

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ალექსანდრე გაგუა

ენერგეტიკის გავლენა კლიმატის ცვლილებაზე და მისი  
შემცირების გზები საქართველოში

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად  
წარდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

სადოქტორო პროგრამა: "ენერგეტიკა და ელექტროინჟინერია"

შიფრი: 0405

თბილისი

2019

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში  
ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტი  
ელექტროენერგეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტი

ხელმძღვანელი: ასოცირებული პროფესორი მ. გუდიაშვილი

რეცენზენტები:

დაცვა შედგება 2019 წლის "-----" "-----" "-----" საათზე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერგეტიკისა და  
ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის სადისერტაციო კოლეგიის სხდომაზე,  
კორპუსი VIII, აუდიტორია 805  
მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ის ბიბლიოთეკაში,  
ხოლო ავტორეფერატისა - ფაკულტეტის ვებგვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი,  
ასოცირებული პროფესორი

გ. გიგინეიშვილი

## ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

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

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.

### **სამუშაოს 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 და მეთოდები.**

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.

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 ძირითადი შედეგები და 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 მაკროეკონომიკური პარამეტრები, რომლებიც მნიშვნელოვანი ფაქტორებია კვლევაში გასათვალისწინებლად;
- ✚ ჩატარებულია კორელაციურ-რეგრესიული ანალიზი, კვლევის პროცესში გამოვლენილია 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 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 კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებული პროექტების დასაფინანსებლად;
- ✚ 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 გამოიმუშავებული ელექტროენერჯის რაოდენობის შესაბამისად;
- ✚ საქართველოში ჰიდრო და ქარის ელექტროსადგურებით ელექტროენერჯის წარმოების 2010-2018 წლების სტატისტიკური მონაცემების საფუძველზე გაკეთებულია 2019-2030 წლებისთვის „მწვანე“ ელექტროსადგურების საპროგნოზო გამოიმუშავება, 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.

## შედეგების გამოყენების სფერო.

საკითხის აქტუალობიდან გამომდინარე, ენერგეტიკის გავლენა კლიმატის ცვლილებაზე და მისი შემცირების გზების პოვნას საქართველოში ეძღვნება მრავალი მეცნიერის შრომები. წინამდებარე 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.“

კვლევაში მიღებული შედეგები კარგ სამსახურს გაუწევს საქართველოს მთავრობას ევროკავშირთან ასოცირების შესახებ შეთანხმებით აღებული ვალდებულებების შესარულებაში. კერძოდ, კლიმატის ცვლილებაზე ენერგეტიკის 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.



## აპრობაცია.

სადისერტაციო სამუშაოს ძირითადი დებულებები და შედეგები მისი დამუშავების სხვადასხვა ეტაპებზე მოხსენებულ და განხილულ იქნა:

1. პროსპექტუსი-1-ზე სტუ-ს ელექტროენერგეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტის სადისერტაციო კოლეგიის სხდომაზე - ენერგეტიკა და კლიმატის ცვლილება. სტუ, 2017წ.;
2. პროსპექტუსი-2-ზე სტუ-ს ელექტროენერგეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტის სადისერტაციო კოლეგიის სხდომაზე - მსოფლიო ენერგობალანსი და საქართველოს ენერგოპოლიტიკა. სტუ, 2017წ.;
3. სემინარი-1-ზე სტუ-ს ელექტროენერგეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტის სადისერტაციო კოლეგიის სხდომაზე - დაბალემისიანი ენერჯის წყაროების გამოყენების პერსპექტივები. სტუ, 2018წ.;
4. სემინარი-2-ზე სტუ-ს ელექტროენერგეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტის სადისერტაციო კოლეგიის სხდომაზე - კლიმატის ცვლილების შემარბილებელი ღონისძიებების საკანონმდებლო ბაზა, სტუ, 2018წ.;
5. კოლოქვიუმი-1-ზე სტუ-ს ელექტროენერგეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტის სადისერტაციო კოლეგიის სხდომაზე - კლიმატის ცვლილება და ემისიებით ვაჭრობის ტენდენციები. სტუ, 2018წ.;
6. კოლოქვიუმი-2-ზე სტუ-ს ელექტროენერგეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტის სადისერტაციო კოლეგიის სხდომაზე - ნახშირორჟანგის ემისიის შემცირების საპროგნოზო მოდელის შემუშავება. სტუ, 2018წ.;
7. კოლოქვიუმი-3-ზე სტუ-ს ელექტროენერგეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტის სადისერტაციო კოლეგიის

სხდომაზე - კლიმატის ცვლილების შემცირების ღონისძიებები საქართველოში, სტუ, 2019წ.;

8. 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.
9. სხვადასხვა ტიპის ელექტროსადგურის გლობალური დათბობის პოტენციალის შეფასება. მოხსენებათა თეზისები სტუ-ს სტუდენტთა დია სამეცნიერო კონფერენციზე „ენერგეტიკა და გარემო“. ქ.თბილისი, 15 თებერვალი, 2018წ. 4 გვ.
10. ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის ელექტროენერგეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტის გაფართოებულ სხდომაზე, სადისერტაციო ნაშრომის წინასწარ დაცვაზე - 01.05.2019 წ.

#### **ცნობები დისერტაციის მოცულობის და სტრუქტურის შესახებ.**

სადისერტაციო ნაშრომი მოიცავს 110 გვერდს. იგი შედგება შესავლის, ლიტერატურის მიმოხილვის, სამი თავის, შვიდი პარაგრაფის და დასკვნისგან. ნაშრომს თან ერთვის ნახაზები, ცხრილები და ორმოცი დასახელების ქართულ და ინგლისურ ენებზე გამოქვეყნებული ლიტერატურა, აგრეთვე გამოყენებული ინტერნეტრესურსები. ნაშრომის ბოლოს წარმოდგენილია დასკვნები და რეკომენდაციები.

## ნაშრომის მოკლე შინაარსი

**შესავალში** წარმოდგენილია ნაშრომის ზოგადი დახასიათება, მითითებულია კვლევის მეთოდოლოგიური და თეორიული საფუძვლები, ნაშრომის აქტუალობა, მეცნიერული სიახლე და ლიტერატურის მომხილვა, საიდანაც ჩანს, რომ წინამდებარე დისერტაციაში დასმულ პრობლემას მრავალი ქართველი ავტორი განიხილავს თავის კვლევაში და შემოთავაზებულია მრავალი ალტერნატიული მეთოდი აღნიშნული პრობლემის გადაჭრისთვის. ჩამოყალიბებულია კვლევის ობიექტი და საგანი, აგრეთვე კვლევის საინფორმაციო ბაზა და სხვა ზოგადი საკითხები.

**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 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.

**მეორე თავი** ეძღვნება ეროვნული ენერგო და ნახშირბად-ინტენსიურობის 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 ენერგონტენსიურობის 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 მონაცემები, რომელზე დაყრდნობით გამოანგარიშებულია მაკროეკონომიკური პარამეტრები და გამოვლენილია ძირითადი ფაქტორები ( $X_1 \dots X_{21}$ ), რომლებიც განსაზღვრავს ქვეყანაში სათბურის გაზების (GHG) ემისიების დინამიკას:  $X_1$ -მოსახლეობის რაოდენობა, (კაცი);  $X_2$ -მშპ, მთლიანი შიგა პროდუქტი (ლარი);  $X_3$ - ჯამური პირველადი ენერგეტიკული რესურსები, (TPES) (ტნე);  $X_4$ -ელექტროენერჯის წარმოება (კვტსთ);  $X_5$ - ელექტროენერჯის მოხმარება (კვტსთ);  $X_6$ -ელექტროენერჯის გამომუშავება თესებით (კვტსთ);  $X_7$ -მთლიანი შიგა პროდუქტის ნახშირბადინტენსიურობა, (GH/მშპ ტCO<sub>2</sub>ექვ./ლარი);  $X_8$  - ჯამური პირველადი ენერგორესურსების ნახშირბადინტენსიურობა, (GHG/TPES ტCO<sub>2</sub>ექვ./ტნე);  $X_9$  - სათბურის გაზების ემისია მოსახლეობის ერთ სულზე გადაანგარიშებით, (GHG/მოსახლეობა, ტCO<sub>2</sub>ექვ./კაცი);  $X_{10}$  - ჯამური პირველადი ენერგორესურსები მოსახლეობის ერთ სულზე გადაანგარიშებით, (TPES/ მოსახლეობა, ტნე/კაცი);  $X_{11}$ -მთლიანი შიგა პროდუქტის ენერგონტენსიურობა, (TPES/მშპ, ტნე/ლარი);  $X_{12}$  - ელექტროენერჯის მოხმარება მოსახლეობის ერთ სულზე გადაანგარიშებით (ელ.ენერჯის მოხმარება/მოსახლეობა, კვტსთ/კაცი);  $X_{13}$ - მსუბუქი ავტომობილების რაოდენობა (ერთეული);  $X_{14}$  - ავტობუსების და მიკროავტობუსების რაოდენობა (ერთეული);  $X_{15}$  - სპეციალური ტექნიკა (სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების) (ერთეული);  $X_{16}$ -სატვირთო ავტომობილების რაოდენობა (ერთეული);  $X_{17}$ - ყველა სახის

ავტოტრანსპორტის ჯამი (ცალი); X<sub>18</sub>- მსუბუქი ავტომობილების რაოდენობა მოსახლეობის ერთ სულზე გადაანგარიშებით (ცალი/კაცი); X<sub>19</sub>- ყველა სახის ავტოტრანსპორტი მოსახლეობის ერთ სულზე გადაანგარიშებით (ცალი/კაცი); X<sub>20</sub>- მგზავრთბრუნვა (ათ.მგზ.კმ); X<sub>21</sub>- ტვირთბრუნვა (ათ.ტ.კმ); საშედეგო მაჩვენებელი Y- სათბურის გაზების ემისია (GHG, ტCO<sub>2</sub>ექვ.). 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. პირველი ცხრილი).

**ცხრილი 1. საქართველოში სათბურის გაზების ემისიებზე უმეტესი ზეგავლენის მქონე ფაქტორები**

#	გამომწ. თესვით (ცვტსი)	ელ. მოხმ. / მოსახლ. (კვტსი/)	GHG/მშპ (ტCO <sub>2</sub> ექ/ლარ.)	GHG/ TPES (ტCO <sub>2</sub> ექ/ლა)	GHG/ მოს. (ტCO <sub>2</sub> ექ/კაცი)	TPES/ მოს. (ტნე/კაცი)	TPES/მშპ (ცნე/ლარნი)	ყველა სახის ავტ. ჯამი (მლნ. ცალი)	მგზავრთ-ბრუნ.(მლნ. მგზ. კმ)	სათბურის გაზების ემისია (ტCO <sub>2</sub> ექ/ლა)
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	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

კვლევაში განხორციელდა ფაქტორების შერჩევა *P-Value*-ს მიხედვით, რომელიც 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. 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 და ეს საჭიროა მაშინ, როცა ფაქტორის დონეების რაოდენობა ორზე მეტია. სიმრგვალეობა იზომება მაუჩლის ტესტით (Mauchly's Test). ექსელის რეგრესიის ფუნქციის გამოყენებით, მრავალჯერადი ცდის შემდეგ 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 საშუალო 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.

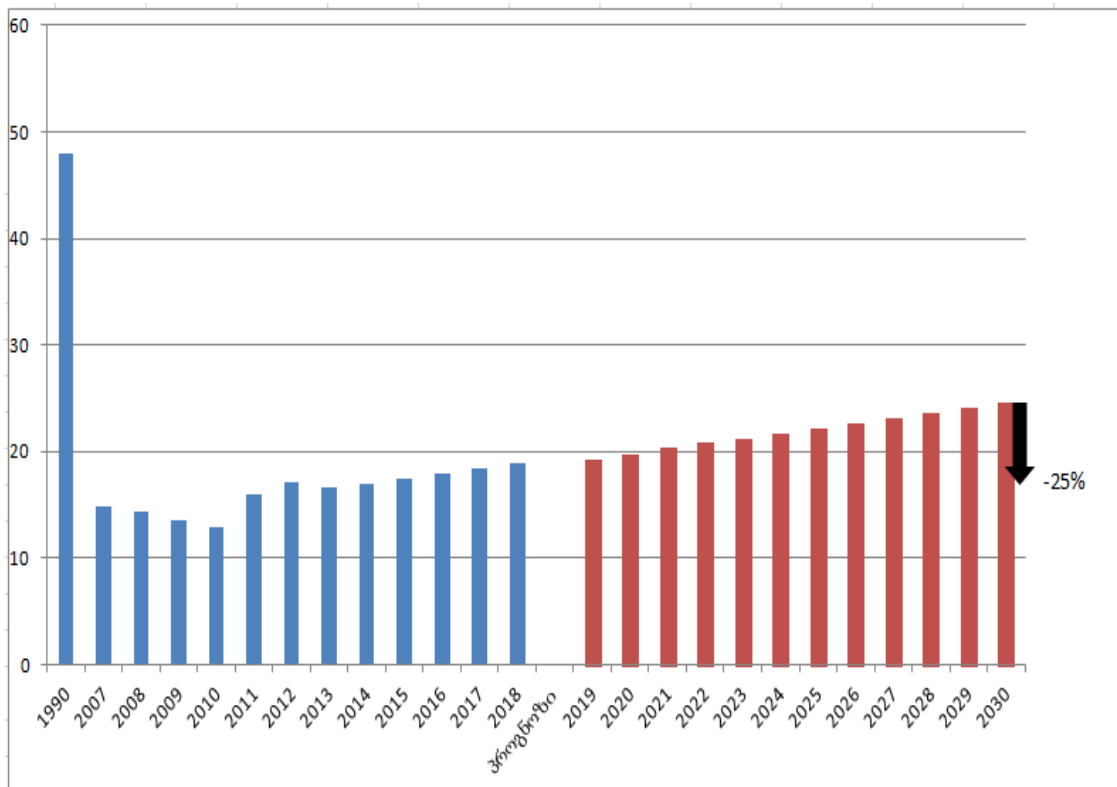
რეგრესიის განტოლების პარამეტრები გამოყენებულია სათბურის გაზების ემისიის ფაქტიური დინამიკის ანალიზისა და მოსალოდნელი შემცირების განსაზღვრისათვის პერსპექტიულ პერიოდში. მაგალითად, 2030 წლისთვის ხუდონის, ნამახვანის, ქარის, მზის და სხვა „მწვანე“ ელექტროსადგურების მოქმედებაში შეყვანით მნიშვნელოვნად მოიმატებს 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:

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

გაკეთებულია საქართველოში სათბურის გაზების ემისიების პროგნოზი 2019-2030 წლებისთვის ე.წ. „სკატერ“ დიაგრამის საშუალებით, წრფივი რეგრესიის განტოლების ასაგებად გამოვიყენეთ გრაფიკული ხერხი და დიალოგური ფანჯარა Format Trendline. 2030 წლისთვის სათბურის გაზების ემისიის რაოდენობა მიაღწევს 24,6 მტ-ს.

„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 (იხ.ნახ.1).





**ნახაზი 1. სათბურის გაზების ემისიების 2019-2030 წლების პროგნოზი და 25%-იანი შემცირება**

მესამე თავში ჩატარებულია საქართველოში დასაფინანსებელი ობიექტების შერჩევის ლინგვისტური უმჯობესების მათემატიკური მოდელირება. საერთაშორისო ექსპერტების მიერ წარმოდგენილი დოკუმენტის თანახმად, საქართველოში 2018 – 2030 წლებში დაახლოებით 19 მლრდ. აშშ დოლარი იქნება საჭირო კლიმატის ცვლილებასთან დაკავშირებული ღონისძიებებისთვის, კერძოდ, ენერგოეფექტურობის მისაღწევად ენერგეტიკაში. შეზღუდული ფინანსური რესურსების პირობებში 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 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.

**ცხრილი 2. 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 მინიმიზაციას და ამავდროულად ენერჯის და სითბოს აღდგენას. საქართველოს მამულებით 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.

დამუშავებულია კომპიუტერულ პროგრამაში შემავალი ინფორმაცია დასაფინანსებელი ობიექტების გარემოზე ზემოქმედების სხვადასხვა კრიტერიუმების მიხედვით, ხოლო მე-2 ცხრილში წარმოდგენილია დასაფინანსებელი ობიექტების გარემოზე ზემოქმედების სხვადასხვა კრიტერიუმების განმარტებითი დახასიათება.

**ცხრილი 2. დასაფინანსებელი ობიექტის გარემოზე ზემოქმედების  
სხვადასხვა კრიტერიუმების 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, მაშუთს, 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, როგორებიცაა 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 ტელერადიო 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, სადაწნო 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 უვარგის ხდის სასოფლო-სამეურნეო გამოყენებისთვის. თუ ენერგეტიკული საქმიანობის შედეგად ნიადაგის დამაზინებლებების კონცენტრაცია გაიზარდა ან აღმატება დასაშვებ ზღვარს, გრუნტის ხარისხის აღდგენას დასჭირდება რამდენიმე თვე ან წელი
8	ჰაერის ხარისხზე ზემოქმედება	ჰაერის დამაზინებლებელ ნივთიერებებს მიეკუთვნება აზოტის ოქსიდები, გოგირდის დიოქსიდი, ნახშირორჟანგი, მყარი შეწონილი ნაწილაკები, ოზონი და სხვა. გოგირდის დიოქსიდის ემისიის ძირითად წყაროა მაშუთზე 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 მრავალფეროვნებით 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 მასზე მომუშავე თბოსადგურებისათვის 2500 აშშ. დოლარი კვტ-ზე ხოლო აირტურბინული ელექტროსადგურებისათვის 2300 აშშ. დოლარი კვტ-ზე

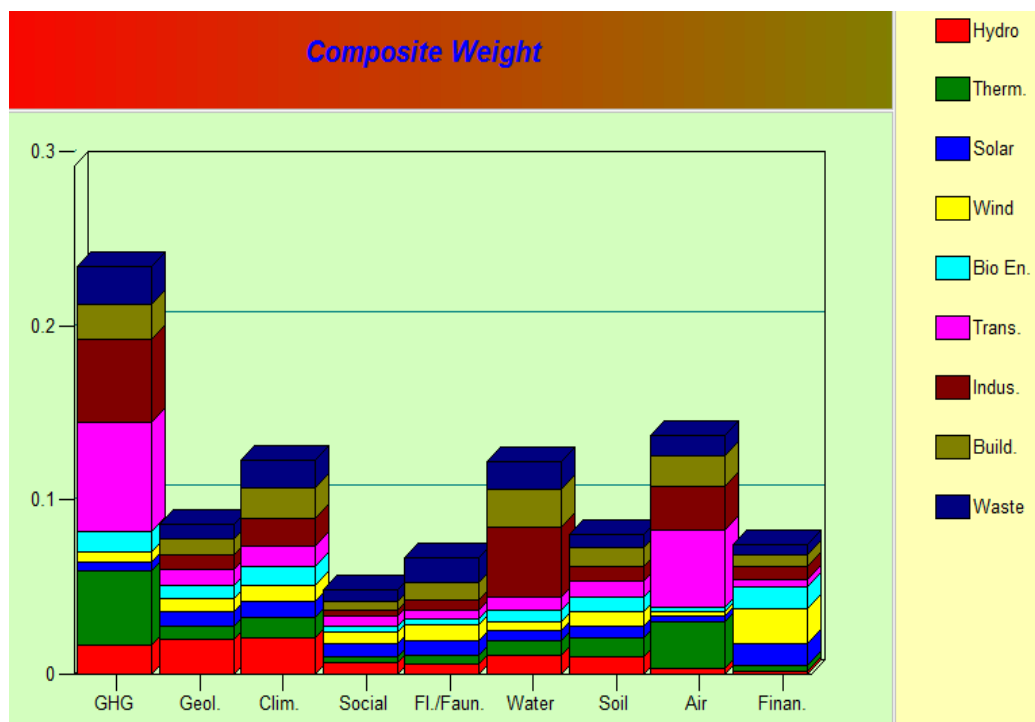
ექსპერტული შეფასების საფუძველზე, თითოეული კრიტერიუმისთვის მინიჭებულია შესაბამისი რაოდენობრივი მნიშვნელობა, პარამეტრები, რომლებიც შეიცავს განუზღვრელობის ელემენტებს, აღინიშნება  $x_n$  - ით. ხოლო პარამეტრების სიმრავლეს აქვს შემდეგი გამოსახულება:  $\{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, \dots, x_n\}$ . პროგრამული პაკეტის ბაზაზე შესრულებული ანგარიშის მიხედვით შემავალი ინფორმაციის წონითი კოეფიციენტების და საერთო მახასიათებლებზე მათი გავლენის დონის შესაბამისად გაკეთებულია მატრიცა, ხოლო თვალსაჩინოებისთვის წარმოდგენილია შესაბამისი გრაფიკები და დიაგრამები.

ექსპერტული შეფასების საფუძველზე შეფასებულია თითოეული ასარჩევი ალტერნატიული ობიექტის კრიტერიუმებზე ზეგავლენის პროცენტული განაწილება და აგებულია შესაბამისი მატრიცა (ცხრილი 3.).

კომპიუტერული პროგრამის საშუალებით დამუშავდა შემავალი ინფორმაცია და გამოძვარი ინფორმაციის პასუხი ასეთია: დასაფინანსებელი ობიექტის არჩევაზე ყველაზე დიდი ზეგავლენა აქვს სათბურის გაზების ემისიას, ჰაერისა და წყლის ხარისხს, აგრეთვე კლიმატის გაუარესებას (იხ. ნახ.2).

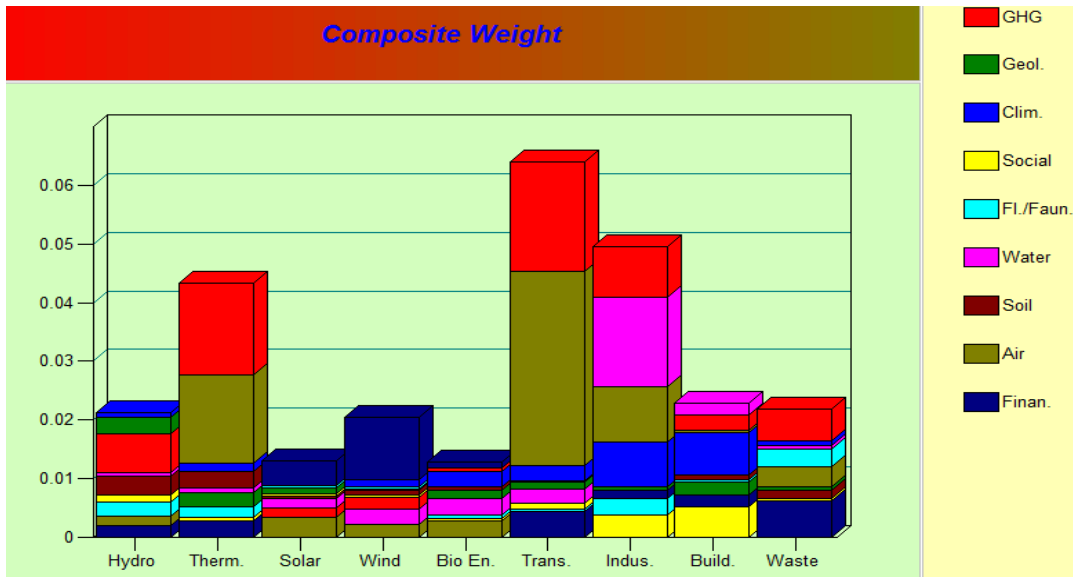
**ცხრილი 3. ასარჩევი ალტერნატიული ობიექტის კრიტერიუმებზე ზეგავლენის პროცენტული განაწილება**

	სათბ. გაზის ემისია	გეოლ. ზემ.	კლიმატ. ზემ.	სოც. ზემ.	ფლ. /ვაუნ. 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



**ნახაზი 2. კრიტერიუმების საშუალო შეწონილი მნიშვნელობები**

მას შემდეგ, რაც გამოვლინდა სამი ყველაზე უარყოფითი ზემოქმედების ობიექტი: მრეწველობა, ტრანსპორტი და თბოსადგური, ისინი გამოირიცხება (იხ. ნახ.3).



**ნახაზი 3. ალტერნატიული დასაფინანსებელი ობიექტების საშუალო შეწონილი მნიშვნელობები**

ე.ი. მიზანშეწონილია 2018-2030 წლების განმავლობაში დანარჩენი ექვსი ობიექტის: 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.

მესამე თავში შემოთავაზებულია კლიმატის ცვლილების შემცირების ერთ-ერთი გზა - „მწვანე ენერჯეტიკის“ განვითარება. როგორც ცნობილია, მსოფლიოს მრავალი განვითარებული ქვეყანა ცდილობს სხვადასხვა მეთოდით ებრძოდეს კლიმატის ცვლილების საშიშ ეფექტებს და მიმართავს ისეთ ღონისძიებას, როგორცაა „სუფთა განვითარების მექანიზმის პროექტების დანერგვა“, ის 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

დაზოგილი ემისიის სერტიფიკატის (CER)-ის გაყიდვით მიიღოს გარკვეული შემოსავალი „მწვანე ენერჯეტიკის“ მიერ გამომუშავებული ელექტროენერჯის რაოდენობის შესაბამისად. 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.

საქართველოში ჰიდრო და ქარის ელექტროსადგურებით ელექტროენერჯის წარმოების 2010-2018 წლების სტატისტიკური მონაცემების საფუძველზე გაკეთებულია 2019-2030 წლებისთვის „მწვანე“ ელექტროსადგურების საპროგნოზო გამომუშავება, ხოლო ემისიის შემცირება 2019 წელს იქნება:

$$ER_{2019} = 9\,629\,900 \text{ მგტსთ} * 0.104 \text{ ტCO}_2/\text{მგტსთ} = 1\,001\,510 \text{ ტCO}_2/\text{მგტსთ}.$$

დაზოგილი ემისიის სერტიფიკატის მიხედვით ერთი ტონის საბაზრო ფასი სავარაუდოდ იქნება 10 ევრო/ტCO<sub>2</sub> და ქვეყანა 2019 წელს მიიღებს შემოსავალს 10 015 096 ევროს რაოდენობით. თუ დავუშვებთ, რომ ემისიის ფაქტორი (0.104 ტCO<sub>2</sub>/მგტსთ) და ერთი ტონა ემისიის შემცირების ფასი (10 ევრო/ტCO<sub>2</sub>) უცვლელი დარჩება, ემისიის შემცირების მოსალოდნელი ჯამური შემოსავალი 2030 წლისთვის იქნება 133 074 490 ევრო. ჩატარებული ანალიზი პირობითია და იგულისხმება იმ შემთხვევისთვის, თუ საწარმოო სიმძლავრეები იქნება მუდმივი. თუ გავითვალისწინებთ, რომ საქართველოში 2030 წლისთვის იგეგმება მრავალი მცირე, საშუალო და დიდი სიმძლავრის „მწვანე“ ელექტროსადგურის აშენება, შესაბამისი ემისიის შემცირება და მიღებული შემოსავალი ბევრად მეტი იქნება. შემოთავაზებულია კლიმატის ცვლილების შემცირების სხვა არანაკლებ მნიშვნელოვანი გზები, კერძოდ ენერგოდაზოგვა, შენობებში გათბობა-გაგრილების გრადუს-დღეების კომპიუტერული უზრუნველყოფა, ტრანსპორტის ეფექტიანობა და სხვა.

## 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 გამოიყვლია 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 სხვა 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.

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 ელექტროენერჯიის რაოდენობის შესაბამისად.
16. საქართველოში ჰიდრო და ქარის ელექტროსადგურებით ელექტროენერჯიის 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 ენერჯიის“ 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](http://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, 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.

### **დისერტაციის თემაზე გამოქვეყნებული სამეცნიერო შრომები:**

1. ჰიდროენერგეტიკის განვითარების პოზიტიური შედეგები საქართველოში. „ენერჯია“, 2016, №4(80), გვ.88-91;
2. ენერგეტიკული პროექტის მენეჯმენტის თავისებურებები „კლიმატის ცვლილების“ გათვალისწინებით. „ბიზნეს ინჟინერინგი“, 2017, №3, გვ.25-27;
3. ნახშირორჟანგის ემისიის საპროგნოზო მოდელის შემუშავება. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომათა კრებული, 2018, №3(509), გვ.107-115;
4. კლიმატის ცვლილების შემცირების ღონისძიებები-შენობის ენერგოეფექტიანობა. „ეკონომიკა“, 2019, №1-2, გვ. 114-122.

## 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 ( $0.104\text{tCO}_2/\text{MW}$ ) and one ton of emissions reduction price ( $10\text{EUR}/\text{tCO}_2$ ) 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.