

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

შოშრო № IHM-14-21- GTU-2439

ინსტიტუტის დირექტორი

----- თ. ცინცაძე

25 დეკემბერი 2014 წ

პროექტის დასკვნითი ანგარიში

თბილისის შემოსასვლელი საავტომობილო გზის
რეკონსტრუქციის შედეგად შემცირებული სითბურის
გაზების ემისიის განსაზღვრა

(დასკვნითი ანგარიში)

2013-2014

სამეცნიერო საბჭოს თავჯდომარე
თემის ხელმძღვანელი
პასუხისმგებელი შემსრულებელი

ნ.ბეგალიშვილი
ნ.ბეგლარაშვილი
ნ.ბეგლარაშვილი

თბილისი
2014

რეფერატი

ანგარიში შეიცავს: 38 გვერდს, 18 ნახაზს, 11 ცხრილს და 10 ლიტერატურულ წყაროს

საკვანძო სიტყვები: კლიმატის ცვლილება, სათბურის გაზები, ავტოტრანსპორტი, საავტომობილო გზები, მდგრადი განვითარება.

ანოტაცია

განხილულია ქობილისის დასავლეთის ცენტრალურ შემოსასვლელ გზაზე (გიორგი რობაქიძის გამზირის, მარშალ გელოვანის გამზირისა და დავით აღმაშენებლის ხეივნის დამაკავშირებელი გზაჯვარედინი) მოძრაობის განტვირთვის ღონისძიება და რეკონსტრუქციის ეკოლოგიური ასპექტები. შეფასებულია სათბურის გაზების ემისიის შემცირების და საინჟინრო ღონისძიებების ეკოლოგიური ეფექტურობა.

შემსრულებლები

უფროსი მეცნ. თანამშრ.
გეოგრაფიის აკად. დოქტორი

ნ.ბეგლარაშვილი
(თავები 1, 2, 3, 5)

წამყვანი სპეციალისტი

ა.გიორგიშვილი
(თავი 2)

წამყვანი სპეციალისტი

მ.ხატიაშვილი
(თავი 4.1)

უფროსი სპეციალისტი

მ.ფიფია
(თავი 4.1; 4.2)

მეცნიერ თანამშრომელი

ს.მღვიანი
(თავი 2)

შინაარსი

რეზიუმე - - - - -	5
შესავალი - - - - -	6
თავი 1. კვლევის თემატიკის აქტუალურობის დასაბუთება - - - - -	8
თავი 2. საკვლევი ობიექტის მოკლე მიმოხილვა - - - - -	12
თავი 3. კვლევის მეთოდოლოგია - - - - -	15
თავი 4. საკვლევი ბზაჯვარედინის შესწავლა - - - - -	18
თავი 5. საკვლევი შუქნიშნის შესწავლა - - - - -	25
4.1. შუქნიშანზე მდგარი ავტონაკადის ინტენსივობის დადგენა - - - - -	26
4.2. შუქნიშანზე მდგარი ავტონაკადის მიერ მოხმარებული საწვავის ოდენობის განსაზღვრა - - - - -	30
თავი 5. შუქნიშნის გაუმჯობესების შედეგად სატბურის ბაზების ემისიის შემცირების განსაზღვრა - - - - -	34
დასკვნები - - - - -	37
ლიტერატურა - - - - -	38

რეზიუმე

შეფასდა ქ.თბილისის დასავლეთის ცენტრალურ შემოსასვლელი გზაზე მოძრაობის განტვირთვის ღონისძიება და რეკონსტრუქციის ეკოლოგიური ასპექტები.

შერჩეულ იქნა საკვლევი მონაკვეთი: გიორგი რობაქიძის გამზირის, მარშალ გელოვანის გამზირისა და დავით აღმაშენებლის ხეივნის დამაკავშირებელი გზაჯვარედინი და მისი რეკონსტრუქცია, როგორც მოძრაობის განტვირთვის ღონისძიება.

გამოთვლილია საკვლევი გზაჯვარედინისათვის ავტოსატრანსპორტო საშუალებებიდან ემიტირებული სათბურის გაზები, კერძოდ CO_2 , N_2O და CH_4 , მოხმარებული საწვავის ოდენობისა და ავტონაკადის ინტენსივობის მონაცემებზე დაყრდნობით შუქნიშნის გაუქმებამდე პერიოდში.

განისაზღვრა ქ.თბილისში დასავლეთის ცენტრალურ შემოსასვლელ გზაზე რეკონსტრუქციის შედეგად სათბურის გაზების ემისიის შემცირების რაოდენობრივი მაჩვენებელი და შეფასდა მისი ეკოლოგიური ეფექტურობა.

შესავალი

თანამედროვე საზოგადოების მიერ ბუნებრივ გარემოზე ზემოქმედებით გამოწვეული მრავალგვარი უარყოფითი შედეგებიდან ერთ-ერთი მნიშვნელოვანია კლიმატის ცვლილება.

დედამიწის გარკვეული რეგიონების კლიმატის შესწავლის დასაწყისშივე, ჯერ კიდევ მე-19 საუკუნეში, დადგენილ იქნა კლიმატის მნიშვნელოვანი ცვალებადობა ისტორიულ წარსულში და აქედან გამომდინარეობდა მისი ცვლილების პროგნოზის აუცილებლობა მომავლისათვის.

ადამიანის საქმიანობის ფაქტობრივად ყველა ის სფერო, რომელიც თანამედროვე ცხოვრების განუყოფელ ნაწილს შეადგენს, განაპირობებს სათბურის გაზების ემისიას. ანთროპოგენური წარმოშობის სათბურის გაზის უდიდესი წყაროა წიაღისეული საწვავის მოხმარება. იგი განაპირობებს CO₂-ის მთლიანი ემისიის დაახლოებით 80%-ს [11].

მიუხედავად იმისა, რომ კლიმატი მყისიერად არ რეგირებს ემისიებზე, სათბურის გაზების როლი მკვეთრად იკვეთება კლიმატის ცვლილებაში.

გასული საუკუნის ბოლო მეოთხედი აღინიშნა ეკონომიკის განვითარების და გარემოზე მისი ზემოქმედების პრობლემისადმი საზოგადოების ინტერესის ზრდით. დაიწყო განვითარების ისეთი ოპტიმალური გზების ძიება, როცა საზოგადოების და სახელმწიფოს არსებობისათვის აუცილებელი ელემენტები (ეკონომიკა, ბუნებრივი რესურსები, გარემო და სხვ.) სხვა ელემენტების ინტერესების მაქსიმალური გათვალისწინებით ვითარდება, რათა რაც შეიძლება ნაკლები ზიანი მიაყენონ ერთმანეთს. ასეთი თანაარსებობის საუკეთესო გამოხატულებაა მდგრადი განვითარების ცნების წარმოშობა [6], რომელიც გამოხატავს კაცობრიობის შეშფოთებას გარემოზე ადამიანის საწარმოო საქმიანობის უარყოფითი გავლენის გამო და ხაზს უსვამს ამ საქმიანობის გარემოსთან ჰარმონიზაციის მიმართულებით წარმართვის აუცილებლობას. მდგრადი განვითარების კონცეფცია გულისხმობს ადამიანის საქმიანობის ისეთ რეჟიმს, რომელიც, ერთის მხრივ, აუმჯობესებს მის მატერიალურ მდგომარეობას და მეორეს მხრივ არ უქმნის საფრთხეს მომავალს.

იგი განიხილავს სამ ძირითად კომპონენტს: ბუნებრივ გარემოს, ეკონომიკასა და სოციალურ გარემოს და მათგან შედგენილი ტრიადის მდგრადობას [11].

ვლინდება გარკვეული პროგრესი მდგრადი განვითარების მიმართულებით: ცალკეულ შემთხვევებში იქმნება მდგრადი განვითარების კომისიები, ამაღლდა ცნობიერების დონე, ძალაში შევიდა კლიმატის ცვლილების გარემოსდაცვითი კონვენციები, გაჩნდა და დაინერგა მრავალი გარემოსდაცვითი ინიციატივა და პროექტი, ამაღლდა საზოგადოების პასუხისმგებლობის განცდა და სხვ.

არსებულ საერთაშორისო ვალდებულებებს შეუძლიათ რამდენადმე შეამცირონ ემისიების ზრდა. ერთ-ერთი ასეთია კლიმატის ცვლილების ჩარჩო-კონვენცია [1], რომელიც ძალაში შევიდა 1992 წელს და რომლის უმთავრესი მიზანია ატმოსფეროში სათბურის გაზების კონცენტრაციების სტაბილიზაცია იმ დონეზე, რომელიც გამორიცხავს კლიმატურ სისტემაში საშიშ ანთროპოგენურ ჩარევას და ეს დონე მიღწეულ უნდა იქნას დროის ისეთ მონაკვეთში, რომელიც საფრთხეს არ შეუქმნის მდგრად განვითარებას [11].

თაზო 1

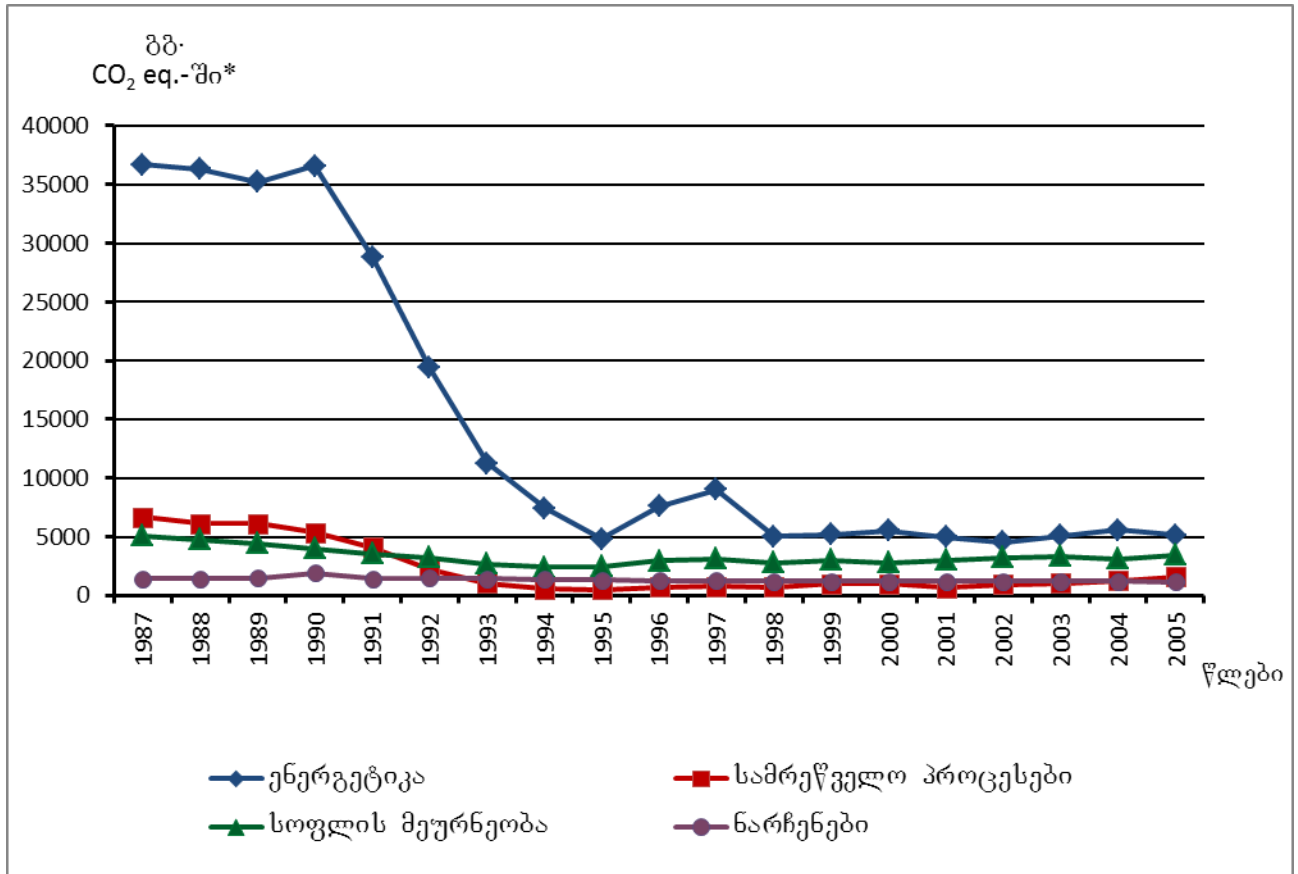
კვლევის თემატიკის აქტუალურობის დასაბუთება

1992 წლიდან, გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო-კონვენციის მიღების შემდეგ, მსოფლიომ აქტიური საქმიანობა დაიწყო ამ პრობლემასთან დაკავშირებული ამოცანების გადასაჭრელად.

ენერგეტიკის სექტორი ძირითადად მოიცავს ემისიებს, გამოწვეულს სტაციონარულ და მოძრავ წყაროებში საწვავის წვით. გლობალურად, ენერგეტიკის სექტორი სათბურის გაზების ანთროპოგენური ემისიების მთავარ წყაროს წარმოადგენს. მისი წილი სათბურის გაზების მთლიან ემისიებში CO₂-ის ექვივალენტში შეადგენს დაახლოებით 75%-ს. ნახშირორჟანგის ანთროპოგენური ემისიების 90% ამ სექტორზე მოდის. მეთანის ემისიებში ამ სექტორის წილი შედარებით ნაკლებია და შეადგენს 49%-ს, აზოტის ქვეჟანგისა კი – მხოლოდ 6%-ია. საწვავის წვისას წარმოქმნილი გაზებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანი სათბურის გაზია CO₂ (ნახშირორჟანგი) საწვავის წვისას გამოიყოფა ასევე ისეთი სათბურის გაზები როგორცაა N₂O (აზოტის ქვეჟანგი) და CH₄ (მეთანი) [4].

გლობალური კლიმატის ცვლილების გამომწვევი ერთ-ერთი ძირითადი მიზეზი – სათბურის გაზების ემისია საქართველოს ტერიტორიიდან ჯერ-ჯერობით უმნიშვნელოა და გლობალური ემისიების 0.1%-ზე ნაკლებს შეადგენს. მიუხედავად ამისა, 1996 წლიდან ქვეყანა აქტიურად მონაწილეობს გაეროს კლიმატის ცვლილების კონვენციის მოთხოვნათა შესრულებაში, რომელთაგან ერთ-ერთი გულისხმობს კონვენციაში მონაწილე ყველა ქვეყნისაგან შექმნისდაგვარი წვლილის შეტანას სათბურის გაზების ემისიების შემცირებაში.

ნახაზზე 1 მოცემულია საქართველოში სათბურის გაზების ემისიების ტრენდი 1987-2005 წლებისათვის ძირითადი სექტორებისათვის: ენერგეტიკა, სამრეწველო პროცესები, სოფლის მეურნეობა და ნარჩენები [4].



ნახ. 1. საქართველოში სათბურის გაზების ემისიების ტრენდი 1987-2005 წლებში (გგ. CO₂ eq.-ში)

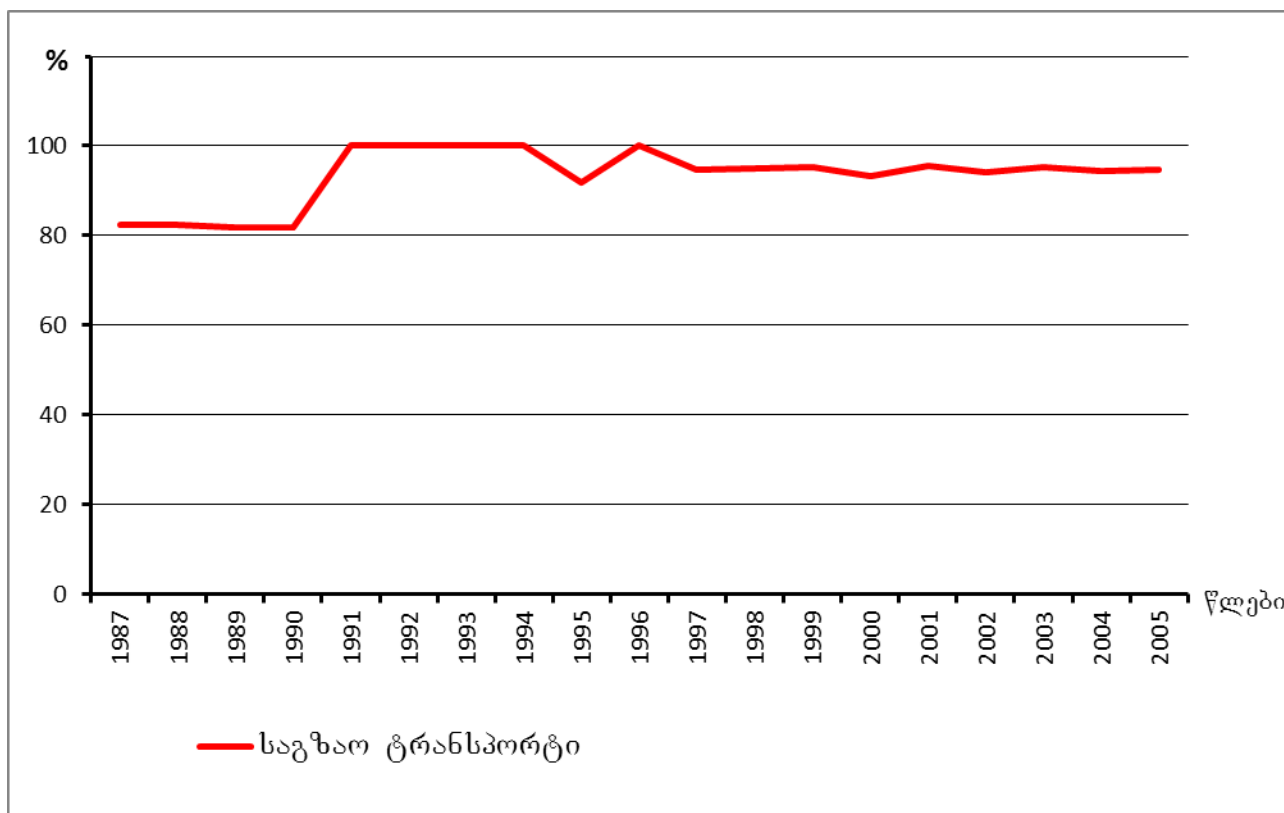
შენიშვნა* 1გგ=10³ტ=10⁶კგ=10⁹გ; 1ტ=10⁻³გგ.

როგორც ნახაზიდან ჩანს სათბურის გაზების ემისიები ენერგეტიკის სექტორიდან მაღალი მაჩვენებლით გამოირჩევა.

ტრანსპორტის სექტორი საქართველოში ისევე, როგორც მსოფლიოს უმეტეს ქვეყნებში სათბურის გაზების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ემიტორია და ამიტომაც ამ სექტორიდან ემისიების ინვენტარიზაციას და შემამცირებელი ღონისძიებების გატარებას მთელს მსოფლიოში დიდი ყურადღება ეთმობა. ევროკავშირის გადაწყვეტილებით 2020 წლისთვის სათბურის გაზების ემისია ტრანსპორტის სექტორიდან 10%-ით უნდა შემცირდეს.

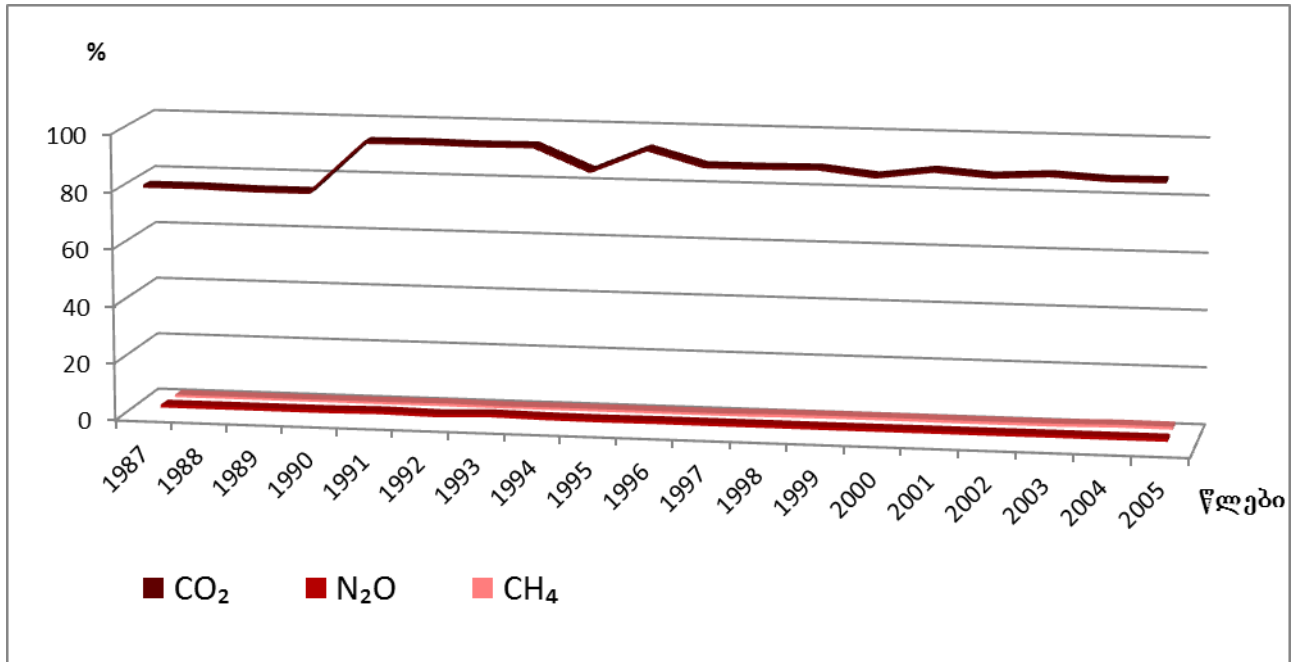
ტრანსპორტის სექტორის ემისიებში ყველაზე დიდი წვლილი შეაქვს ემისიებს საგზაო ტრანსპორტიდან. ამის მიზეზად შეიძლება ჩაითვალოს მსუბუქი

ავტომობილების პარკის ზრდა, რაც ძირითადად ევროპიდან იმპორტირებულ მეორადი ავტომობილების ხარჯზეა. ასევე ეკონომიკის გამოცოცხლება და შესაბამისად სატვირთო გადაზიდვების მოცულობის ზრდა ქვეყანაში. ნახაზზე 2 ნაჩვენებია ტრანსპორტის სექტორში საგზაო ტრანსპორტიდან სათბურის გაზების ემისიების ტრენდის პროცენტული მაჩვენებელი წლების მიხედვით.



ნახ. 2. ტრანსპორტის სექტორში საგზაო ტრანსპორტიდან ძირითადი სათბურის გაზების ემისიების ტრენდი (%).

1991-1994 წლებში საგზაო ტრანსპორტის მაქსიმალურად მაღალი პროცენტული მაჩვენებელი ავიაციის თითქმის უფუნქციოდ დარჩენით აიხსნება. ძირითადი სათბურის გაზების ემისიების პროცენტული მაჩვენებელი საგზაო ტრანსპორტიდან 1987-2005 წლებისათვის ნაჩვენებია ნახაზზე 3 [4].



ნახ. 3. ძირითადი სატბურის გაზების ემისიების პროცენტული მაჩვენებელი საგზაო ტრანსპორტიდან 1987-2005 წლებისათვის.

საავტომობილო გზების მახასიათებლები 60-80%-ით განსაზღვრავენ ეკოლოგიურ ეფექტურობას [3].

თაზო 2

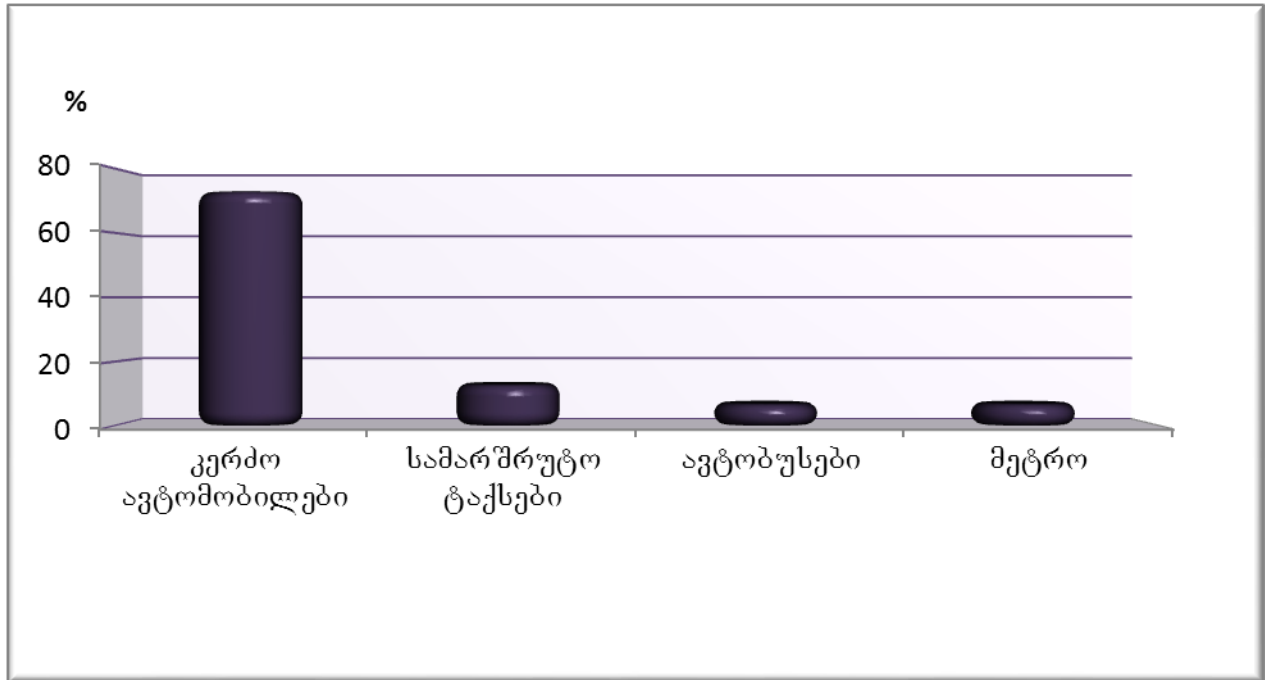
საკვლევი ობიექტის მიმოხილვა

დღეისათვის მეცნიერული და ტექნოლოგიური მიღწევები საავტომობილო გზების თანამედროვე მდგომარეობაზეც აისახება. ამავდროულად, მოდერნიზებული საავტომობილო გზები, გამართული ინფრასტრუქტურით, ერთ-ერთი წინ გადადგმული ნაბიჯია კლიმატის ცვლილების შერბილებისაკენ მიმართულ ღონისძიებათა შორის, რადგან ავტოტრანსპორტი ენერგეტიკის სექტორის ფუნდამენტური შემადგენელი ნაწილია და წარმოადგენს სათბურის გაზებით ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან წყაროს.

ტრანსპორტი ენერგეტიკის სექტორის ძირითადი შემადგენელი ნაწილია და წარმოადგენს კლიმატის გლობალურ ცვლილებაში მონაწილე სათბურის გაზებით ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ერთ-ერთ მძლავრ წყაროს.

თანამედროვე ქალაქების ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე უარყოფით გავლენას ახდენს ტრანსპორტი. ამ მხრივ გამონაკლისს არ წარმოადგენს ქ.თბილისი, განსაკუთრებით თუ გავითავალისწინებთ მის გეოგრაფიულ მდებარეობასა და რელიეფს, თბილისი გრძივი ფორმისაა ორი პარალელური ბარიერით: ბუნებრივი - მდ.მტკვარი და ხელოვნური - რკინიგზა, რაც აფერხებს ტრანსპორტის მობილურობას.

თბილისი, როგორც ქვეყნის დედაქალაქი, ყველაზე მჭიდროდ დასახლებული ქალაქია საქართველოში. საქართველოს ეროვნული სტატისტიკის სამსახურის მონაცემების მიხედვით 2010 წლის დასაწყისისთვის თბილისის მოსახლეობის რაოდენობა 1152500-ით განისაზღვრება, რაც მთელი ქვეყნის მოსახლეობის 30%-ს შეადგენს [2]. მოსახლეობის ზრდას შედეგად მოჰყვა ტრანსპორტის ნაკადის ზრდა (ნახ.4), რამაც თავის მხრივ გამოიწვია CO₂-ის ემისიის ზრდა ტრანსპორტის სექტორიდან და ასევე მისი თანმდევი გვერდითი მოვლენები როგორცაა გადატვირთული მოძრაობა, მწვანე ზოლის დაკარგვა, გადაჭარბებული ხმაური და რაც ყველაზე მნიშვნელოვანია, ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება.



ნახ. 4. ქ. თბილისში სამგზავრო ტრანსპორტის პროცენტული მაჩვენებელი

დღეისათვის ქ. თბილისის ტრანსპორტის პარკი კერძო ავტომობილების, ავტობუსების, მეტროსა და სამარშრუტო ტაქსებისაგან შედგება. 2003 წლიდან ქალაქის მერიამ განახორციელა რიგი პროექტებისა, რომელთა მიზანი იყო საზოგადოებრივი ტრანსპორტის ინფრასტრუქტურისა და მართვის სისტემის გაუმჯობესება.

2010 წლის აპრილში ქ. თბილისის მერია შეუერთდა ევროკავშირის ეგიდით მოქმედ მემორანდუმს ე.წ. „მერების შეთანხმება“, რომელიც წარმოადგენს კლიმატის ცვლილების შესარბილებლად მიმართულ დოკუმენტს. შეთანხმება ითვალისწინებს 2020 წლამდე სათბურის გაზების (CO₂-ის) ემისიების 20%-ით შემცირებასა და მდგრადი ენერჯტიკის ხელშემწყობი სამოქმედო გეგმის განხორციელებას [10].

გამომდინარე იქიდან, რომ 2005 წლის მონაცემებით ქ. თბილისში სათბურის გაზების ემისიაში ტრანსპორტის წილი ყველაზე მაღალი მაჩვენებლით, 40%-ით განისაზღვრება [10], ვფიქრობთ „მერების შეთანხმების“ დოკუმენტით ნაკისრ ვალდებულებათა შესრულებაში მნიშვნელოვანი ადგილი დაეთმობა ტრანსპორტიდან ემიტირებულ სათბურის გაზებსა და მათი შემცირების ღონისძიებებს.

ყოველივე ზემოხსენებულიდან გამომდინარე წინამდებარე პროექტში ყურადღებას ვამახვილებთ ქ.თბილისში დასავლეთის ცენტრალურ შემოსასვლელ გზაზე (მარშალ გელოვანის გამზირისა და დავით აღმაშენებლის ხეივანის გზაჯვარედინი) მოძრაობის განტვირთვის ღონისძიების, როგორც რეკონსტრუქციის ეკოლოგიურ ასპექტებზე.

ჩვენი ამოცანაა ქ.თბილისში დასავლეთის ცენტრალურ შემოსასვლელ გზაზე რეკონსტრუქციის შედეგად სათბურის გაზების ემისიის შემცირების პოტენციალის განსაზღვრა და მისი ეკოლოგიური ეფექტურობის შეფასება.

თაზი 3

ავტოტრანსპორტიდან სატრანსპორტო საშუალების ბაზების

ემისიის გამოსათვლელი თანამდებროვე მეთოდოლოგიები

საგზაო ტრანსპორტიდან CO₂-ის ემისიების გამოსათვლელად IPCC (კლიმატის ცვლილების სამთავრობათშორისო საბჭო) 1996 წლის მეთოდური სახელმძღვანელო გეოგრაფიკულ ორ მიდგილას: დონე 1 და დონე 2.

დონე ერთი ანუ “დადამავალი მიდგომა” ემისიებს განსაზღვრავს ფორმულით:
ემისიები = $\sum_j [(ემისიების ფაქტორი j \cdot მოხმარებული საწვავი j) - შენახული ნახშირბადი] \cdot დაქანებული ფრაქცია j \cdot 44/12$

სადაც j მიუთითებს საწვავის ტიპს.

აღტერნატიული დონე 2 ანუ “აღმავალი მიდგომა” ემისიებს გამოითვლის ორ ნაბიჯად: პირველი ნაბიჯია სატრანსპორტო საშუალების მიერ მოხმარებული საწვავის რაოდენობის გამოთვლა:

$$\text{საწვავის მოხმარება } ij = n_{ij} \cdot k_{ij} \cdot e_{ij},$$

სადაც i = სატრანსპორტო საშუალების ტიპი,

j = საწვავის ტიპი,

n = სატრანსპორტო საშუალების რაოდენობა,

k = სატრანსპორტო საშუალების მიერ გავლილი მანძილი კილომეტრებში,

e = ყოველ გავლილ კილომეტრზე საშუალოდ დახარჯული საწვავი ლიტრებში.

მეორე ეტაპი CO₂-ის ემისიის გამოთვლაა მოხმარებული საწვავის რაოდენობის გამრავლებით საწვავის და ავტომობილის ტიპების შესატყვის ემისიის ფაქტორზე.

$$\text{ემისიები} = \sum_i \sum_j (ემისიის ფაქტორი ij \cdot საწვავის მოხმარება ij) [9,10,11].$$

ცხრილში 2 მოყვანილია IPCC-ის მონაცემებით სათბურის გაზების CO₂-ის, N₂O-ს და CH₄-ის ხვედრითი მაჩვენებლები ბენზინისა და დიზელის საწვავისათვის [7, 8].

ცხრილი 2. CO₂, N₂O და CH₄ ემისიის ხვედრითი მაჩვენებლები ბენზინის გაზისა და დიზელის საწვავისათვის, კგ

საწვავი	სათბურის გაზის ხვედრითი ემისიები		
	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
ბენზინი (ლიტრი)	2.2	0.05	0.001
დიზელი (ლიტრი)	2.613	0.06	0.0002
უნებრივი გაზი (მ ³)	1.87	0.00000336	0.0017

თითოეულ ძირითად სათბურის გაზს ინდივიდუალური წვლილი შეაქვს “სათბურის ეფექტში”. გაზების ნარევის წვლილი კლიმატის ცვლილებაში დამოკიდებულია იმაზე, თუ რა გაზებო და რა პროპორციით შედიან ნარევში. საერთაშორისო სტანდარტების მიხედვით სათბურის გაზების ემისიების კონტროლისათვის შემოტანილია სათბურის გაზების უნარის დასახასიათებელი ერთეული - გლობალური დათბობის პოტენციალი – გდპ (Global Warming Potential - GWP), რომელიც გამოსახავს კონკრეტული გაზის ემისიებს CO₂-ის ექვივალენტში, რის თანახმადაც აზოტის ქვეყანგი (N₂O) 310-ჯერ მეტ სითბოს ჩაიჭერს ვიდრე ნახშირორჟანგი ანუ 1კგ. CO₂-ის ექვივალენტი N₂O უდრის 1კგ CO₂×310, ხოლო CH₄ 21-ჯერ მეტს გლობალური დათბობის პოტენციალი შეიძლება გამოისახოს როგორც დათბობის სრული ეფექტი გარკვეული დროის (50, 100, 500წელი) განმავლობაში. სათბურის გაზების გლობალური დათბობის პოტენციალის ეს სიდიდეები ნაჩვენებია ცხრილში 3. [4].

ცხრილი 3. გლობალური დათბობის პოტენციალის სიდიდეები ძირითადი სათბურის
 გაზებისთვის

სათბურის გაზი	სიცოცხლის ხანგრძლივობა, წელი	100-წლიანი გდპ
CO ₂	ცვლადი (50-200)	1
N ₂ O	12±3	310
CH ₄	120	21

თავი 4.

საკვლევი გზაჯვარედინის უსწავლა

კვლევის ობიექტს წარმოაგენს ქ.თბილისში მარშალ გელოვანის გამზირის, დავით აღმაშენებლის ხეივანის და გიორგი რობაქიძის გამზირის გამაკავშირებელი გაუქმებული გზაჯვარედინი. თბილისის მერიამ 2011 წელს მოძრაობის განტვირთვის მიზნით, ხსენებულ გზაჯვარედინზე მარშალ გელოვანის გამზირის ბოლოდან დავით აღმაშენებლის ხეივანისაკენ გასასვლელი გზაგამტარის სამშენებლო სამუშაოები დაიწყო (5).

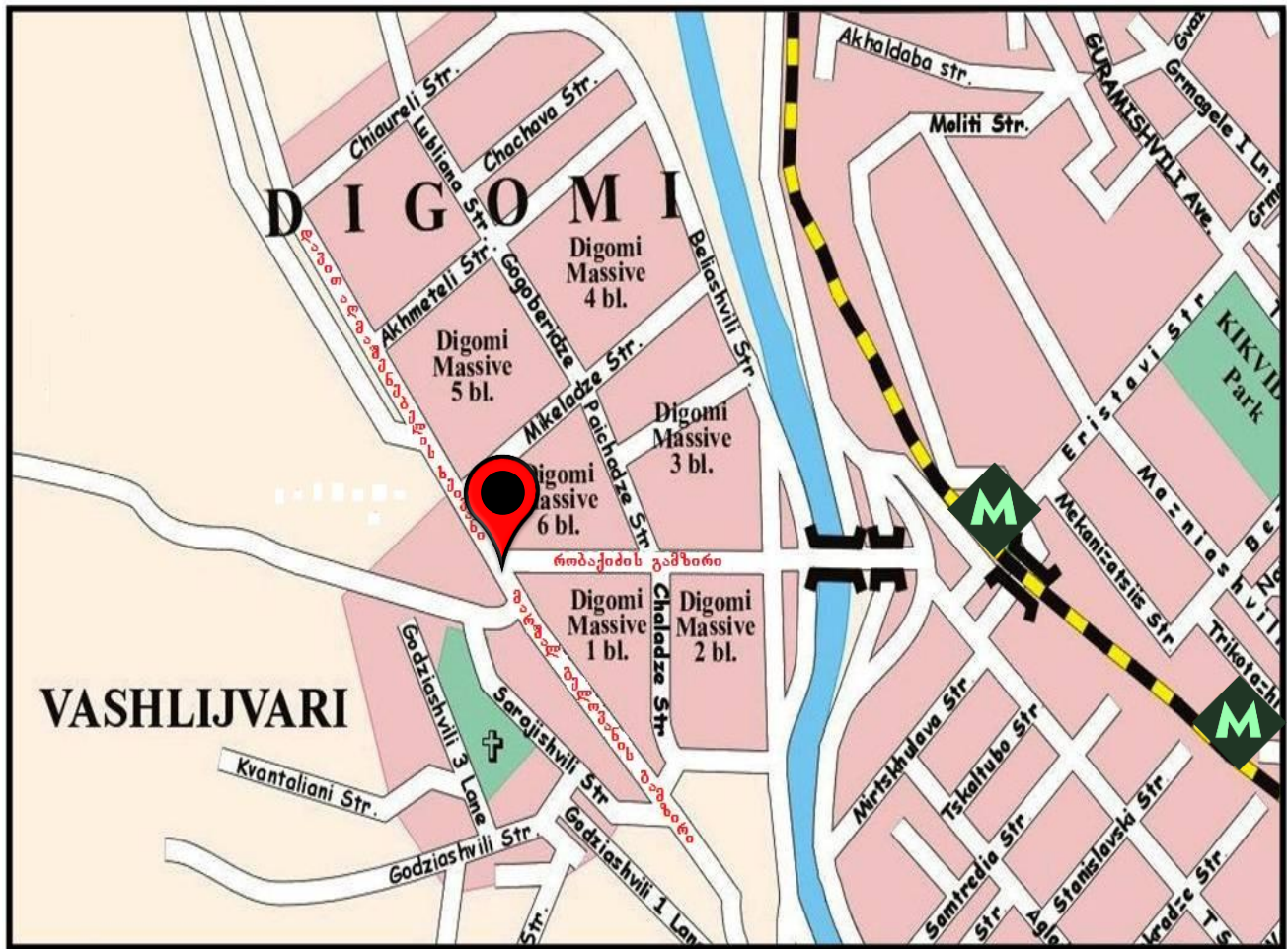
საკვლევი გზაჯვარედინზე სამშენებლო სამუშაოები 2013 წელს დასრულდა. სამუშაოების დასრულების შემდეგ, დავით აღმაშენებლის ძეგლთან გაუქმდა შუქნიშანი და შესაძლებელი გახდა ავტოსატრანსპორტის შეუჩერებლად გადაადგილება (ნახ. 10-13). შესაბამისად ჩნდება კითხვა: გამოიწვია თუ არა გზაჯვარედინის გაუქმებამ ცვლილებები ავტოსატრანსპორტო საშუალებებიდან სათბურის გაზების ემისიის რაოდენობრივ მაჩვენებლებში.

ჩვენი კვლევის მიზანს შეადგენს საკვლევი ობიექტზე შუქნიშნის გაუქმების შედეგად ავტოსატრანსპორტო საშუალებებიდან სათბურის გაზების ემისიის რაოდენობრივ მაჩვენებლების განსაზღვრა.



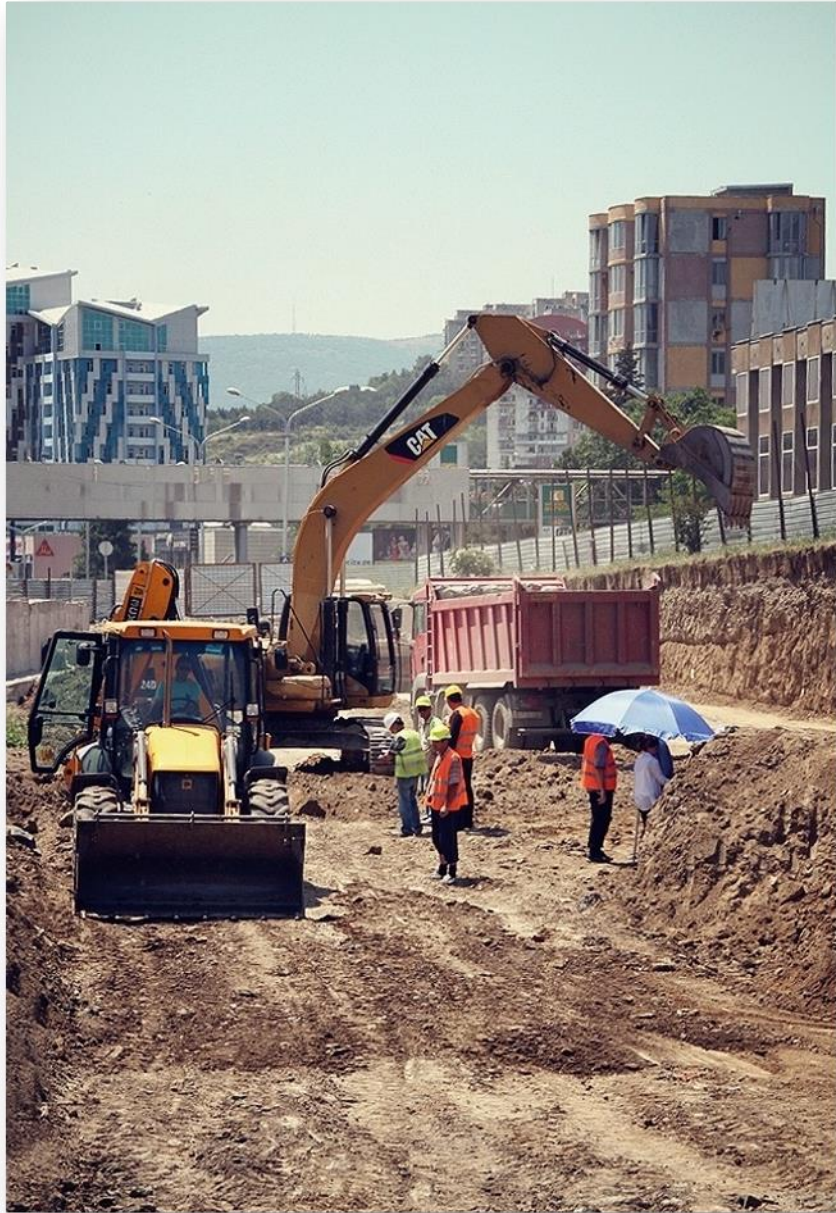
ნახ. 5. საკვლევი გზაჯვარედინის ადგილმდებარეობა.

მეტი თავლსახინოებისთვის ნახაზზე 6 წარმოვადგინეთ საკვლევი ტერიტორიის დეტალური რუკა, სადაც დატანილია საკვლევი გზაჯვარედინის სამივე მიმართულება: რობაქიძის გამზირი, მარშალ გელოვანის გამზირი და დავით აღმაშენებლის ხეივანი.



ნახ. 6. საკვლევი გზაჯვარედინი

მშენებლობის ამსახველი ფოტო მასალა წარმოდგენილია ნახაზებზე 7-9.



ნახ. 7. მშენებლობის პროცესი



ნახ. 8. მშენებლობის პროცესი



ნახ. 9. მშენებლობის პროცესი

ბეტონის გვირაბის სიგრძე 95 მეტრია და მის ორივე მხარეს აშენებულია პანდუსები. აღნიშნული კვანძის მოწყობა თბილისიდან გამავალი და ქალაქში შემოსული ტრანსპორტის, ასევე რობაქიძის გამზირიდან მოძრავი სატრანსპორტო საშუალებების ნაკადის მკვეთრმა ზრდამ განაპირობა, რაც მუდმივ საცობებს ქმნიდა [10].



ნახ. 10. ახალი გზაგამტარი, მარშალ გელოვანის მონაკვეთი.



ნახ. 11. ახალი გზაგამტარი, რობაქიძის გამძირის მონაკვეთი.



ნახ. 12. ახალი გზაგამტარი, მარშალ გელოვანის მონაკვეთი.



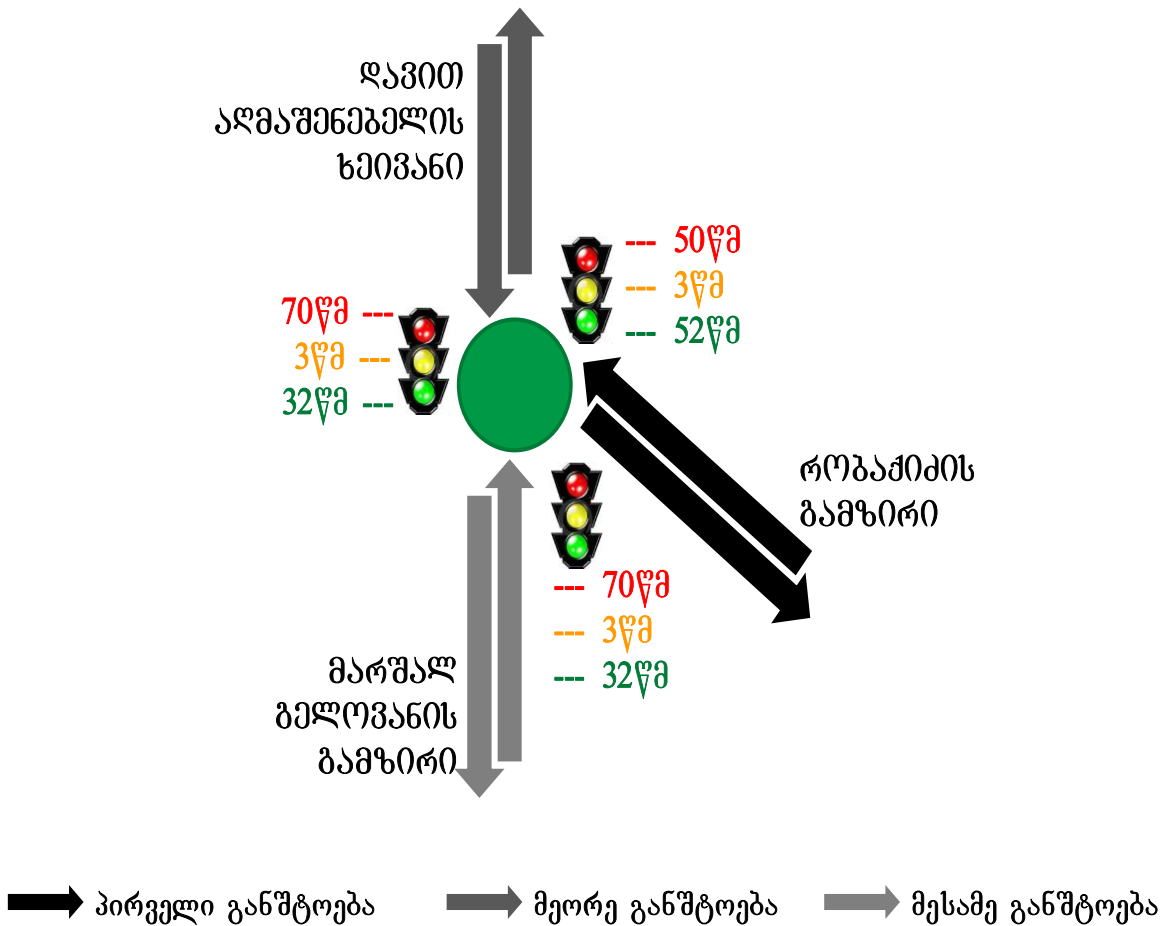
ნახ. 13. ახალი გზაგამტარი, დავით აღმაშენებლის ხეივანის მონაკვეთი.

თაზო 5.

საკვლევი უშქნიშნების უსწავლა

თანმიმდევრული კვლევისათვის საჭირო გახდა შეგვესწავლა გზაგამტარი გვირაგის ამოქმედების შედეგად საკვლევ ობიექტზე გაუქმებული უშქნიშნები, რის საფუძველზეც საშუალება მოგვეცემა წითელ უშქნიშანზე მდგარი ავტოსატრანსპორტო ნაკადის ინტენსივობით განვსაზღვროთ შემცირებული სათბურის გაზები გზაგამტარი გვირაგის ამოქმედების შედეგად. საკვლევი გზაჯვარედინი წარმოადგენს სამ განშტოებიან გზაჯვარედინს, ამიტომ კვლევის ობიექტი დაყვავით სამ განშტოებად (ნახ 14.).

საკვლევი გზაჯვარედინი



ნახ. 14. საკვლევი გზაჯვარედინის სქემა.

პირველი განშტოება მიეკუთვნება რობაქიძის გამზირის მიმართულებას, მეორე – დავით აღმაშენებლის ხეივანის მიმართულებას და მესამე – მარშალ გელოვანის გამზირის მიმართულებას. შესაბამისად. გზაგამტარის ამოქმედებამდე გზაჯვარედინზე არსებობდა სამი შუქნისანი. საკვლევი შუქნიშნების დეტალური მახასიათებლები წარმოდგენილია ცხრილში 4.

ცხრილი 4. საკვლევი შუქნიშნების დეტალური მახასიათებლები

ინტერვალი	ფერი	I შუქნიშანი	II შუქნიშანი	III შუქნიშანი
		ტაიმერი, წმ		
დგომა	წითელი	50	70	70
მზადება	ყვითელი	3	3	3
მოძრაობა	მწვანე	52	32	32

მიღებული მონაცემებით შესაძლებელი გახდა გამოგვეთვალა წითელი შუქნიშნის დროის ხანგრძლივობა დღეღამის განმავლობაში, რამაც 50 წამიანი ინტერვალის შემთხვევაში შეადგინა 15 საათი, ხოლო 70 წამიანი ინტერვალის შემთხვევაში – 19 საათი და 30 წუთი.

თავი 5.1. საკვლევი გზაჯვარედინის წითელ შუქნიშანზე მდგარი ავტოსატრანსპორტის ინტენსივობის განსაზღვრა

კვლევის შემდეგ ეტაპზე საჭირო გახდა გაგვესაზღვრა ავტოსატრანსპორტო ნაკადი საკვლევ გზაჯვარედინზე შუქნიშნის გაუქმებამდე, დღეღამის განმავლობაში წითელ შუქნიშანზე მდგარი ავტოსატრანსპორტო ნაკადის ინტენსივობა. ამისათვის შევისწავლეთ ქალაქის რამდენიმე შუქნიშანი: 1. საკვლევი ობიექტის უახლოესი შუქნიშანი მარშალ გელოვანის გამზირზე, 2. მეორე უახლოესი შუქნიშანი გიორგი რობაქიძის გამზირზე, 3. დავით აღმაშენებლის გამზირისა და თამარ მეფის კვეთაზე არსებული შუქნიშანი და 4. ჯორჯ ბალანჩინისა და აკაკი ბელიაშვილის ქუჩების კვეთაზე არსებული შუქნიშანი.

პირველი ორი შუქნიშნის შერჩევა მოხდა იმის გათვალისწინებით, რომ ისინი წარმოადგენენ საკვლევი გზაჯვარედინიდან პირველსავე შუქნიშნებს როგორც გიორგი რობაქიძის, ასევე გმარშალ გელოვანის გამზირებზე, მესამე, დავით აღმაშენებლის და თამარ მეფის გამზირების კვეთაზე არსებული შუქნიშანი შეირჩა მიღებულ მონაცემთ შესადარებლად. ხოლო მეოთხე, ჯორჯ ბალანჩინისა და აკაკი ბელიაშვილის ქუჩების კვეთაზე არსებული შუქნიშანი შეირჩა შემდეგი პრინციპით: 1. იგი წარმოადგენს საკვლევი გზაჯვარედინის ანალოგიურ სამ განშტოებიან გზაჯვარედინს და 2. იგი მდებარეობს ასევე ქალაქიდან გასასვლელ დასავლეთის მიმართულებით ერთ-ერთ ცენტრალურ გზაზე.

იმის გათვალისწინებით, რომ დღეღამის სხვადასხვა მონაკვეთში ავტოსატრანსპორტო ნაკადი სხვადასხვა იქნებოდა, ამიტომ 24 საათი დაყვავით მონაკვეთებად: დღის საათები, ღამის საათები და პიკის საათები. დღის ამ მონაკვეთების შესაბამისი მახასიათებლები მოცემულია ცხრილში 5.

ცხრილი 5. დღეღამის დაყოფა მოკაკვეთებად ნაკადის ინტენსივობის გათვალისწინებით

დღეღამის პერიოდები			
დღის საათები	ღამის საათები	პიკის საათები	
10:00 - 18:00	02:00 - 06:00	დილის პიკი	საღამოს პიკი
		08:00 - 10:00	18:00 - 20:00

ზემოხსენებული მზაჯვარედინების და მათი შუქნიშნების შესწავლამ და მიღებული მონაცემების დამუშავებამ საშუალება მოგვცა მიახლოებული ნიშნულით გაგვესაზღვრა საკვლევი გზაჯვარედინის სამივე შუქნიშანის შემთხვევაში წითელ შუქნიშანზე მდგარი ავტოსატრანსპორტო ნაკადის ინტენსივობა დღეღამის სხვადასხვა მონაკვეთში.

მიღებული შედეგები წარმოვადგინეთ ცხრილი 4-ის სახით, სადაც მოცემულია წითელ შუქნიშანზე მდგარი ავტოსატრანსპორტის ინტენსივობა კატეგორიებად როგორც ერთჯერადად, ასევე 24 სთ-ში და წელიწადში.

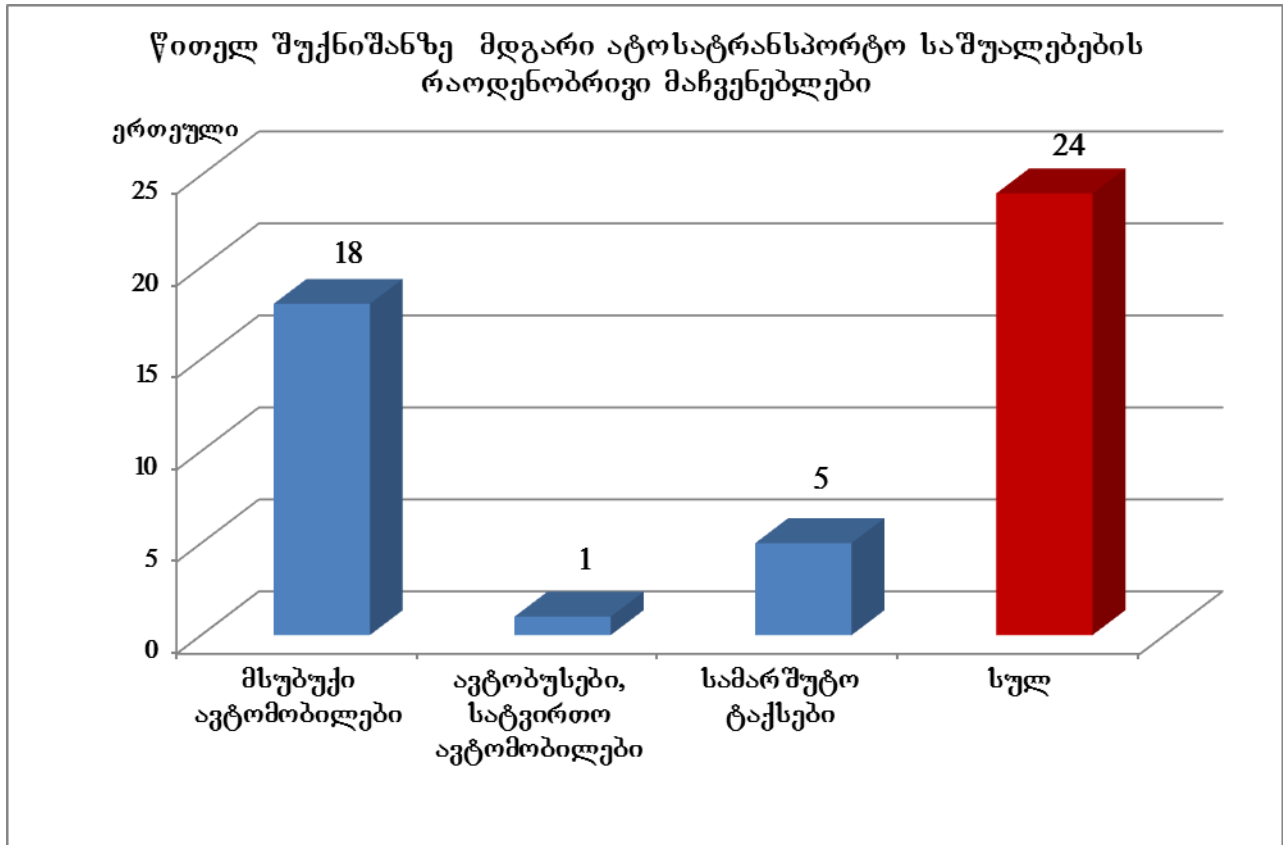
ცხრილი 4. წითელ შუქნიშანზე მდგარი ავტოსატრანსპორტი ნაკადის საშუალო ინტენსივობა საკვლევი გზაჯვარედინისთვის

ტრანსპორტის კატეგორია	მსუბუქი ავტომობილი		ავტობუსი, სატვირთო	სამარშუტო ტაქსი
	ბენზინზე მომუშავე	ბუნებრივი გაზზე მომუშავე	დიზელზე მომუშავე	დიზელზე მომუშავე
ერთჯერადად	10	8	1	5
დღელამეში (15სთ)	10800	8640	1080	5400
წელიწადში	3942000	3153600	394200	1971000

ცხრილი 5. საკვლევი გზაჯვარედინის წითელ შუქნიშანზე მდგარი ავტოსატრანსპორტი ნაკადის საშუალო ინტენსივობა

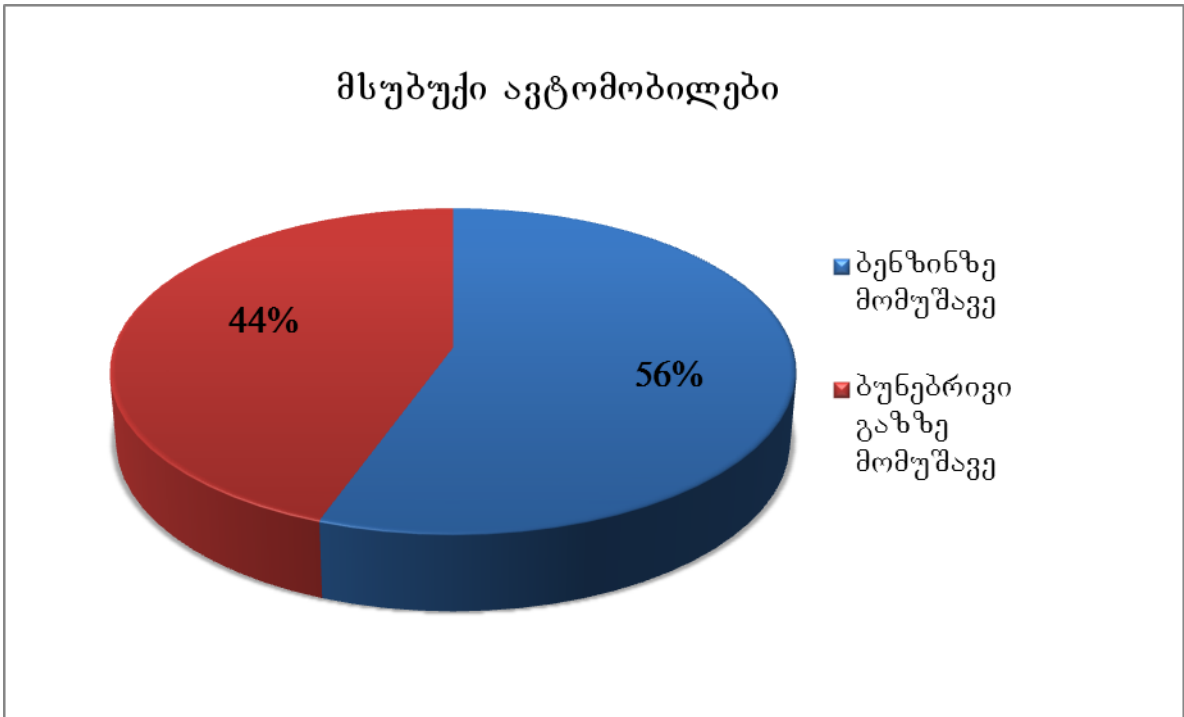
ტრანსპორტის კატეგორია	ერთი შუქნიშნის ჯამური მაჩვენებლები	სამი შუქნიშნის ჯამური მაჩვენებელი
ერთჯერადად	24	72
დღელამეში (15სთ)	25920	77760
წელიწადში	9460800	28382400

ნახაზზე 15. წარმოდგენილია წითელ შუქნიშანზე მდგარი ავტოსატრანსპორტო საშუალებების რაოდენობრივი მაჩვენებლები კატეგორიების მიხედვით.



ნახ. 15. წითელ შუქნიშანზე მდგარი ავტოსატრანსპორტო საშუალებების რაოდენობრივი მაჩვენებლები კატეგორიების მიხედვით.

ცალკე უნდა აღინიშნოს ის ფაქტი, რომ მსუბუქი ავტომობილები მოიხმარენ როგორც ბენზინს, ასევე ბუნებრივ გაზს. ჩვენს შემთხვევაში წითელ შუქნიშანზე მდგარი მსუბუქი ავტომობილების პროცენტული მაჩვენებლები, მოხმარებული საწვავის სახეობის მიხედვით წარმოვადგინეთ ნახაზზე 16.



ნახაზი 16. მსუბუქი ავტომობილების პროცენტული მაჩვენებლები მოხმარებული საწვავის სახეობის მიხედვით

5.2. საკვლევი ბზაჯვარედინის წითელ შუქნიშანზე მდგარი ავტოტრანსპორტის მიერ მოხმარებული საწვავის განსაზღვრა

წითელ შუქნიშანზე მდგარი ანუ ფუჭი მუშაობის პირობებში ავტოსატრანსპორტო საშუალების მიერ მოხმარებული საწვავის განსაზღვრისათვის მოვიძიეთ ინტერნეტ მონაცემები და ასევე ვაწარმოეთ გამოკითხვა მძღოლებში. მონაცემების დამუშავებით გამოვთვალეთ ერთეული ავტოსატრანსპორტო საშუალების მიერ 1 საათში დახარჯული საწვავი, საწვავის სახეობისა და ავტოტრანსპორტის კატეგორიების მიხედვით.

საწვავის რეალური ხარჯის მისაღებად დავითვალეთ დღეღამის განმავლობაში რამდენ საათს შეადგენს წითელ შუქნიშანზე გაჩერებული ტრანსპორტის დროის ხანგრძლივობა. იმის გათვალისწინებით, რომ საკვლევი

შუქნიშნებისათვის წითელი ფერის ხანგრძლივობა შეადგენს I განშტოებაზე 50 წამს, ხოლო II და III განშტოებაზე 70 წამს (ნახ.14) შესაბამისად მივიღეთ, რომ I განშტოების შუქნიშნის წითელზე გაჩერებული ავტოტრანსპორტის დროის ხანგრძლივობა შეადგენს 15 საათს დღელამის განმავლობაში. ხოლო II და III განშტოების შუქნიშნისათვის დროის ხანგრძლივობამ შეადგინა 19.30 საათი. ცხრილში 6, 7. წარმოდგენილია წითელ შუქნიშანზე დგომის ანუ ფუჭი მუშაობისას საწვავის ხაჯრის მონაცემები: საათში, დღელამეში დაწელიწადში. საწვავის ხარჯის მონაცემები დათვლილია როგორც 50, ასევე 70 წამიანი წითელი შუქნიშნისათვის საწვავის სახეობის გათვალისწინებით.

ცხრილი 6. 50წმ-იანი წითელ შუქნიშანზე მდგარი (ფუჭი მუშაობისას) ერთეული სატრანსპორტო საშუალების მიერ მოხმარებული საწვავი

ტრანსპორტის კატეგორია	მსუბუქი ავტომობილი		ავტობუსი, სატვირთო	სამარშუტო ტაქსი
	ბენზინი (ლ)	ბუნებრივი გაზი (მ ³)	დიზელი (ლ)	დიზელი (ლ)
საათში	0.6	1.5	0.4	0.3
დღელამეში (15სთ)	9.0	22.5	6.0	4.5
წელიწადში	3285 *(3.3)	8212.5	2190 (2.2)	1642.5 (1.6)

*ფრჩხილებში მოცემულია საწვავის მოხმარება ტონებში

ცხრილი 7. 70წმ-იანი წითელ შუქნიშანზე მდგარი (ფუჭი მუშაობისას) ერთეული სატრანსპორტო საშუალების მიერ მოხმარებული საწვავი

ტრანსპორტის კატეგორია	მსუბუქი ავტომობილი		ავტობუსი, სატვირთო	სამარშუტო ტაქსი
	ბენზინი (ლ)	ბუნებრივი გაზი (მ ³)	დიზელი (ლ)	დიზელი (ლ)
საათში	0.6	1.5	0.4	0.3
დღელამეში (19.5სთ)	11.7	29.2	7.8	5.8
წელიწადში	4270.5 * (4.3ტ)	10676.0	2847.0 (2.8ტ)	2135.2 (2.1ტ)

*ფრჩხილებში მოცემულია საწვავის მოხმარება ტონებში

ავტოსატრანსპორტო ნაკადის ინტენსივობის მონაცემებზე დაყრდნობით განვსაზღვრეთ ფუჭი მუშაობის დროს დახარჯული საწვავის წლის ჯამური რაოდენობა და წარმოვადგინეთ მიღებული შედეგები ცხრილში 8, სადაც მოცემულია საწვავის ხარჯი საწვავის სახეობის გათვალისწინებით ავტოსატრანსპორტის შემდეგი კატეგორიებისთვის: მსუბუქი ავტომობილები, ავტობუსები და სათვიროთო ავტომობილები, სამარშუტო ტაქსები. ცხრილში მიღებული შედეგები წარმოდგენილია განშტოების მიხედვით.

ცხრილი 8. წითელ შუქნიშანზე მდგარი სატრანსპორტო საშუალების მიერ მოხმარებული საწვავის წლის ჯამური მაჩვენებლები

ტრანსპორტის კატეგორია	მსუბუქი ავტომობილი		ავტობუსი, სატვირთო	სამარშუტო ტაქსი
	ბენზინი (ტონა)	ბუნებრივი გაზი (მ ³)	დიზელი (ტონა)	დიზელი (ტონა)
I განშტოება, 50წმ-იანი წითელი შუქნიშნი				
ერთეული	3.3	8212.5	2.2	1.6
ჯამური	13008600	24636000	867240	3153600
II განშტოება, 70წმ-იანი წითელი შუქნიშნი				
ერთეული	4.3	10676	2.8	2.1
ჯამური	16950600	32028000	1103760	4139100
III განშტოება, 70წმ-იანი წითელი შუქნიშნი				
ერთეული	4.3	10676	2.8	2.1
ჯამური	16950600	32028000	1103760	4139100

ხოლო, წლის ჯამური მაჩვენებლები სამივე შუქნიშნისათვის მოცემულია ცხრილში 9.

ცხრილი 9. წითელ შუქნიშანზე მდგარი სატრანსპორტო საშუალების მიერ მოხმარებული საწვავის ჯამური მაჩვენებლები (სამივე შუქნიშნისთვის)

ტრანსპორტის კატეგორია	მსუბუქი ავტომობილი		ავტობუსი, სატვირთო	სამარშუტო ტაქსი
	ბენზინი (ტონა)	ბუნებრივი გაზი (მ ³)	დიზელი (ტონა)	დიზელი (ტონა)
ჯამური	29959200	566640000	1971000	7292700

თაზი 6.

**შუქნიშნის ბაჟმეგის შედეგად სათბურის გაზების ემისიის შემცირების
ბანსაზღვრა**

ავოსატრანსპორტო ნაკადის და მოხმარებული საწვავის მონაცემების საშუალებით საკვლევი გზაჯვარედინისათვის შეფასდა ძირითადი სათბურის გაზების, CO₂-ის, N₂O-ს და CH₄-ის ემისიების წლის საშუალო მაჩვენებლები შესაბამისი ხვედრითი კოეფიციენტების [7,8] გამოყენებით. მიღებული შედეგები წარმოვადგინეთ ხცრილში 10.

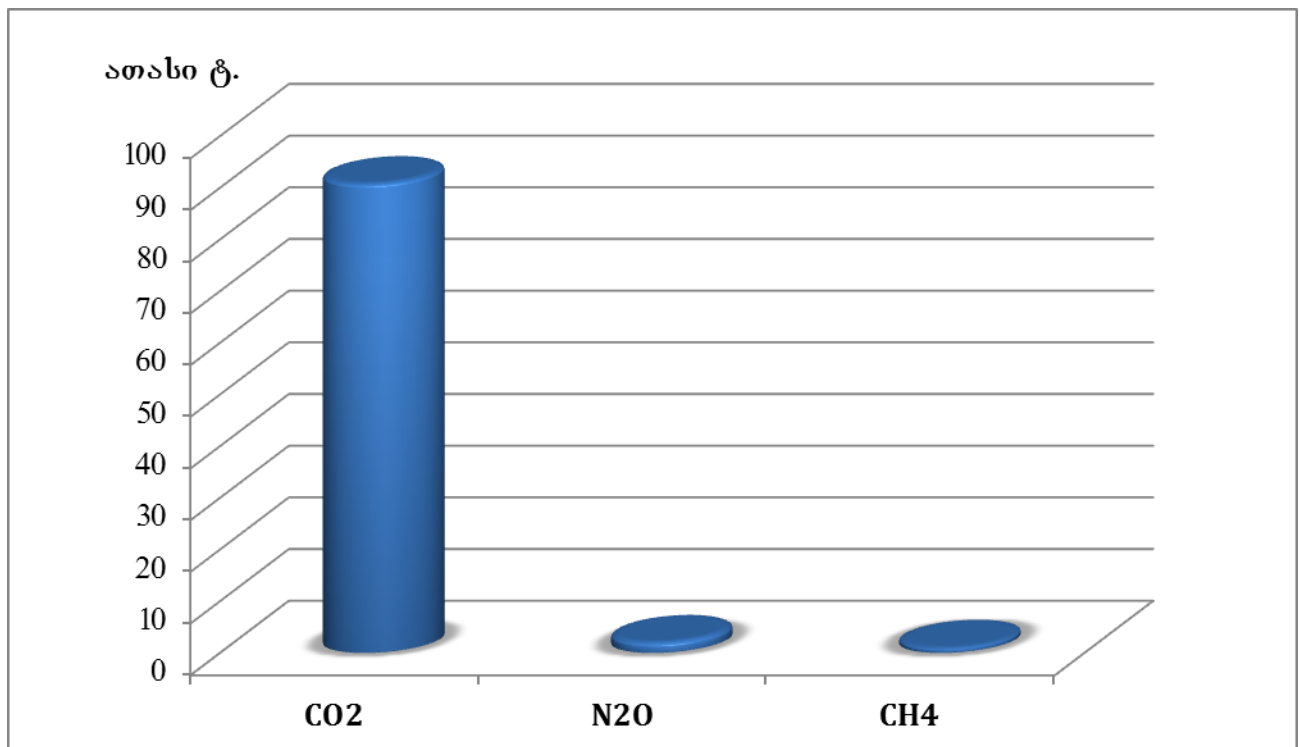
ცხრილი 10. ძირითადი სათბურის გაზების, CO₂-ის, N₂O-ს და CH₄-ის ემისიების წლის საშუალო მაჩვენებლები მოხმარებული საწვავის მიხედვით

ტრანსპორტის კატეგორია		მსუბუქი ავტომობილი		ავტობუსი, სატვირთო	სამარშუტო ტაქსი
		ბენზინი (ტონა)	ბუნებრივი გაზი (მ ³)	დიზელი (ტონა)	დიზელი (ტონა)
ემისია ათასი ტ.	CO ₂	66.0	1.04	4.964	18.8
	N ₂ O	1.5	0.001	0.114	0.4
	CH ₄	0.03	0.945	0.0003	0.001

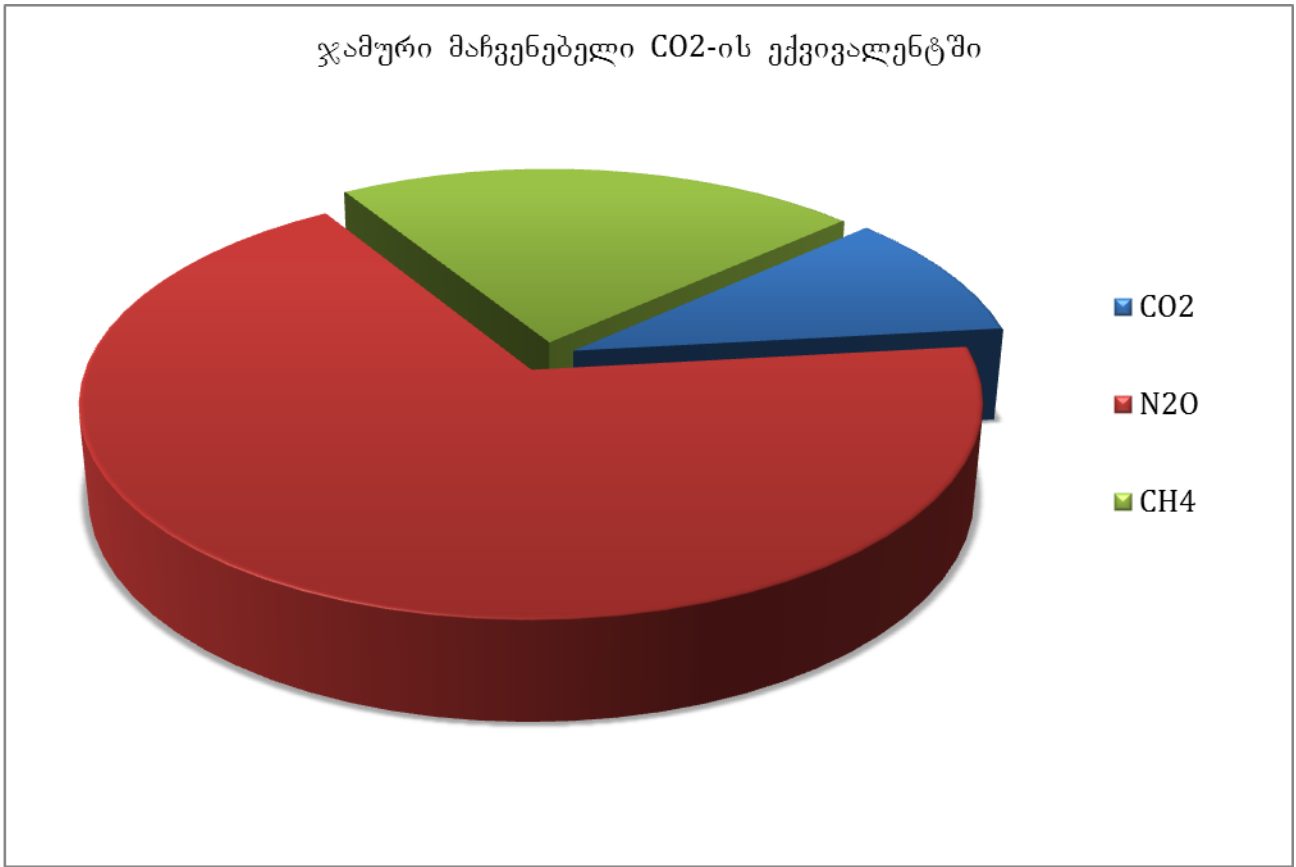
ცხრილში 11 მოცემულია ემიტირებული სათბურის გაზების წლის ჯამური მაჩვენებლები თითოეული სათბურის გაზისათვის: CO₂, N₂O და CH₄. საბოლოო შედეგები მოცემულია ნახაზზე 17, ხოლო როგორც მიღებული პრაქტიკა საკვლევი სათბურის გაზები გადავიყვანეთ CO₂-ის ექვივალენტში და წარმოვადგინეთ ნახაზზე 18.

ცხრილი 11. სათბურის გაზის ემისიის წლის ჯამური მაჩვენებლისაკვლევი
გზაჯვარედინისათვის, ათასი ტ.

სათბურის გაზის ემისია, ათასი ტ.	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
ჯამური მაჩვენებელი	90.8	2.015	0.976
ჯამური მაჩვენებელი CO ₂ -ის ექვივალენტში	90.8	624.65	20.496
ჯამი CO ₂ -ის ექვივალენტში	735.946		



ნახ. 17. სათბურის გაზის ემისიის წლის ჯამური მაჩვენებელი საკვლევი
გზაჯვარედინისათვის, ათასი ტ.



ნახ. 18. საკვლევი გზაჯვარედინიდან ემიტირებული სათბურის გაზები წლის ჯამური მჩვენებლები CO₂-ის ექვივალენტში, ათასი ტ.

დასკვნები

ქობილისში მარშალ გელოვანის გამზირის, დავით აღმასენებლის ხეივნის და გიორგი რობაქიძის გამზირის დამაკავშირებელ გზაჯვარედინზე ჩატარდა კვლევა ახალი გზაგამტარის და გაუქმებული შუქნიშნის ეკოლოგიური ეფექტურობის შესაფასებლად.

ჩატარებული კვლევები და შესაბამისი შედეგები შესაძლებელს ხდის დავასკვნათ, რომ:

- ✓ ქობილისში მარშალ გელოვანის გამზირის, დავით აღმასენებლის ხეივნის და გიორგი რობაქიძის გამზირის დამაკავშირებელ გზაჯვარედინზე გზის რეკონსტრუქცია, კერძოდ გზაგამტარი გვირაბის მშენებლობა წარმოადგენს ქმედით ნაბიჯს საავტომობილო გზების განტვირთვის ღონისძიებების კუთხით;
- ✓ კვლევით მიღებული შედეგები მიგვანიშნებს ავტოტრანსპორტიდან ემიტირებულ სათბურის გაზების მაღალ მაჩვენებელზე, რაც ამართლებს რეკონსტრუქციის ეფექტურობას.
- ✓ შეიძლება ითქვას, რომ საკვლევ გზაჯვარედინზე გაუქმებული შუქნიშნების შედეგად შემცირებული სათბურის გაზების რაოდენობრივი მაჩვენებლები წარმოადგენს მცირე წვლილს „მერების შეთხმების“ დოკუმენტით ნაკისრ ვალდებულებათა შესრულებაში;
- ✓ მივიჩნევთ, რომ დედაქალაქში, სადაც ტრანსპორტის წილი სათბურის გაზების ემისიაში 40%-ით განისაზღვრება საავტომობილო გზების მსგავსი რეკონსტრუქცია არის ქმედითი ღონისძიება სათბურის გაზების შემცირების კუთხით.
- ✓ მიღებული შედეგები საშუალებას იძლევა დამაჯერებლად ვთქვათ, რომ საკვლევ გზაჯვარედინზე გზაგამტარის მშენებლობა წარმოადგენს ეკოლოგიური ეფექტურობის მქონე მნიშვნელოვან ღონისძიებას ავტოტრანსპორტიდან ემიტირებული სათბურის გაზების შემცირების კუთხით.

ლიტერატურა

1. ბერიტაშვილი ბ., შვანგირაძე მ. სათბურის გაზების შემცირების პოტენციალი საქართველოს მრეწველობისა და ენერჯეტიკის სფეროში. იდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, 2002, №108, გვ.209-221.
2. თანამედროვე ენერგოეფექტური ტექნოლოგიებისა და განათების ინიციატივა. თბილისის ენერჯეტიკის მდგრადი განვითარების სამოქმედო გეგმა. თბილისი, 2011.
3. მჭედლიშვილი კ., ბურდულაძე ა., გელაშვილი ო., არჩვაძე გ. საავტომობილო გაზები. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი 2009.
4. სათბურის გაზების ეროვნული ინვენტარიზაცია. გაეროს განვითარების პროგრამა/გლობალური გარემოს დაცვის ფონდი. თბილისი, 2008. გვ.3-35.
5. სათბურის გაზების ეროვნული ინვენტარიზაცია. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების ჩარჩო-კონვენციისთვის, თბილისი, 2009.
6. შვანგირაძე მ. კლიმატის ცვლილების კონვენცია და კიოტოს პროტოკოლი საქართველოს ეკონომიკის მდგრადი განვითარების ერთ-ერთი ინსტრუმენტი. UNEP, GFSIS, MEPRS of Georgia, თბილისი, 2006.
7. Faiz A, Weaver C.S., M.P. Walsh M.P. Air Pollution from Motor Vehicles. The World Bank, Washington, D.C. IBRD, 1996
8. Greenhouse Gas Inventory Reporting Instruction. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 1996. pp.1.72-1.75.
9. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>
10. www.tbilisi.gov.ge
11. <http://www.unfccc.int>