

თხევად საწვავზე მომუშავე ავტოტრანსპორტის ბუნებრივ აირზე გადაყვანა, როგორც ატმოსფეროს დაბინძურების შემცირების ხელშემწყობი მნიშვნელოვანი ღონისძიება

ეცტიხი მაჭავარიანი

ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატი, პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ev.machavariani@gtu.ge

ივანე ბეროშვილი

ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატი, თბოინჟინერიის სამეცნიერო-სასწავლო-საინჟინრო ცენტრის ხელმძღვანელი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
berosh@mail.ru

ჯუმბერ იოსებიძე

ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, საავტომობილო ტრანსპორტისა და ლოჯისტიკის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
iosebidge38@mail.ru

აბსტრაქტი

მოხსენებაში დასაბუთებულია საავტომობილო ტრანსპორტის უპირატესი წვლილი, როგორც ზოგადად დედამიწის, ისე კონკრეტულად საქართველოს, ატმოსფერული ჰაერის მავნე გამონაბოლქვებით დაბინძურებაში. ნათქვამია, რომ ამ მდგომარეობის გამოსწორების ერთერთ საშუალებად, მსოფლიოს მრავალ განვითარებულ ქვეყანაში, თხევადი საავტომობილო საწვავის ბუნებრივი აირით ჩანაცვლება არის მიჩნეული. ეს კარგად ჩანს ამ ქვეყნების მთავრობების მიერ გამოცემულ იმ საკანონმდებლო აქტებისა და დადგენილებების სიმრავლეში, რომლებიც ახდენენ ავტოტრანსპორტის მფლობელების და შესაბამისი ინფრასტრუქტურის მეპატრონეთა წახალისებას ბუნებრივი აირით მოძრავი ავტოტრანსპორტის რაოდენობის გაზრდის მიზნით.

მოყვანილია თხევადი და აირადი საწვავის ურთიერთშედარება მავნე გამონაბოლქვების რაოდენობის თვალსაზრისით და გადმოცემულია ის კონკრეტული პირობები, რომელთა გათვალისწინებაც აუცილებელია თხევად საწვავზე მომუშავე ავტომობილების ბუნებრივ აირზე გადაყვანის პროცესში. წარმოდგენილია ავტოტრანსპორტის თხევადი საწვავიდან ბუნებრივ აირზე გადაყვანის როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი მხარეები.

მოხსენების დასკვნით ნაწილში გამოთქმულია იმედი, რომ წარმოდგენილი მასალის გაცნობა ხელს შეუწყობს როგორც ავტოსატრანსპორტო საშუალებების მფლობელების, ასევე ხელმძღვანელ თანამდებობებზე მომუშავე პირების მიერ, ავტოტრანსპორტზე თხევადი საწვავის ბუნებრივი აირით ჩანაცვლების სიკეთის აუცილებლობაში დარწმუნებას და შესაბამისი ღონისძიებების გატარება კი ხელს შეუწყობს საქართველოში მდგრადი განვითარების პროცესის გააქტიურებას.

საკვანძო სიტყვები: ავტოტრანსპორტი, ბენზინი, ბუნებრივი აირი.

JEL: Q52; Q42; R41

DOI: 10.52244/c2025.40

შესავალი.

ცნობილია რომ 2024 წლის სტატისტიკური მონაცემებით, საქართველოში, მილიონ შვიდასი ათასზე მეტი (1 701 776) ავტომობილია რეგისტრირებული. რეგიონების მიხედვით ყველაზე მეტი ავტომობილი თბილისშია, მეორე ადგილს იკავებს ქვემო ქართლი და მესამე პოზიციაზე კი კახეთია. საწვავის მიხედვით, საქართველოში რეგისტრირებული ავტომობილებიდან ბენზინზე მუშაობს 701 129 ავტომობილი, ხოლო დიზელის საწვავზე 335 768 ანუ ავტომობილების ნახევარზე გაცილებით მეტი (1 036 897) თხევად საწვავზე მუშაობს [1]. ამასთანავე ფაქტია, რომ ავტომობილების უმეტესობა, კერძოდ 85 %-ზე მეტი, 10 წელზე მეტი ასაკისაა [1].

ფრიად საყურადღებოა, რომ ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის ცნობით, მსოფლიოში ათიდან ცხრა ადამიანი დაბინძურებულ ჰაერს ისუნთქავს, რაც ყოველწლიურად საშუალოდ 7 მილიონი ადამიანის გარდაცვალებას იწვევს. სამწუხაროდ ცნობილია, რომ ჰაერის დაბინძურება საქართველოში ყოველწლიურად ათასობით ადამიანის გარდაცვალების მიზეზია. კერძოდ, მხოლოდ 2016 წელს, ჰაერის დაბინძურებამ საქართველოში 6845 სიკვდილის შემთხვევა განაპირობა [2].

გარდა აღნიშნულისა, 2020 წლის მსოფლიო მონაცემების თანახმად [3], მსოფლიოს 106 ქვეყანას შორის საქართველოს 37-ე პოზიცია უკავია ატმოსფეროს დამაბინძურებელ ქვეყნებს შორის, რაც რასაკვირველია, დიდი გამოწვევების წინაშე აყენებს როგორც საქართველოს მთავრობას, ისევე ქვეყნის ყველა მოქალაქეს. ამასთან აღსანიშნავია, რომ ამ საუკუნის დასაწყისში ქ. თბილისი უკვე იყო მიჩნეული ევროპაში ეკოლოგიურად ერთ-ერთ ყველაზე დაბინძურებულ ქალაქად.

თუ გავითვალისწინებთ აგრეთვე იმ გარემოებას, რომ საქართველო ჯერჯერობით არ გამოირჩევა ფაბრიკა-ქარხნების სიმრავლით, საკამათო არ უნდა იყოს ის მოსაზრება, რომ საქართველოში ატმოსფერული ჰაერის ერთერთ ყველაზე დამაბინძურებელ წყაროს ავტოტრანსპორტი წარმოადგენს [4,9,10].

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, წინამდებარე მოხსენება ეძღვნება საქართველოს ავტოტრანსპორტის მანევ გამონაბოლქვი აირებით ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების შემცირების ერთერთი მნიშვნელოვანი ღონისძიების, კერძოდ ავტომობილების თხევადი საწვავიდან ბუნებრივ აირზე გადაყვანის მიზანშეწონილობის დასაბუთებას.

1. თხევადი საწვავისა და ბუნებრივი აირის ურთიერთშედარება მათ მიერ სიმძლავრის განვითარების პოტენციალის მიხედვით.

რამდენადაც საწვავების წვის შედეგად განვითარებული სიმძლავრის სიდიდეს განაპირობებს მათი თბოუნარიანობა, პირველ რიგში განვახორციელებთ ბუნებრივი აირის და თხევადი საწვავის, კერძოდ ბენზინის ერთმანეთთან შედარება თბოუნარიანობის მიხედვით.

ცნობილია, რომ ერთი კილოგრამი ბენზინის სრული დაწვის შედეგად მიღებული სითბოს რაოდენობა $44 \div 46$ მეგაჯოულს უტოლდება, ხოლო დიზელის საწვავისათვის ეს სიდიდე $42 \div 46$ მეგაჯოულია და ბუნებრივი აირისათვის კი $42 \div 55$ მეგაჯოული [5]. მაშასადამე ცხადია, რომ ბუნებრივი აირის თბოუნარიანობა არა თუ ნაკლებია თხევადი საწვავის თბოუნარიანობაზე,

არამედ მოპოვების საბადას მიხედვით, ზოგიერთ შემთხვევაში, მეტი თბოუნარიანობითაც კი ხასიათდება.

მიუხედავად ამისა ცნობილია რომ თხევად საწვავზე მომუშავე ავტომობილის ბუნებრივ აირზე გადაყვანა გავლენას ახდენს ძრავის სიმძლავრეზე და მბრუნავ მომენტზე. თხევად საწვავზე მომუშავე ავტომობილის ძრავის ბუნებრივ აირზე გადაყვანის შემდეგ ძრავის სიმძლავრე, როგორც წესი, 10÷15 პროცენტით კლებულობს [6]. სიმძლავრის შემცირება ხდება რამოდენიმე ობიექტური მიზეზით, რომელთა გათვალისწინება აუცილებელია და რომლებიც ქვემოთაა წარმოდგენილი.

ა). მოცულობითი ენერგოტევალობა. ცხადია, რომ ბუნებრივი აირი შეიცავს ნაკლებ ენერგიას მოცულობის ერთეულში ვიდრე თხევადი საწვავი. ეს, რა თქმა უნდა, იწვევს თხევად საწვავზე დაპროექტებული ძრავის სიმძლავრის შემცირებას.

მაგრამ თუ ძრავი აირად საწვავზეა დაპროექტებული და გათვალისწინებულია, რომ ბუნებრივი აირის ოქტანური რიცხვი გაცილებით მაღალია (ჩვეულებრივად 120-ია), ვიდრე თხევადი საწვავისა (უკეთეს შემთხვევაში 100), მაშინ ამ ძრავში გათვალისწინებულია მაღალი კუმშვის ხარისხი, რაც ამაღლებს ძრავის მარგი ქნედების კოეფიციენტს და მასასადაც სიმძლავრეს.

ბ). საწვავისა და ჰაერის ნარევის მომზადების წესი. ბუნებრივ აირზე გადაყვანისას, ჰაერისა და ბუნებრივი აირის ნარევის მომზადების სისტემის დარეგულირებისას თუ გათვალისწინებული არ არის ის გარემოება რომ ორივე კომპონენტი აირადია, ძრავას სიმძლავრე შემცირდება. ეს საკითხი შესწავლილია ჯერ კიდევ 2009 წელს ლიტერატურა [7]-ში მითითებულ ნაშრომში, რომლის შედეგების გათვალისწინებით შესაძლებელია აღნიშნული მიზეზის კომპენსირება ავტომობილის ბუნებრივ აირზე გადაყვანისას. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ასევე აუცილებელია აგრეთვე ანთების, წინსწრების მომენტის შესაბამისად დარეგულირება, რათა მიღწეული იქნას წვის მაქსიმალური ეფექტიანობა და სიმძლავრე.

გ). ძრავის თხევადი საწვავიდან აირადზე გადამყვანი მოწყობილობის ხარისხი და ძრავის კონსტრუქციასთან, თხევად საწვავზე მომუშავე საავტომობილო ძრავის ბუნებრივ აირზე გადასაყვანი მოწყობილობის კომპლექტის შექმნისას გათვალისწინებული უნდა იყოს შესაბამისობა ძრავის კონსტრუქციასთან და შერჩეული უნდა იქნას საწვავის (ბუნებრივი აირის) მიმწოდებელი ისეთი მაღალი ხარისხის კომპლექტი, რომელიც მაქსიმალურად იქნება შეთანწყობადი მოცემულ ძრავთან. ეს ღონისძიება მნიშვნელოვნად ამცირებს სიმძლავრის დანაკარგს. სიმძლავრის დანაკარგების შემცირებას ადგილი ექნება აგრეთვე ძრავში უფრო მაღალი კუმშვის ხარისხის რეალიზების შემთხვევაში, ბუნებრივი აირის მაღალი ოქტანური რიცხვის გამო, რაც განაპირობებს ენერჯის დანაკარგის მნიშვნელოვნად შემცირებას.

ამგვარად, სათანადოდ შერჩეული და დამონტაჟებული აირზე გადასაყვანი მაღალი ხარისხის კომპლექტის გამოყენება აუცილებელია სიმძლავრის დანაკარგის მაქსიმალურად შესამცირებლად. ცნობილია, რომ ზოგიერთი ძრავი, ბუნებრივ აირზე გადაყვანის შემდეგ, მბრუნავი მომენტის გაუმჯობესებულ მახასიათებლებს იძლევა ბრუნვის სიხშირის განსაზღვრულ დიაპაზონებში.

2. თხევადი საწვავისა და ბუნებრივი აირის ურთიერთშედარება ჰაერის დაბინძურების თვალსაზრისით.

საყოველთაოდ ცნობილია, რომ თხევადი საწვავების შემადგენლობაში შედის ძირითადად, ისეთ ჯგუფების ნახშირწყალბადები, რომელთა ქიმიური ფორმულებია (C_nH_{2n}) , (C_nH_{2n-2}) , (C_nH_{2n-4}) , (C_nH_{2n-6}) . აქედან პირველი ჯგუფის ნახშირწყალბადები C_nH_{2n} გამოირჩევიან წყალბადის მაქსიმალური შემცველობით [8] კერძოდ, ბენზინის შემადგენლობაში, სხვადასხვა რაოდენობით

შედიან ისეთი ნახშირწყალბადები, როგორცაა ჰეპტანი (C₇H₁₆), ოქტანი (C₈H₁₈), ნონანი (C₉H₂₀), დეკანი (C₁₀H₂₂) და უნდეკანი (C₁₁H₂₄). ამ ნახშირწყალბადებში, ნახშირბადის ერთ ატომზე მოდის 2,222 წყალბადის ატომი. ბუნებრივ აირში (CH₄) კი ნახშირბადის ერთ ატომზე წყალბადის ოთხი ატომი მოდის. შესაბამისად, შეიძლება ითქვას, რომ აღნიშნული საწვავების თანაბარ პირობებში დაწვისას ბუნებრივი აირის შემთხვევაში რამდენჯერმე ნაკლები ნახშირორჟანგი (CO₂) გამოიყოფა, ვიდრე ბენზინის დაწვის შედეგად.

გარდა აღნიშნულისა, ცნობილია, რომ ძრავის ცილინდრში ბუნებრივი აირისა და ჰაერის შერევის შედეგად მიღებული საწვავი ნარევი უფრო მაღალხარისხოვანია, ვიდრე თხევადი საწვავისა და ჰაერის ნარევი, რაც უზრუნველყოფს ნახშირბადის შედარებით სრულ წვას და, აქედან გამომდინარე, ბუნებრივი აირის შემთხვევაში გამონაბოლქვ აირებში გაცილებით ნაკლები ნახშირორჟანგის (მზუთავი აირის - CO) შემცველობას [4]. მკვეთრად მცირდება აგრეთვე ატმოსფეროში აზოტის ჟანგეულებისა და მჟვარტლის გაფრქვევა [16].

3. ავტოტრანსპორტი როგორც ატმოსფერული ჰაერის ძირითადი დამაბინძურებელი საქართველოში.

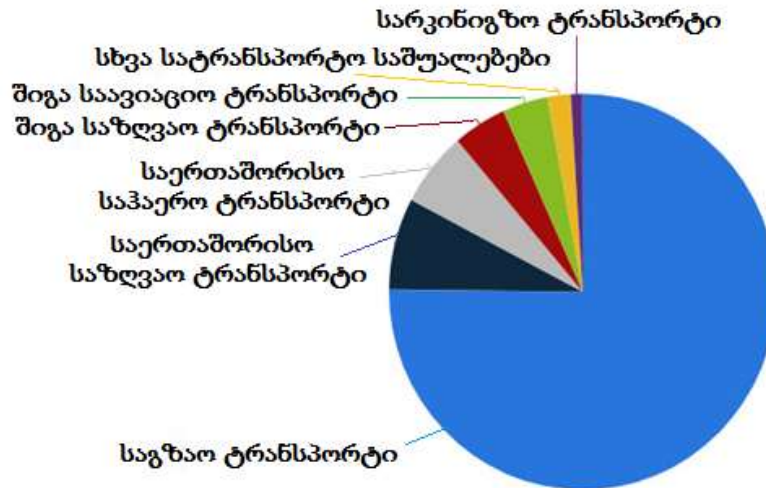
ა) უნდა აღინიშნოს, რომ ავტომობილების შიგაწვის ძრავების მიერ მსოფლიო მასშტაბით გამომუშავებული ენერჯია 5-ჯერ და მეტად აღემატება ყველა სხვა სახის გამომუშავებულ ენერჯიათა ჯამს, რის გამოც ავტოტრანსპორტი მიჩნეულია გარემოს მთავარ დამაბინძურებლად. ეს კარგად ჩანს ქვემოთ ნაჩვენებ ცხრილიდან, რომელშიც მოტანილია მონაცემები მსოფლიოს დიდი ქალაქების ატმოსფეროს დაბინძურებაში ავტოტრანსპორტის წილის შესახებ [9].

ქალაქი	ავტოტრანსპორტის წილი მავნე გამონაბოლქვებში, %		
	ნახშირორჟანგი	ნახშირწყალბადები	აზოტის ჟანგეულები
ლოს-ანჯელესი	98	66	72
მადრიდი	95	90	35
ნიუ-იორკი	97	63	31
სტოკჰოლმი	99	93	53
ტოკიო	99	95	33
ტორონტო	98	69	19
სანკტ-პეტერბურგი	88	79	32

მოცემული ცხრილისა [9] და სურათის (სურ. 1) მონაცემების [10] ანალიზის შედეგად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ საქართველოსთან მიმართებაში სწორედ ავტოტრანსპორტი წარმოადგენს ატმოსფერული ჰაერის ყველაზე დიდ დამაბინძურებელს, რადგან საქართველო არ გამოირჩევა განვითარებული მრეწველობით, ანუ ფაბრიკა-ქარხნების რაოდენობით.

ყოველივე ზემოთქმული ადასტურებს იმ მოსაზრებას, რომ ავტოტრანსპორტის ბუნებრივ აირზე გადაყვანა ჰაერის დაბინძურების შემცირების ერთერთ მნიშვნელოვან ღონისძიებას წარმოადგენს.

ქვემოთ მოტანილია ცნობები, თუ რა ღონისძიებებს ატარებენ ამ მიმართულებით საზღვარგარეთის მოწინავე ქვეყნების მთავრობები.



სურ. 1. სხვადასხვა სახეობის ტრანსპორტის მიერ ჰაერის დაბინძურებაში შეტანილი წილი [10].

4. სხვადასხვა ქვეყნების მთავრობების მიერ განხორციელებული ღონისძიებები ავტოტრანსპორტის ბუნებრივ აირზე გადაყვანის პროცესის ხელშეწყობის მიზნით.

ინტერნეტში ადვილად იძებნება ინფორმაცია სხვადასხვა სახელმწიფოების მიერ მიღებული სამთავრობო დადგენილებების და სხვა ნორმატიული აქტების შესახებ, რომლებიც მიღებული აქვთ თხევად საწვავზე მომუშავე საგზაო ტრანსპორტის ბუნებრივ აირზე გადაყვანის წასახალისებლად [11,12]. ეს წამახალისებელი ღონისძიებები ერთის მხრივ ტარდება იმ მიზნით, რომ გაფართოვდეს ბუნებრივი აირით გასამართი საკომპრესორო სადგურების ქსელი და მეორეს მხრივ თვით ავტომფლობელების დასაინტერესებლად [13].

კერძოდ, დიდ ბრიტანეთში, ევროკავშირის ქვეყნებში, კანადაში, აშშ-ი, ჩილეში, ბრაზილიაში, პაკისტანში, ინდოეთში, ჩინეთში, იაპონიაში, სამხრეთ კორეაში, ავსტრალიაში და სხვ. მთავრობა გამოყოფს სხვადასხვა გრანტებსა და დოტაციებს, რათა წახალისოს როგორც ავტოგაზგასამართი სადგურების მშენებლობა, ასევე ავტომფლობელთა მიერ თხევად საწვავზე მომუშავე ავტომობილების ბუნებრივ აირზე გადაყვანა. წამახალისებელ ღონისძიებებში შედის გაზგასამართი სადგურების გათავისუფლება სხვადასხვა გადასახადებისაგან. მაგალითად, იაპონიაში ავტოგაზგასამართი სადგური ხშირ შემთხვევაში გათავისუფლებულია(!) მიწის გადასახადისაგან, ხოლო აშშ-ში შემცირებულია ქონების გადასახადი როგორც ავტოგაზგასამართ სადგურებზე, ასევე ბუნებრივ აირზე მოძრავ ავტოსტრანსპორტზე. კანადის მთავრობის მიერ გაუქმებულია საგზაო გადასახადი ბუნებრივი აირით მოძრავი ავტომობილების მფლობელებისათვის [14].

ზოგიერთ ქვეყანაში (დიდი ბრიტანეთი, იტალია, ჩილე, ჩინეთი) ბუნებრივ აირზე მოძრავ ავტომობილებზე არ ვრცელდება ბუნებადაცვით ზონებში ავტომობილების შესვლის აკრძალვა. ხოლო რამოდენიმე ქვეყანაში (საფრანგეთი, იტალია, ირანი) კი ისეთ საწარმოებს, რომლებიც ავტოტრანსპორტის საწვავად ბუნებრივ აირს იყენებენ, მუნიციპალური შეკვეთების მიღების პრიორიტეტული უფლება აქვთ მინიჭებული.

5. ავტოგაზფიკაციის დადებითი მხარეები.

თხევად საწვავზე მომუშავე ავტოტრანსპორტის ბუნებრივ აირზე გადაყვანას თან ახლავს როგორც ეკონომიკური, ასევე ეკოლოგიური დადებითი შედეგები. საწვავის ფასებიდან გამომდინარე, ბუნებრივი აირის გამოყენებით მოძრაობა შედარებით იაფი უჯდება ისეთი ტრანსპორტის მფლობელებს, რომელთა სატრანსპორტო საშუალებები ბევრს მოძრაობენ ავტოგაზგასამართი სადგურებით უზრუნველყოფილ ტრასებზე. სწორედ ამიტომ, ისეთ ქალაქებში სადაც სამგზავრო ავტობუსების დიდი რაოდენობა მუშაობს, ცდილობენ ავტობუსების პარკი მთლიანად ბუნებრივ აირზე მოძრავი ავტომობილებით შეავსონ. მაგალითად, ლოს ანჯელესის სამგზავრო ავტობუსების პარკის 95 % ბუნებრივ აირზე მუშაობს, რის გამოც, მნიშვნელოვნად შემცირდა ქალაქის ჰაერის დაბინძურება [15].

განსაკუთრებით ხელსაყრელია კომერციული ტრანსპორტის (ტაქსები და სხვა) ბუნებრივ აირზე გადაყვანა. ცნობილია, რომ ასეთ შემთხვევაში უსაფრთხოებისა და საიმედოობის სერიოზულმა ტემბასთან ერთად, ექსპლუატაციის პროცესში გაწეული ფულადი ხარჯები 40 %-ით მცირდება [17]. ასევე უნდა ითქვას, რომ მრავალწლიანი დაკვირვებით დაგროვილი ინფორმაციის ანალიზზე დაფუძნებული კვლევების [18-20] შედეგები ნათლად ადასტურებენ, რომ ყველაზე უსაფრთხო საავტომობილო საწვავს სწორედ ბუნებრივი აირი წარმოადგენს. საყურადღებოა, რომ 2013 წელს ჟენევაში ჩატარებული კონფერენციის მასალებში მოდიებული ინფორმაციის თანახმად სახიფათო ტვირთების გადამტანი სატრანსპორტო საშუალებების საწვავად სწორედ ბუნებრივ აირის გამოყენებაა რეკომენდირებული [20].

6. დასკვნა.

ყოველივე ზემოთქმულის საფუძველზე შეგვიძლია გავაკეთოთ შემდეგი ძირითადი დასკვნები:

1. ავტოსატრანსპორტო საშუალებებში თხევადი საწვავის ჩანაცვლება ბუნებრივი აირით მნიშვნელოვნად ამცირებს ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებას გამონაბოლქვი ნახშირორჟანგით, ნახშირჟანგით და სხვა მავნე, აქროლადი ნახშირწყალბადებით, ხოლო რაც შეეხება ისეთ კანცეროგენული დამაბინძურებელის გამოფრქვევას, როგორც არის ტყვიის ნაერთები, საწვავად ბუნებრივი აირის გამოყენების შემთხვევაში ის სავსებით გამორიცხულია.
2. თხევადი საწვავის ნაცვლად ბუნებრივი აირის გამოყენება ავტოსატრანსპორტო საშუალებების მფლობელებისათვის მნიშვნელოვანი ეკონომიკური სარგებლიანობის მომტანია, როგორც უშუალოდ ექსპლუატაციის პროცესში, ასევე ავტომობილების ექსპლუატაციის გახანგრძლივების თვალსაზრისით.
3. საზღვარგარეთის მრავალი ქვეყნის მთავრობას მიღებული აქვს ისეთი საკანონმდებლო აქტები, რომლებიც მნიშვნელოვნად უწყობენ ხელს სატრანსპორტო საშუალებების მფლობელებს თხევადი საწვავის ბუნებრივი აირით ჩანაცვლებაში.

იმედი გვაქვს, რომ წინამდებარე მოხსენებაში წარმოდგენილი მასალების გაცნობიერება ხელს შეუწყობს ავტოსატრანსპორტო საშუალებების მფლობელებს და საქართველოს ხელმძღვანელ ორგანოებს ოპტიმისტურად განეწყონ ავტოსატრანსპორტის საწვავად ბუნებრივი აირის გამოყენების აუცილებლად და მნიშვნელოვნად გაფართოების მიზანშეწონილობის მიმართ, რომლის რეალიზება უადრესად აქტუალურად მიგვაჩნია ჩვენი მოსახლეობისა და ქვეყნისათვის, როგორც ეკოლოგიური, ასევე ეკონომიკური თვალსაზრისით.

გამოყენებული ლიტერატურა

Interpressnews. (n.d.). *მიმდინარე წლის მონაცემებით საქართველოში 1 701 776 ავტომობილის რეგისტრირებული...* Retrieved from <https://www.interpressnews.ge/ka/article/807098-mimdinare-clis-monacemebit-sakartveloshi-1-701-776-avtomobilia-registrirebuli-akedan-1-451-302-10-celze-meti->

Heinrich Böll Stiftung Tbilisi. (2022, December 15). *Atmospheric air and...* Retrieved from <https://ge.boell.org/2022/12/15/atmosperuli-haeris-da...>

Tbilisi State University. (n.d.). *[Conference paper]*. Retrieved from <http://conferenceconomics.tsu.ge/?mcat=0&cat=arq&leng=ge&adgi=1370&title>

Болбас, М. М., Саневич, Е. Л., Кухаренок, Г. М., & Поклад, Л. Н. (2011). *Экология и ресурсосбережение на транспорте*. Минск: Адукацыя и выхванне.

Вепринцев, Н. В., Лобах, В. П., & Трофименко, И. Л. (n.d.). *Автомобильный транспорт и окружающая среда*. [Publication details unavailable].

Гуреев, А. А., & Азев, В. С. (1996). *Автомобильные бензины: Свойства и применение*. Москва.

World Nuclear Association. (n.d.). *Heat values of various fuels*. Retrieved from <https://world-nuclear.org/information-library/facts-and-figures/heat-values-of-various-fuels>

Quora. (n.d.). *How does turning a gasoline engine into natural gas affect engine power and torque?* Retrieved from <https://www.quora.com/How-does-turning-a-gasoline-engine-into-natural-gas-affect-engine-power-and-torque>

JSTOR. (n.d.). *[Article]*. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/26308391>

Science Education. (n.d.). *[Article]*. Retrieved from <https://science-education.ru/article/view?id=19623>

Statista. (n.d.). *Transport carbon dioxide emissions breakdown*. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/1185535/transport-carbon-dioxide-emissions-breakdown/>

GBOMotor. (n.d.). *Переосвидетельствование газовых баллонов*. Retrieved from <https://gbomotor.ru/poleznoe/pereosvidetelstvovanie-gazovyh-ballonov#i>

NGVi. (n.d.). *CNG fuel system inspection requirements*. Retrieved from <https://www.ngvi.com/cng-fuel-system-inspection-requirements/>

BNTU Repository. (n.d.). *[PDF document]*. Retrieved from <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/37874/96-103.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Natural Resources Canada. (n.d.). *Natural gas for transportation*. Retrieved from <https://natural-resources.canada.ca/energy-efficiency/transportation-energy-efficiency/natural-gas-transportation>

Climate Technology Centre & Network. (n.d.). *Compressed natural gas (CNG) fuel*. Retrieved from <https://www.ctc-n.org/technology-library/vehicle-and-fuel-technologies/compressed-natural-gas-cng-fuel>

Vskali. (n.d.). *Выгодно ли переводить автомобиль с бензина на газ?* Retrieved from <https://vskali.ru/articles/avto/vygodno-li-perevodit-avtomobil-s-benzina-na-gaz/>

МЧС РФ. (2009). *Классификация горючих веществ по степени чувствительности: Приказ МЧС РФ №404*. Retrieved from [URL not provided]

Willson, B. (n.d.). *Evaluation of aftermarket fuel delivery systems for natural gas and LPG vehicles*. U.S. Department of Energy. Retrieved from <https://www.osti.gov/servlets/purl/10174753>

Sinor, J. E. (n.d.). *Technical evaluation assessment of CNG/LPG bi-fuel and flex-fuel vehicle viability*. National Renewable Energy Laboratory. Retrieved from <https://www.nrel.gov/docs/legosti/old/6544.pdf>