100	
2025	16		10756940	
2026	17		10944780	
2027	18		11132620	
2028	19		11320460	
2029	20		11508300	
2030	21		11696140	

2010-2018 წლების სტატისტიკურ მონაცემებზე დაყრდნობით ექსელის „Forecast“ ფუნქციის გამოყენებით ვივარაუდოთ, რომ 2019 წელს „მწვანე ელექტროენერჯის“ გენერაციის რაოდენობა იქნება 9 629 900 მგვტსთ. თუ ემისიის ფაქტორი უცვლელი დარჩება, ემისიის შემცირების რაოდენობა იქნება: $ER_{2019} = 9\ 629\ 900\ \text{მგვტსთ} * 0.104\ \text{ტCO}_2/\text{მგვტსთ} = 1\ 001\ 510\ \text{ტCO}_2/\text{მგვტსთ}$. და ა.შ. 2030 წლის ჩათვლით.

თუ დავუშვებთ, რომ დაზოგილი ემისიის სერტიფიკატის მიხედვით ერთი ტონის საბაზრო ფასი იქნება 10 ევრო/ტCO₂, მაშინ ქვეყანა 2019 წელს მიიღებს შემოსავალს 10 015 096 ევროს რაოდენობით.

ხოლო თუ ვიანგარიშებთ 2019-2030 წლებში ჯამურად გამომუშავებული „მწვანე“ ელექტროენერჯის რაოდენობას და დავუშვებთ,

რომ თუ ემისიის ფაქტორი და ერთი ტონა ემისიის შემცირების ფასი უცვლელი დარჩება, ემისიის შემცირების რაოდენობა და მოსალოდნელი შემოსავალი იქნება:

$$ER_{2019-2030}=[127956240\text{მგტსთ} \cdot 0.104\text{ტCO}_2/\text{მგტსთ}] \cdot 10 \text{ ევრო}/\text{ტCO}_2=133074490 \text{ ევრო.}$$

ცხრილი 3.8. ემისიის შემცირების რაოდენობა 2030 წლის ჩათვლით

წელი	#	რეალური (მგტსთ)	პროგნოზი (ფორმულით) (მგტსთ)	ცდომილება	ემისიის ფაქტორი ემისიის ფაქტ, (ტCO ₂ /მგტსთ)	ემისიის შემცირება (ტCO ₂ /მგტსთ)
	1	9374900	7939340	1,18	0,104	974989,6
	2	7892400	8127180	0,97	0,104	
	3	7220500	8315020	0,87	0,104	
	4	8271000	8502860	0,97	0,104	
	5	8333700	8690700	0,96	0,104	
	6	8453800	8878540	0,95	0,104	
	7	9338200	9066380	1,03	0,104	
	8	9298200	9254220	1,00	0,104	
	9	10033600	9442060	1,06	0,104	
2019	10		9629900		0,104	1001510
2020	11		9817740		0,104	1021045
2021	12		10005580		0,104	1040580
2022	13		10193420		0,104	1060116
2023	14		10381260		0,104	1079651
2024	15		10569100		0,104	1099186
2025	16		10756940		0,104	1118722
2026	17		10944780		0,104	1138257
2027	18		11132620		0,104	1157792
2028	19		11320460		0,104	1177328
2029	20		11508300		0,104	1196863
2030	21		11696140		0,104	1216399

ჩატარებული ანალიზი პირობითია და იგულისხმება იმ შემთხვევისთვის, თუ საწარმოო სიმძლავრეები იქნება მუდმივი. აღსანიშნავია, რომ საქართველოში 2030 წლისთვის იგეგმება მრავალი „მწვანე“ მცირე, საშუალო და დიდი სიმძლავრის ელექტროსადგურის აშენება და შესაბამისი ემისიის შემცირება და მიღებული შემოსავალი ბევრად მეტი იქნება.

3.3. კლიმატის ცვლილების შემცირების გზები: ენერგოდაზოგვა, შენობების ენერგოეფექტიანობა, ტრანსპორტის ეფექტიანობა

საქართველომ ბოლო პერიოდში გადადგა ბევრი მნიშვნელოვანი ნაბიჯი ენერგოდაზოგვის დონისძიებების დანერგვის მიმართულებით. კერძოდ, საქართველომ ხელი მოაწერა ენერგეტიკულ გაერთიანებასთან მიერთების პროტოკოლს, გარდა ამისა, ასოცირების ხელშეკრულების თანახმად, საქართველომ უნდა მოახდინოს ევროკავშირის 2012/27/EU ენერგოეფექტიანობის შესახებ დირექტივასთან ჰარმონიზება.

შენობებში ენერგიის მოხმარებაზე დიდ გავლენას ახდენს მოქალაქეთა ცხოვრების სტილი, კულტურა და ქცევის ნორმები. შენობების სექტორში ენერგიის გამოყენების შემცირებას ხელს შეუწყობს სამშენებლო ნორმების დაწესება ახალი შენობებისათვის. შენობებში გარდა ენერგეტიკული სარგებელისა, შეიძლება მივიღოთ ეგრეთ წოდებული „არაენერგეტიკული სარგებელი“, როგორცაა ენერგოუსაფრთხოების ამაღლება, ჯანმრთელობა, მუშაობის პროდუქტიულობა, დამატებითი სამუშაო ადგილები. არაენერგეტიკული სარგებლის მიღწევის ბარიერებია მობინადრეების და მშენებლების განსხვავებული ინტერესები, განუვითარებელი ბაზარი და ინფორმაციას ნაკლებობა. 2010/31/EU დირექტივა შენობების ენერგოეფექტურობის შესახებ (EPBD) მიმართულია შენობების ენერგოეფექტურობის გაზრდისკენ, რაც გამოიწვევს არა მხოლოდ სათბური გაზების ემისიის შემცირებას, არამედ ბევრ ისეთ სასიკეთო შედეგს, როგორცაა ჰაერის, წყლის და მიწის დაბინძურების შემცირება, ადამიანთა კომფორტის დონის გაზრდა, მოხმარებულ ენერგიაზე გადასახადების შემცირება და ფინანსური დანაზოგების გადიდება. დირექტივის მიხედვით უნდა შემუშავდეს შენობების ენერგოეფექტურობის მოთხოვნები და კონტროლს დაექვემდებაროს შენობების თბური მახასიათებლები, როგორცაა დათბუნება, გათბობა, გაგრილება, ცხელი წყალმომარაგება, განათება, კლიმატური პირობები და სხვა. დადგენილი ნორმები შეეხება ყველა ახალ შენობას და იმ არსებულ შენობებს, რომლებიც კაპიტალურად

რემონტდება, გამონაკლისია ამ მხრივ, ისტორიული და რელიგიური დანიშნულების შენობები. ამ დირექტივის ფარგლებში დაგეგმილია ენერგოეფექტურობის სერტიფიკატების შემუშავების სისტემა, რომელიც მოიცავს ინფორმაციას შენობის მიერ მოხმარებული ენერჯის შესახებ და ასევე იძლევა რეკომენდაციებს ენერჯის მოხმარების შემცირების და ენერგოეფექტურობის გაუმჯობესების მიმართულებით.

საზოგადოებრივ, სამრეწველო, კომერციულ და საყოფაცხოვრებო შენობებში ელექტროენერჯის მოხმარების რაოდენობაზე მოქმედებს გათბობის (Heating Degree Days) და გაგრილების (Cooling Degree Days) ტემპერატურა. შენობების შიგა ტემპერატურა საყოფაცხოვრებო შენობებში დამოკიდებულია მაცხოვრებელთა ინდივიდუალურ მოთხოვნაზე (მაგ. 20-24°C), ხოლო საზოგადოებრივ, სამრეწველო, კომერციულ შენობებში შესაძლებელია უფრო ნაკლები ტემპერატურა, (მაგ. 18°C) ჩაითვალოს კომფორტულ ტემპერატურად. „გრადუს-დღეების” მეთოდი ამყარებს კავშირს შენობის „შიგა” და „გარე” ტემპერატურებს შორის. დადგენილია ნორმები, რომლის მიხედვით განსაზღვრულია ზამთრის და ზაფხულის კომფორტული ტემპერატურები საყოფაცხოვრებო, საზოგადოებრივი, სამრეწველო და სხვა ობიექტებისათვის. მაგალითად, საყოფაცხოვრებო შენობებში ზამთრის კომფორტულ ტემპერატურად მიღებულია 20-22°C ხოლო ზაფხულის კომფორტულ ტემპერატურად – 23-24°C. გათბობის ჩართვის ტემპერატურა 5°C-ით ნაკლებია ზამთრის კომფორტულ ტემპერატურაზე, ხოლო გაგრილების ჩართვის ტემპერატურა 5°C -ით მეტია ზაფხულის კომფორტულ ტემპერატურაზე. აქედან გამომდინარე, გათბობა ჩართვება როცა გარემოს ტემპერატურაა 20-5=15°C, ხოლო გაგრილება ჩართვება, როცა გარემოს ტემპერატურაა 24+5=29°C. საშუალოდ, ზამთრის შიგა ტემპერატურა არის 15°C, ხოლო ზაფხულის საშუალო შიგა ტემპერატურაა 29°C. „გარე” საშუალო თვიური ტემპერატურა შესაძლებელია განისაზღვროს აეროპორტების სინოპტიკური ცენტრების მონაცემებით. გრადუს-დღეების გაიანგარიშება რამდენიმე საფეხურად:

1. განისაზღვრება საანგარიშო წლის თითოეულ თვეში „შიგა“ კომფორტული ტემპერატურა, °C;
2. განისაზღვრება საანგარიშო წლის თითოეულ თვეში „გარე“ კომფორტული ტემპერატურა, °C;
3. განისაზღვრება გათბობა-გაგრილების ჩართვის ტემპერატურა, °C;
4. გაიანგარიშება სხვაობა გათბობა-გაგრილების ჩართვის და გარემოს ტემპერატურებს შორის;
5. აღნიშნული სხვაობა გამრავლდება საანგარიშო წლის თითოეულ თვეში დღეების რაოდენობაზე.

გამარტივებისთვის შესაძლებელია კომპიუტერული პროგრამის www.degreedays.net გამოყენება, რომელიც აეროპორტის მითითების შემთხვევაში ავტომატურად გამოთვლის გრადუს-დღეებს. ჩვენს მაგალითში მითითებულია ნოვო ალქსეევკას თბილისი აეროპორტის სინოპტიკური ცენტრი.

Degree Days.net - Custom Degree Day Data

Degree Days.net calculates degree-day data for energy-saving professionals worldwide. It is developed and maintained by info@degreedays.net. We recently made some big changes to the Station Search feature below. Overall we think it's improved. But please email us if you run into any major issues searching for weather stations!

ნახაზი 3.11. კომპიუტერული პროგრამის www.degreedays.net გამოყენება

3.9. ცხრილში წარმოდგენილია 2018 წლის თვეების მიხედვით გათბობის და გაგრილების გრადუს-დღეები, გაანგარიშებული კომპიუტერული პროგრამის მიერ, საბაზისო ტემპერატურად აღებულია 15 °C.

ცხრილი 3.9. გათბობის და გაგრილების გრადუს-დღეები 2018 წ. მიხედვით

თვე	„შიგა“ კომფორტ. ტემპერატურა, °C	გათბობა- გაგრილების ჩართვის ტემპერატურა, °C	დღეების რაოდენობა თვეში	გათბობის გრადუს- დღეები	გაგრილების გრადუს- დღეები
იანვარი	20	15	31	351,0	0,0
თებერვალი	20	15	28	263,0	0,0
მარტი	20	15	31	175,0	7,0
აპრილი	20	15	30	88,0	33,0
მაისი	20	15	31	6,0	166,0
ივნისი	24	29	30	1,0	247,0
ივლისი	24	29	31	0,0	377,0
აგვისტო	24	29	31	0,0	294,0
სექტემბერი	20	15	30	0,0	194,0
ოქტომბერი	20	15	31	41,0	61,0
ნოემბერი	20	15	30	201,0	1,0
დეკემბერი	20	15	31	305,0	0,0

საქართველოში ტრანსპორტის ქვესექტორი წარმოადგენს ჰაერის ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან დამაბინძურებელს. ტრანსპორტის ქვესექტორი სათბურის გაზების ინვენტარიზაციაში წარმოდგენილია საგზაო სარკინიგზო, საავიაციო, სამდინარო ტრანსპორტით და მილსადენებით.

ჰაერის დაბინძურება დიდწილად განპირობებულია ავტომობილების გამონაბოლქვით, საქართველოში მსუბუქი ავტომობილების უმრავლესობა ევროპიდან იმპორტირებული მეორადი მანქანებია და რაც საყურადღებოა, საწვავის ხარისხის კონტროლის არარსებობა იწვევს ავტომანქანის მდგომარეობისა და სტანდარტების გაუარესებას. მსუბუქი ავტომობილების ნახევარზე მეტი იყენებს იაფფასიან, შედარებით დაბახარისხოვან საწვავს, რომელიც აზერბაიჯანიდან შემოდის. სოციალური და ეკონომიკური განვითარების სტრატეგია „საქართველო 2020“ [19] ეხება საგზაო და სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურას და აყალიბებს სამომავლო მიზნებს, რადგან სატრანსპორტო საშუალებების მიერ ჰაერის დაბინძურების მიზეზია ძველი ავტომანქანები და ცუდი ხარისხის საწვავი, ღონისძიებები,

რომლებიც შემცირებენ დაბინძურების ხარისხს, შემდეგია: ავტომობილების დასაშვები ასაკობრივი ზღვრის დაწესება და მისი ეტაპობრივი შემცირება, საგზაო მოძრაობის ოპტიმიზაცია, ელექტრო ტრანსპორტის განვითარება, საწვავის ხარისხის კონტროლის მექანიზმების დანერგვა, კომპრესირებული ბუნებრივი გაზის უფრო ვრცელი გამოყენება.

აღსანიშნავია, რომ საქართველოს რკინიგზის 1326 კილომეტრიანი ქსელის 293 კილომეტრი არის ორხაზიანი და 1251 კილომეტრი არის ელექტროფიცირებული, რაც განაპირობებს შედარებით ნაკლებ გამონახოლქვს.

საქართველოში ფუნქციონირებს ფოთის, ბათუმის, სუფსის და ყულევის პორტები. ფოთის პორტი გამოიყენება თხევადი და მშრალი ნაყარი ტვირთის გადასაზიდად, ბათუმის საზღვაო პორტი გამოიყენება ნავთობისთვის, კონტეინერებისთვის, სარკინიგზო ბორანებისთვის, მშრალი ტვირთის და სამგზავრო გადაზიდვებისთვის. სუფსის პორტი არის ოფშორული ნავთობტერმინალი, რომელსაც ფლობს და მართავს კომპანია BP (ბრიტიშ პეტროლეუმი). ყულევის პორტი არის ნავთობის ექსპორტიორი ტერმინალი, რომელსაც გააჩნია ნავმისადგომი, რომელიც იტევს ასი ათას ტონიან გემებს.

საჰაერო ტრანსპორტისთვის დაგეგმილია ერთიანი საჰაერო სივრცის შექმნა საქართველოსა და ევროკავშირსა და მის წევრ სახელმწიფოებს შორის, ევროკავშირის კანონმდებლობასთან საქართველოს კანონმდებლობის ევროკავშირის ჰარმონიზაცია, დაბალფასიანი საავიაციო კომპანიების ქართულ ბაზარზე მოზიდვას და საავიაციო კონკურენციის გაუმჯობესებას უზრუნველყოფს.

აღსანიშნავია, რომ ნახშირორჟანგის ემისია არის დომინანტი სათბურის გაზი სხვა სათბურის გაზებთან შედარებით [20]. ენერჯის მოთხოვნილების შემცირება ტრანსპორტის სექტორში შესაძლებელია სხვადასხვა ტექნიკური და ქცევითი ღონისძიებების დანერგვით, ასევე ურბანულ განვითარებაში ინვესტირებით, რაც გულისხმობს დიდ ქალაქებში ველობილიკების

გაკეთებას და მგზავრების ფეხით გადაადგილებას. რაც შეეხება სარკინიგზო ტრანსპორტს, მაღალი სიჩქარე რკინიგზაზე შეამცირებს ემისიებს, ხოლო საავტომობილო და საზღვაო ტრანსპორტში დაბალნახშირბადიანი საწვავის როგორცაა ბუნებრივი და თხევადი გაზის გამოყენება ასევე ხელს შეუწყობს ემისიების შემცირებას. საქართველო არის სამხრეთ კავკასიის და ცენტრალური აზიის სატრანსპორტო ცენტრი, რადგან მასზე გადის რუსეთის, თურქეთისა და ევროპისკენ მიმავალი მარშრუტები. საქართველოს ნავთობისა და გაზის მილსადენები, შავი ზღვის პორტები, განვითარებული სარკინიგზო სისტემა და აეროპორტები, რომლებიც პირდაპირ საჰაერო რეისებს ახორციელებენ 17 ქვეყანაში, ასევე მნიშვნელოვან როლს თამაშობს აღმოსავლეთისა და დასავლეთის ერთმანეთთან დაკავშირებაში. აღსანიშნავია, რომ საქართველოში მსუბუქი ავტომობილების უმეტესობა ტექნიკურად გაუმართავია, რაც სატრანსპორტო ქვესექტორის მიერ ჰაერის დაბინძურების მთავარ მიზეზია. ეროვნული კანონმდებლობით დადგენილია ჰაერის დამაბინძურებელი ნივთიერების ზღვრული მნიშვნელობები. როგორც ბოლო წლების კვლევები აჩვენებს, ისეთი ნივთიერებებისათვის, როგორცაა ნახშირჟანგი, ნატრიუმის ორჟანგი, გოგირდის ორჟანგი, ტყვია, ბენენი, დარიშხანი, კადმიუმი, ვერცხლიწყალი, ნიკელი და პოლიციკლური არომატული ნახშირწყალბადები, საქართველოს კანონმდებლობით დადგენილი ზღვრული მნიშვნელობები არ შეესაბამება ევროკავშირის სტანდარტებს. ეროვნული კანონმდებლობის ცვლილებები მნიშვნელოვნად დაგვაახლოვებს ევროკავშირის სტანდარტებს, რაც სავალდებულოა ასოცირების შეთანხმებით. მისასალმებელია, რომ ტრანსპორტის ქვესექტორში გაფრქვევების მოცულობების შემცირების მიზნით, განხორციელდა რამდენიმე საკანონმდებლო ცვლილება. კერძოდ, შემოღებულია ნაკლებად დამაბინძურებელი ავტომობილების იმპორტის გასაზრდელად ეკონომიკური წახალისების მექანიზმები. ამჟამად, საქართველოში ელექტრომობილების იმპორტი გათავისუფლებულია

აქციზისა და იმპორტის გადასახადებისაგან. აღსანიშნავია, რომ ჰიბრიდულ ავტომობილებზე აქციზის გადასახადი 2016 წელს 60%-ით შემცირდა, ხოლო 2017 წლის იანვრიდან, თითქმის ყველა სახის ავტომობილზე დაახლოებით 25%-ით გაიზარდა, ათი წლის ასაკის ავტომობილებისთვის აღნიშნული გადასახადი გაორმაგებულია, ხოლო თოთხმეტ წელზე მეტი ასაკის ავტომობილებისთვის კი გასამმაგდა.

ე.წ. „მწვანე“ სატრანსპორტო პოლიტიკა ხორციელდება „მწვანე ეკონომიკის“ სამოქმედო გეგმის თანახმად, რის მიხედვითაც ქალაქ თბილისის მერია 2020 წლისთვის გეგმავს თანამედროვე სტანდარტის ელექტროავტობუსების შემოყვანას, რაც შეეხება ქალაქ თბილისის „ყვითელ მიკროავტობუსებს“, რომლებიც დიზელს იყენებს, დაგეგმილია 2020 წლისთვის პარკის სრული განახლება. გარდა ამისა, ქ.თბილისში დაგეგმილია მიწისზედა მეტროს მშენებლობა, რაც თბილისში არსებულ ეკოლოგიურ მდგომარეობას ბევრად გააუმჯობესებს.

ამგვარად, მიუხედავად უამრავი პოზიტიური ცვლილებისა, ტრანსპორტის ქვესექტორში კვლავ გასატარებელია ისეთი ღონისძიებები, რომელიც უზრუნველყოფს საწვავის ევროპულ ნორმებზე თანდათანობით გადასვლას, ქალაქების სატრანსპორტო პარკების განახლებას, მეორადი მანქანების იმპორტის რეგულირებას, ავტომობილების ტექნიკურ დათვალიერებას და სხვა ღონისძიებებს, რომელიც ხელს შეუწყობს ტრანსპორტის ქვესექტორის კლიმატთან დაკავშირებული პრობლემების გადაწყვეტას.

განახლებადი ენერჯეტიკის პოლიტიკაზე დაფუძნებული ქმედებები იმისათვის არის საჭირო, რომ უზრუნველვყოთ გარემოს ეფექტური დაცვა. გარემოს დაცვა გულისხმობს ყველა იმ ღონისძიებას, რომელიც მიზნად ისახავს ადამიანის და ბუნების მთლიანობაში შენარჩუნებას და გარემოს არსებული დაზიანებების აღმოფხვრას ანთროპოგენური საქმიანობის მინიმუმაციის ფარგლებში. ანთროპოგენურ საქმიანობას წარმოადგენს მრეწველობით წარმოქმნილი დაბინძურება, ტრანსპორტში

არაეკოლოგიური საწვავის გამოყენება და წიაღისეული სათბობის გამოყენება ელექტროენერჯის მისაღებად, რომელიც იწვევს კლიმატის ცვლილებას.

საჭიროა ახალი მეთოდების და ტექნოლოგიების განვითარების საშუალებით ზომების მიღება დღეს, რათა გლობალური დათბობის მავნე ზემოქმედებისგან დავიცვათ ამჟამინდელი და მომავალი თაობები.

დასკვნა

1. გაანალიზებულია კლიმატის ცვლილების ძირითადი მიზეზი სათბურის გაზების სულ უფრო მზარდი ემისიები. საქართველის პირველი, მეორე და მესამე ეროვნული შეტყობინების ფარგლებში ჩატარებულმა სათბურის გაზების ინვენტარიზაციამ აჩვენა, რომ საქართველოში სათბურის გაზების ემისიებში წამყვან როლს ასრულებს ენერგეტიკის სექტორი ტრანსპორტის ქვესექტორის ჩათვლით.
2. შესწავლილი და გაანალიზებულია საქართველოს მთავრობის გრძელვადიანი მიზანი - სათბურის აირების ემისიების შემცირება და საქართველოს მოსახლეობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფა კლიმატის ცვლილებასთან საადაპტაციო ღონისძიებების განხორციელების გზით.
3. განსაზღვრულია კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებული ვალდებულებები ეროვნულ დონეზე: კლიმატის ცვლილების შერბილება და ადაპტაცია, სერთიფიცირებული ემისიებით ვაჭრობა, კლიმატის ცვლილების საკითხების დანერგვა სამრეწველო პოლიტიკაში, სუფთა და დაბალემისიანი ტექნოლოგიების განვითარება.
4. გაანალიზებულია ეროვნული ენერგო და ნახშირბადინტენსიურობის მაჩვენებლების ეკონომიკური ბუნება და ხასიათი რომლებიც გავლენას ახდენენ სათბურის გაზების ემისიის რაოდენობასა და შესაბამისად, კლიმატის ცვლილებაზე. სახელმწიფოსთვის მნიშვნელოვანი ისეთი მაკროეკონომიკური პარამეტრების, როგორცაა მშპ-ს ერთეულის წარმოებისთვის მოხმარებული ენერჯის ოდენობის ანუ ენერგოინტენსიურობის და ნახშირბადინტენსიურობის შემცირების 2007-2018 წლების დინამიკა პოზიტიურია. აღნიშნულის მიზეზი არის არა ენერგოეფექტურობის ამაღლება, არამედ ენერგიაშემცველებზე ფასების ზრდის გამო მათზე ხელმისაწვდომობის შეზღუდვა და სამრეწველო სექტორის, როგორც ძირითადი ენერგომომხმარებლის, ფუნქციის დაკარგვა.

5. შესწავლილი და თავმოყრილია დიდი რაოდენობის სტატისტიკური მონაცემები, რომელზე დაყრდნობით გამოანგარიშებულია ის მაკროეკონომიკური პარამეტრები, რომლებიც მნიშვნელოვანი ფაქტორებია კვლევაში გასათვალისწინებლად: მოსახლეობის რიცხოვნობა, მოსახლეობის ენერგო და ნახშირბადინტენსიურობა, მშპ ერთ სულ მოსახლეზე, მშპ-ს ენერგო და ნახშირბადინტენსიურობა, ელექტროენერჯის მოხმარება, თესებით ელექტროენერჯის გამომუშავება, ავტოტრანსპორტის რაოდენობა, მგზავრთბრუნვა, ტვირთბრუნვა და სხვა.
6. ჩატარებულია კორელაციურ-რეგრესიული ანალიზი, კვლევის პროცესში გამოვლენილია ის ძირითადი ფაქტორები ($X_1 \dots X_{21}$), რომლებიც განსაზღვრავს ქვეყანაში სათბურის გაზების (GHG) ემისიების დინამიკას.
7. შედგენილია რეგრესიის განტოლება და ექსპონენციალურ-რეგრესიული კვლევის საფუძველზე შემუშავებულია საპროგნოზო მოდელი, რეგრესიის განტოლების კოეფიციენტების შეფასებების ეკონომიკური ინტერპრეტაცია გვაძლევს საშუალებას, გავიგოთ, თუ რა რაოდენობრივ გავლენას ახდენს მოქმედი ფაქტორები საშედეგო მაჩვენებელზე Y -სათბურის გაზების ემისიაზე. რეგრესიის პირველი კოეფიციენტი გვიჩვენებს, რომ სხვა ფაქტორთა მუდმივობის პირობებში თბოსადგურებით გამომუშავების ერთი ერთეულით (გვტსთ) ზრდა განაპირობებს სათბურის გაზების ემისიის 1,796 მტ-ით ზრდას. რეგრესიის მეორე კოეფიციენტი უკუპროპორციული დამოკიდებულებითაა გამოხატული. მოსახლეობის მხრივ ელექტროენერჯის მოხმარების ერთი ერთეულით (კვტსთ/კაცი) ზრდა განაპირობებს სათბურის გაზების ემისიის 0,00076 ერთეულით შემცირებას. რეგრესიის მესამე კოეფიციენტის, მგზავრთბრუნვის ერთი ერთეულით (მლნ.მგზ. კმ) ზრდა გამოიწვევს სათბურის გაზების ემისიის 1,946 მტ-ით ზრდას.

8. რეგრესიის განტოლების პარამეტრები გამოყენებულია სათბურის გაზების ემისიის ფაქტიური დინამიკის ანალიზისა და მოსალოდნელი შემცირების განსაზღვრისათვის პერსპექტიულ პერიოდში. მაგალითად, 2030 წლისთვის ხუდონის, ნამახვანის, ქარის, მზის და სხვა „მწვანე“ ელექტროსადგურების მოქმედებაში შეყვანით მნიშვნელოვნად მოიმატებს ელექტროენერჯის გამომუშავება და ადგილობრივი მოსახლეობის მოთხოვნის დაკმაყოფილება შესაძლებელია ისე, რომ შევამციროთ თბოსადგურებიდან გამომუშავება მაგ. 2018 წელს, 2,2 მლრდ კვტს-დან 2030 წლისთვის ვთქვათ 1,9 მლრდ კვტს-მდე. სხვა ფაქტორების უცვლელი პირობებში ემისიების რაოდენობა შემცირდება 18,52 მტ-მდე.
9. გაკეთებულია სათბურის გაზების ემისიის პროგნოზი 2007-2018 წლების მონაცემებზე დაყრდნობით ე.წ. „სკატერ“ დიაგრამის საშუალებით, წრფივი რეგრესიის განტოლების ასაგებად გამოყენებულია გრაფიკული ხერხი და დიალოგური ფანჯარა Format Trendline. მიღებული რეგრესიის განტოლების საფუძველზე გაკეთებულია საქართველოში სათბურის გაზების ემისიების პროგნოზი 2019-2030 წლებისთვის - 24,6 მტ.
10. „ეროვნულ დონეზე განსაზღვრული სავარაუდო წვლილის“ დოკუმენტის მიხედვით, საქართველო გეგმავს 2030 წლისთვის 25%-ით შეამციროს სათბურის გაზების ემისიები, რომელიც უზრუნველყოფს ემისიების 1990 წლის დონესთან მიმართებაში 40%-ით ქვემოთ დარჩენას. თუ გავითვალისწინებთ იმას, რომ სათბურის გაზების ემისიები 1990 წელს 48 მტ-ის ფარგლებში იყო, საპროგნოზო ემისიების (24,6 მტ) 25%-იანი შემცირება (18,52 მტ) 1990 წელთან შედარებით 40%-იან დონეზე ქვემოთ შენარჩუნებას უზრუნველყოფს.
11. ჩატარებულია საქართველოში დასაფინანსებელი ობიექტების შერჩევის ლინგვისტური უმჯობესების მათემატიკური მოდელიერება. შეზღუდული ფინანსური რესურსების პირობებში 2018-2030 წლებში

ენერგოეფექტურობის მისაღწევად განსახორციელებელი კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებული ღონისძიებებისთვის და პოტენციური დასაფინანსებელი ობიექტების ასარჩევად, რადგან არჩევანი კეთდება ისეთი კრიტერიუმების მიხედვით, რომელთაც ზუსტი რაოდენობრივი მნიშვნელობები არ გააჩნიათ, გამოყენებულია ნეირონული ქსელის პრინციპზე დამყარებული, კერძოდ, ლინგვისტური უმჯობესობის მათემატიკურ მოდელირების საფუძველზე შექმნილი პროგრამული უზრუნველყოფის პაკეტი. დამუშავებულია პოტენციური დასაფინანსებელი ობიექტებისთვის დამახასიათებელი კრიტერიუმების ლინგვისტური ტერმინები.

12. ენერგეტიკის სფეროში მოქმედი ქვესექტორებიდან გამოყოფილია ის ძირითადი მიმართულებები და შერჩეულია ის ობიექტები, რომელთაც ყველაზე ნაკლები ზეგავლენა აქვს კლიმატის ცვლილებაზე და შესაბამისად მათი სტიმულირება, ინვესტირება, რეფორმირება და ევროკავშირის სტანდარტებთან დაახლოება იქნება პრიორიტეტული არა მხოლოდ სათბურის გაზების ემისიის, არამედ სხვა მრავალი ფაქტორის გათვალისწინებითაც. ასარჩევი ელემენტებია: ჰიდროენერგეტიკა, თბოენერგეტიკა, მზის ენერგეტიკა, ქარის ენერგეტიკა, ბიომასის ენერგეტიკა, ტრანსპორტი, მრეწველობა, შენობები, ნარჩენების მართვა.
13. დამუშავებულია კომპიუტერულ პროგრამაში შემავალი ინფორმაცია დასაფინანსებელი ობიექტის გარემოზე ზემოქმედების სხვადასხვა კრიტერიუმების მიხედვით. ექსპერტული შეფასების საფუძველზე, თითოეული კრიტერიუმისთვის მინიჭებულია შესაბამისი რაოდენობრივი მნიშვნელობა, პროგრამული პაკეტის ბაზაზე შესრულებული ანგარიშის მიხედვით შემავალი ინფორმაციის წონითი კოეფიციენტების და საერთო მახასიათებლებზე მათი გავლენის ღონის შესაბამისად გაკეთებულია მატრიცა, ხოლო თვალსაჩინოებისთვის წარმოდგენილია შესაბამისი გრაფიკები და დიაგრამები.

14. რეკომენდებულია 2018-2030 წლების განმავლობაში საქართველოს ენერგეტიკაში ჰიდრო, მზის, ქარის, ბიომასის ენერჯიაზე მომუშავე ელექტროსადგურების, ენერგოდაზოგვა შენობებში და ნარჩენების მართვის დაფინანსების მიზანშეწონილობა საერთაშორისო ორგანიზაციების, სახელმწიფოს ან კერძო პროგრამების საშუალებით. ასევე შესაძლებელია საქართველოს საპენსიო ფონდის აქტივები, რომელიც 2018-2030 წლების განმავლობაში გაიზრდება სავარაუდოდ 12,2 მლრდ აშშ დოლარამდე, გამოყენებულ იქნას კლიმატთან დაკავშირებული პროექტების დასაფინანსებლად.
15. შემოთავაზებულია კლიმატის ცვლილების შემცირების ერთ-ერთი გზა- „მწვანე ენერჯეტიკის“ განვითარება. საქართველოს შეუძლია ჩაერთოს ემისიების კვოტებით ვაჭრობაში და დაზოგილი ემისიის სერტიფიკატის (CER)-ის გაყიდვით მიიღოს გარკვეული შემოსავალი „მწვანე ენერჯეტიკის“ მიერ გამომუშავებული ელექტროენერჯის რაოდენობის შესაბამისად.
16. საქართველოში ჰიდრო და ქარის ელექტროსადგურებით ელექტროენერჯის წარმოების 2010-2018 წლების სტატისტიკური მონაცემების საფუძველზე გაკეთებულია 2019-2030 წლებისთვის „მწვანე“ ელექტროსადგურების საპროგნოზო გამომუშავება, შეგვიძლია ვივარაუდოთ თუ რამდენით შემცირდება სათბურის გაზების ემისია, და გარდა ამისა, თუ ის ჩაერთვება ემისიები ვაჭრობაში, რამდენ მოგებას მიიღებს „მწვანე ენერჯის“ გაყიდვით. თუ დავუშვებთ, რომ თუ ემისიის ფაქტორი ($0.104 \text{ ტCO}_2/\text{მგტსთ}$) და ერთი ტონა ემისიის შემცირების ფასი ($10 \text{ ევრო}/\text{ტCO}_2$) უცვლელი დარჩება, ემისიის შემცირების რაოდენობა და მოსალოდნელი შემოსავალი იქნება: 133 074 490 ევრო. ჩატარებული ანალიზი პირობითია და იგულისხმება იმ შემთხვევისთვის, თუ საწარმოო სიმძლავრეები იქნება მუდმივი. აღსანიშნავია, რომ საქართველოში 2030 წლისთვის იგეგმება მრავალი მცირე, საშუალო და

დიდი სიმძლავრის „მწვანე“ ელექტროსადგურის აშენება და შესაბამისი ემისიის შემცირება და მიღებული შემოსავალი ბევრად მეტი იქნება.

17. შემოთავაზებულია კლიმატის ცვლილების შემცირების ერთ-ერთი გზა-ენერგოდაზოგვა. საქართველომ უნდა მოახდინოს ევროკავშირის დირექტივებთან ჰარმონიზება, 2012/27/EU ენერგოეფექტიანობის შესახებ დირექტივასთან. ამ მიმართულებით საქართველოში განხორციელებულია უამრავი პროექტი, რაც ხელს უწყობს საცხოვრებელ ბინებში, სამრეწველო საწარმოებსა და კომერციულ ობიექტებში ელექტროენერჯის მნიშვნელოვან დაზოგვას.
18. შემოთავაზებულია კლიმატის ცვლილების შემცირების ერთ-ერთი გზა - შენობების ენერგოეფექტიანობა. შენობების სექტორში ენერჯის გამოყენების შემცირებას ხელს შეუწყობს სამშენებლო ნორმების დაწესება ახალი შენობებისათვის. 2010/31/EU დირექტივა შენობების ენერგოეფექტურობის შესახებ (EPBD) მიმართულია შენობების ენერგოეფექტურობის გაზრდისკენ, რაც საბოლოო ჯამში გამოიწვევს სათბურის გაზების ემისიის შემცირებას. გაანალიზებულია საზოგადოებრივ, სამრეწველო, კომერციულ და საყოფაცხოვრებო შენობებში ელექტროენერჯის მოხმარების შემცირების მიზნით „გრადუს-დღეების“ მეთოდის კომპიუტერული პროგრამის (www.degree-days.net) გამოყენების მიზანშეწონილობა, რადგანაც ელექტროენერჯის მოხმარების რაოდენობაზე მნიშვნელოვნად მოქმედებს გათბობის (Heating Degree Days) და გაგრილების (Cooling Degree Days) ტემპერატურა.
19. შემოთავაზებულია კლიმატის ცვლილების შემცირების ერთ-ერთი გზა - ტრანსპორტის ეფექტიანობა. მიუხედავად უამრავი პოზიტიური ცვლილებისა, რაც ბოლო წლებში განხორციელდა, ტრანსპორტის ქვესექტორში კვლავ გასატარებელია ისეთი ღონისძიებები, რომელიც უზრუნველყოფს საწვავის ევროპულ ნორმებზე თანდათანობით გადასვლას, ქალაქების სატრანსპორტო პარკების განახლებას, მეორადი

მანქანების იმპორტის რეგულირებას, ავტომობილების ტექნიკურ დათვალიერებას და სხვა ღონისძიებებს, რომელიც ხელს შეუწყობს ტრანსპორტის ქვესექტორის კლიმატთან დაკავშირებული პრობლემების გადაწყვეტას.

20. საბოლოოდ, ენერგოეფექტური ღონისძიებების გატარებით, განახლებადი ენერჯის წყაროების გამოყენებით ელექტროენერჯის გამომუშავებით, მაღალტექნოლოგიური მოწყობილობების ათვისებით, საწვავის სტანდარტის შემოღებით და რეგულაციების გამკაცრებით, სამრეწველო ობიექტებში ძველი მოწყობილობების შეცვლით და განახლებით, ყველა სატრანსპორტო საშუალების ტექნიკური შემოწმებით და განახლებით, ძველ საზოგადოებრივ და კომერციული დანიშნულების შენობებში ენერგოეფექტური ღონისძიებების გატარებით, ახალი შენობებისთვის სამშენებლო ნორმების შემოღებით, პროდუქტების შეფუთვის შემცირებით, გადამამუშავებელ მრეწველობასა და საშენ მასალათა წარმოებაში ენერგოეფექტიანი ტექნოლოგიების დანერგვით, ბ.გაზის ტრანსპორტირებისა და განაწილების ძველი მილების შეცვლით და ა.შ. შესაძლებელია 2030 წლისთვის სათბურის გაზების ემისიის მნიშვნელოვანი შემცირება, რაც უდავოდ ხელისშემწყობი ფაქტორია კლიმატის ცვლილების შემცირების საქმეში.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. საქართველოს გარემოს დაცვის მოქმედებათა მეორე ეროვნული პროგრამა 2017-2021წ. საქართველოს სოფლის მეურნეობისა და გარემოს დაცვის სამინისტროს ვებ-გვერდი www.moe.gov.ge; უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 11.04.2019.
2. საქართველოს გარემოს დაცვის მოქმედებათა მესამე ეროვნული პროგრამა (2012-2016) წ. საქართველოს სოფლის მეურნეობისა და გარემოს დაცვის სამინისტროს ვებ-გვერდი www.moe.gov.ge; უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 11.04.2019.
3. საქართველოს პირველი ორწლიური განახლებული ანგარიში კლიმატის ცვლილების შესახებ”, 2016 წ. საქართველოს სოფლის მეურნეობისა და გარემოს დაცვის სამინისტროს ვებ-გვერდი www.moe.gov.ge; უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 11.04.2019.
4. ფხალაძე ი. სადოქტორო დისერტაცია „კლიმატის ცვლილების შემარბილებელი ღონისძიებების ბაზაზე დაფუძნებული დაბალემისიებიანი სტრატეგიის შემუშავება საქართველოსათვის“, თბილისი, სტუ, 2016წ.;
5. ინაშვილი მ. სტატია „კლიმატის ცვლილება და ენერგეტიკის წინაშე მდგარი გამოწვევები საქართველოში და მათი გადაჭრის გზები“, ვებ-გვერდი - http://weg.ge/sites/default/files/medea_inashvili.pdf; უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 11.04.2019.
6. პორადნიუკ გ. სახელმძღვანელო „რა უნდა გააკეთოს ქალაქმა, რომ გახდეს მერების შეთანხმების წარმატებული მონაწილე“, 2013წ. ვებ-გვერდი - www.soglasheniemerov.eu/IMG/pdf/poradnyk_2013_Gr_net.pdf; უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 11.04.2019.
7. „საქართველო-ევროკავშირის შორის ასოცირების შესახებ შეთანხმება“. ვებ-გვერდი - <http://www.parliament.ge/ge/gavigot-meti-evrokavshirtan-asocirebis-shetanxmebis-shesaxeb/associationagreement1>; უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 11.04.2019.
8. სათბურის გაზების ეროვნული ინვენტარიზაცია. სახელმძღვანელო 2006წ. IPCC. ვებ-გვერდი - www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/ უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 16.04.2019.
9. საქართველოს პირველი ეროვნული შეტყობინება გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციაზე. 1999წ. საქართველოს სოფლის

- მეურნეობისა და გარემოს დაცვის სამინისტროს ვებ-გვერდი
www.moe.gov.ge;
უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 11.04.2019.
10. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციაზე. 2009წ. საქართველოს სოფლის მეურნეობისა და გარემოს დაცვის სამინისტროს ვებ-გვერდი
www.moe.gov.ge;
უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 11.04.2019.
11. საქართველოს მესამე ეროვნული შეტყობინება გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციაზე. 2014წ. საქართველოს სოფლის მეურნეობისა და გარემოს დაცვის სამინისტროს ვებ-გვერდი
www.moe.gov.ge;
უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 11.04.2019.
12. საქართველოს 2016 – 2020 წლებში სამთავრობო პროგრამის შესრულების ანგარიში. 2017 წ. ვებ-გვერდი-
http://www.economy.ge/uploads/ecopolitic/2020/saqartvelo_2020.pdf
უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 16.04.2019.
13. ევროკავშირის რეკომენდაციები საქართველოს ენერგოსექტორში არსებული სიტუაციის მოსაგვარებლად. სამოქმედო დოკუმენტი „ენერგო და ტრანსპორტის პოლიტიკა“. ვებ-გვერდი-
greenalt.org/wp.../04/Objective_15_ენერგო_და_ტრანსპორტის_პოლიტიკა.doc
უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 11.04.2019.
14. საქართველოს სტატისტიკის დეპარტამენტის ვებ-გვერდი -
www.geostat.ge 2019 წ.;
უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 11.04.2019.
15. ესკო. საქართველოს ელექტროენერჯის ფაქტიური ბალანსი 2007-2018 წ.
<http://esco.ge/ka/energobalansi>
უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 01.04.2019.
16. გუდიაშვილი მ. მენეჯერული ეკონომიკა. თბილისი: „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2014. 117 გვ.
17. ფინანსური რესურსების მობილიზება კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებული ღონისძიებებისთვის საქართველოში. ანგარიში: OECD საქმიანობა კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებით:
<http://www.oecd.org/environment/action-onclimate-change/>
უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 10.04.2019.

18. Nezhad H.G. Decide 2000 (Computer Program) CD-ROM. 2004;
19. საქართველოს ენერგეტიკულ სექტორში სახელმწიფო პოლიტიკის ძირითადი მიმართულებები. საქართველოს ელექტროენერჯის წარმოების დინამიკა და პროგნოზი 2020 წლისათვის. ვებ-გვერდი: http://www.economy.ge/uploads/ecopolitic/2020/saqartvelo_2020.pdf უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 17.04.2019.
20. ლომიძე ს. საქართველოს ელექტროენერჯეტიკაში საწარმოო სიმძლავრეების სტრუქტურის ოპტიმალური მოდელირება. თბილისი: დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად წარდგენილი დისერტაცია, 2015 წ.;
21. „ენერგეტიკული სუბსიდიების ინვენტარიზაცია ევროკავშირის აღმოსავლეთ პარტნიორობის ქვეყნებში - საქართველო“ ვებ-გვერდი - https://www.oecd.org/environment/outreach/Country%20chapter_Georgia_GEOORGIAN_FINAL_V2.pdf; უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 11.04.2019.
22. პარიზის ხელშეკრულება კლიმატის ცვლილების შესახებ - <http://www.ncdc.gov/Pages/User/LetterContent.aspx?ID=fe09c3e3-d3a4-4634-bb86-29d1eabc9a4>; უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 11.04.2019.
23. სამსონია ნ., ჩომახიძე დ., გუდიაშვილი მ. ეკონომიკა და მართვა ენერჯეტიკაში (სახელმძღვანელო). თბილისი: „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2017, 250 გვ.
24. არაბიძე გ., გუდიაშვილი მ., ჯიშკარიანი თ. ენერჯეტიკა და საზოგადოება (სახელმძღვანელო). თბილისი: „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2015, 125 გვ.
25. არაბიძე გ., გუდიაშვილი მ., ჯიშკარიანი თ. ენერგეტიკული უსაფრთხოება (სახელმძღვანელო). თბილისი: „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2015, 136 გვ.
26. არაბიძე გ., გუდიაშვილი მ., მიქიაშვილი თ., ჯიშკარიანი თ. ენერგოეფექტურობა და გარემოს დაცვა (სახელმძღვანელო). თბილისი: „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2015, 125 გვ.
27. არაბიძე გ., გუდიაშვილი მ., ჯიშკარიანი თ. ენერჯეტიკა და კლიმატის ცვლილება (სახელმძღვანელო). თბილისი: „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2015, 189 გვ.

28. არაბიძე გ., არაბიძე მ., გუდიაშვილი მ., ჯიშკარიანი თ. სუფთა განვითარების მექანიზმის (სგმ) პროექტები (სახელმძღვანელო). თბილისი: „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2015, 113 გვ.
29. არაბიძე გ., გუდიაშვილი მ., ჯიშკარიანი თ. ენერგეტიკისა და გარემოს დაცვის საერთაშორისო სამართალი (სახელმძღვანელო). თბილისი: „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2015, 253 გვ;
30. გუდიაშვილი მ., ბოჭორიშვილი ლ. ენერგობიზნესის სამართლებრივი საფუძვლები. ენერგეტიკისა და გარემოს დაცვის საერთაშორისო სამართალი (სახელმძღვანელო). თბილისი: „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2014, 105 გვ;
31. ბოჭორიშვილი ლ. გუდიაშვილი მ. კაპიტალდაბანდების ეკონომიკური შეფასების მეთოდები ენერგეტიკაში. თბილისი: „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2011, 144 გვ;
32. ბოჭორიშვილი ლ. გუდიაშვილი მ. ენერგეტიკაში ეკონომიკური საკითხების გადაწყვეტის ლაბორატორიული გამოთვლების საფუძვლები. მეთოდური მითითებები. თბილისი: „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2011, 73 გვ;
33. არაბიძე გ., გუდიაშვილი მ., ლომიძე ი., კილურაძე ო., ჯიშკარიანი თ. ენერგოაუდიტი სამრეწველო სექტორში. თბილისი: „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2011, 275 გვ;
34. Rosemary Lyster, Adrian Bradbrook. Energy Law and The Environment. Cambridge University Presss, 2006, 239 p;
35. Makuch K.E., Pereira R. Environmental and Energy Law. A. John Wiley & Sons, Ltd, Publication, 2012, 651p;
36. სამსონია ნ., ჩაჩიბაია გ., გაგუა ალ. ჰიდროენერგეტიკის განვითარების პოზიტიური შედეგები საქართველოში. „ენერჯია“, 2016, №4(80), გვ.88-91.
37. გუდიაშვილი მ., ჩაჩიბაია გ., გაგუა ალ. ენერგეტიკული პროექტის მენეჯმენტის თავისებურებები „კლიმატის ცვლილების“ გათვალისწინებით. „ბიზნეს ინჟინერინგი“, 2017, №3, გვ.25-27.
38. გუდიაშვილი მ., გაგუა ალ. კლიმატის ცვლილება და ემისიებით ვაჭრობის ტენდენციები. მეხუთე საერთაშორისო ეკონომიკური კონფერენციის - „ეროვნული ეკონომიკის განვითარების მოდელები:

გუშინ, დღეს, ხვალ - მოხსენებათა თეზისები. ქ. ქუთაისი, 20-21
ოქტომბერი, 2017წ. გვ. 334-337.

39. გაგუა ალ., გუდიაშვილი მ. ნახშირორჟანგის ემისიის საპროგნოზო
მოდელის შემუშავება. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
შრომათა კრებული, 2018, №3(509), გვ.107-115;
40. გაგუა ალ. კლიმატის ცვლილების შემცირების ღონისძიებები -
შენობის ენერგოეფექტიანობა. „ეკონომიკა“, 2019, №1-2, გვ.114-122.