

# გვირაბებში წვის მავნე პროდუქტების გავრცელების შესაფერხებელი ტრანსფორმირებადი ზღუდარების სისტემა

ომარ ლანჩავა<sup>1,2</sup>, ნიკოლაი ილიაში<sup>3</sup>, სორინ მიჰაი რადუ<sup>3</sup>, გიორგი ნოზაძე<sup>1,2</sup>, მარად ჯანგიძე<sup>1</sup>

<sup>1</sup> გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი, თბილისი, მინდელის 7

<sup>2</sup> საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, კოსტავას 77

<sup>3</sup> პეტროშანის უნივერსიტეტი, პეტროშანი, უნივერსიტეტის ქ. 20, რუმინეთი

**აბსტრაქტი:** ხანძრის თანმდევი მოვლენებისა და პროცესების კონტროლი არის ერთ-ერთი საკვანძო საკითხი გვირაბის სახანძრო უსაფრთხოების ნებისმიერი პროექტისათვის. აღნიშნული პროცესები გამოხატულია მაღალი ტემპერატურის, კვამლისა და წვის ტოქსიკური პროდუქტების გავრცელების დინამიკით ხანძრის კერისა და გვირაბის ფარგლებში. გრძივი ვენტილაციის პირობებში ორი ძირითადი პარამეტრი არის მნიშვნელოვანი: კრიტიკული სიჩქარე და უკუდინების სიგრძე. ორივე აღნიშნულ პარამეტრზე არსებით გავლენას ახდენს შემოთავაზებული მოქნილ ზღუდართა სისტემა, რომელიც გვირაბის აეროდინამიკური წინააღმდეგობის გაზრდის შედეგად შესაძლებელს ხდის შეფერხდეს ხანძრის დამაზიანებელი ფაქტორების გავრცელების ტემპი გვირაბში. უფრო მეტიც, გარკვეული პირობითობით, მოცემული ზღუდარების გამოყენებით შესაძლებელია გვირაბის დაყოფა მოკლე სიგრძის მონაკვეთებად, რაც გარკვეული პერიოდის განმავლობაში ხანძრის გავრცელებასაც შეაფერხებს. აღნიშნული ტრანსფორმირებადი ზღუდარების ყოველმხრივი თეორიული და ექსპერიმენტული შესწავლა, ისე როგორც მათი სხვადასხვა კონსტრუქციებისა და მოქმედების პრინციპების დამუშავება აუცილებელია სატრანსპორტო გვირაბების უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად. წინამდებარე სტატიაში შემოთავაზებული მსუბუქი ტრანსფორმირებადი ზღუდარების ახალი ტექნოლოგია, რომელიც შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას როგორც არსებულ, ასევე დასაპროექტებელ საავტომობილო გვირაბებში.

**საკვანძო სიტყვები:** გვირაბების ხანძრის განვითარების სცენარი; ტრანსფორმირებადი ზღუდარი; აეროდინამიკური წინააღმდეგობა; ევაკუაცია; სიცოცხლის გადარჩენა.

## 1. შესავალი

მსოფლიოს გვირაბებში მომხდარი ძლიერი ხანძრების შემდეგ, ევროკავშირმა განსაკუთრებით გაამახვილა ყურადღება ტრანსევროპულ ქსელზე (TEN), რომლის ფარგლებში არსებული და ასაშენებელი გვირაბების უსაფრთხოება პირველი პრიორიტეტია.

TEN-ის 500 მ-ზე უფრო გრძელი გვირაბებისათვის ევროპის პარლამენტმა და ევროპის საბჭომ გამოსცა დირექტივა EC 2004/54 უსაფრთხოების აუცილებელი მინიმალური დონის შესახებ. აღნიშნული დირექტივის მიხედვით, ევროკავშირის ქვეყნებში არსებული საავტომობილო გვირაბებისათვის, სახანძრო უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფი ხარჯები 2.6-6.3 მლრდ ევროს ფარგლებში იცვლება. 2.6 მლრდ ევრო შეესაბამება სავენტილაციო სისტემებისა და მათი გაუმჯობესების ტექნოლოგიას, რომელიც შედარებით ნაკლები ხარჯებით ხასიათდება [1-3].

არც თუ დიდი ხნის წინ მომხდარმა გახმაურებულმა ხანძრებმა, როგორცაა სენ-გოტარდის, მონბლანის და ვიამალას (Mont Blanc, Gotthard and Viamala) გვირაბები, მკვეთრი იმპულსი მისცა კვლევებს, სადაც შემოთავაზებულია გვირაბების არსებული სავენტილაციო და უსაფრთხოების სისტემების გაუმჯობესების გზები. აღნიშნული მიმართულებით სამეცნიერო კვლევების საკმარისად სრული მიმოხილვითი ანალიზი მოცემულია სტატიაში [4].

აგრეთვე აღსანიშნავია ის გარემოებაც, რომ მნიშვნელოვნად გააქტიურდა მიღებულ შედეგებზე დაფუძნებული იდეების რეალიზაციის მცდელობები, რაც გამოიხატა საპატენტო პუბლიკაციების სახით [5-7].

მშენებარე გვირაბებში, შემოთავაზებულ იქნა ცეცხლგამძლე ბარიერებით გვირაბების მოკლე უბნებად დაყოფის ხერხი ხანძრისა და მისი დამაზიანებელი ფაქტორების გავრცელების შეფერხებისათვის, მაგრამ „ძველ“ გვირაბებში, მათი გეომეტრიიდან გამომდინარე, გართულებული ასეთი კაპიტალური სამშენებლო პროექტების რეალიზაცია, ვინაიდან არ არის საკმარისი ადგილი აღნიშნული ხერხის გამოსაყენებლად [8, 9].

## 2. იდეა, შედეგები და ანალიზი

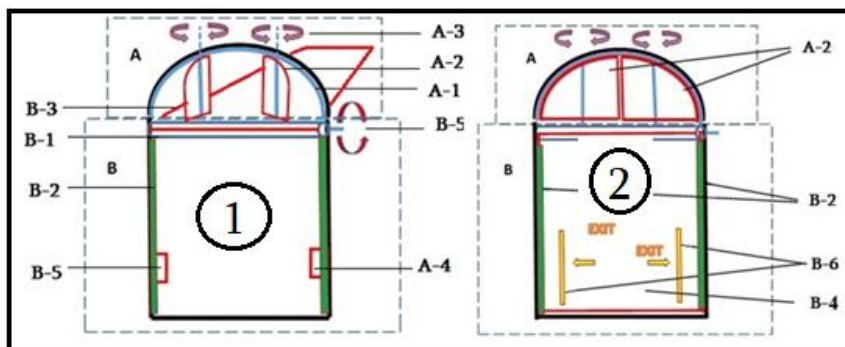
შემოთავაზებული იდეა არის ვენტილაციის ტექნოლოგიის გაუმჯობესება ხანძრის პირობებში წვის მავნე პროდუქტების (ნახშირბადის ოქსიდებისა და ჭვარტლის) გავრცელების შესაფერხებლად და სიცოცხლის გადარჩენის მიზნით, რადგან ხანძრები საავტომობილო გვირაბებში დღემდე რჩება მაღალი რისკფაქტორის მქონე გამოწვევად

და ინტენსიური საინჟინრო კვლევის საგანს წარმოადგენს. იგი განვითარდა ჩვენს მიერ წინსწრებით შესწავლილი საკითხების მიხედვით [10-14].

კვლევის იდეა ეფუძნება გვირაბის აეროდინამიკური წინაღობის ხელოვნურად გაზრდას ტრანსფორმირებადი სისტემის მეშვეობით, რომელიც შეაფერხებს წვის პროდუქტების გავრცელებას და არ შეაფერხებს ადამიანების გადაადგილებას, აგრეთვე ხელს შეუწყობს სუფთა და გაჭუჭყიანებული ჰაერის ნაკადების ერთმანეთისაგან გამიჯვნას სიმკვრივეთა განსხვავების ხარჯზე. ამის შედეგად სავენტილაციო სისტემა გახდება უფრო მოქნილი სიცოცხლის გადარჩენის მიზნით, რადგან გაიზრდება ევაკუაციის პერიოდი.

საზოგადოდ ტრანსფორმირებადი სისტემა გამოიყენება ისეთ ადგილებში, სადაც ჩვეულებრივად ადამიანის შეღწევა გართულებულია. ასეთ ადგილად უნდა მივიჩნიოთ ხანძრის კერა საავტომობილო გვირაბში, რადგან მის არეალში მოქცეული ადამიანებისათვის გადარჩენის ძირითადი საშუალებაა თვითევაკუაცია.

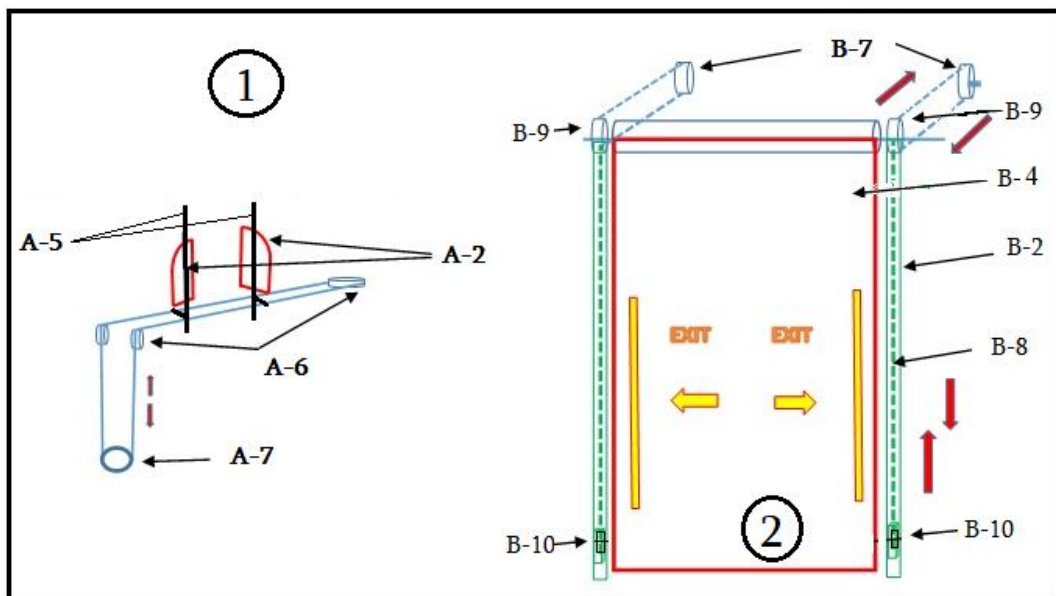
ტრანსფორმირებადი ზღიდარების (ზღუდარების) სატრანსპორტო გვირაბებში დამონტაჟება მოხდება გვირაბის განივ კვეთში პერიმეტრზე. მათი მართვა განხორციელდება ავტონომიური ელექტრო და მექანიკური ამძრავი სისტემით, ელექტრო ამძრავი სისტემის მართვა შესაძლებელი იქნება როგორც ცენტრალური, ისე ადგილობრივი პულტით. ტრანსფორმირებადი ზღუდარების განლაგება მოხდება გვირაბში ლოკალიზაციის უბანზე პერიმეტრის გეომეტრიული ფორმის შესაბამისად. ლოკალიზაციის უბნებად შესაძლებელია განხილული იქნეს გვირაბებში ნიშების განლაგება, რომელთა შორის მანძილი, მრავალ ქვეყანაში მოქმედი წესების შესაბამისად უნდა იყოს დაახლოებით 300 მ. ფიგურაზე 1 წარმოდგენილია მოქნილი ზღუდარების სისტემა.



ფიგ. 1. მოქნილი ზღიდარების (ზღუდარების) განლაგება გვირაბის პერიმეტრზე:  
1 – აკეცილი (ლოდინის რეჟიმში); 2 - გაშლილი (მოქმედი) სახით

შემოთავაზებული ტექნოლოგიით შესაძლებელია აეროდინამიკური წინააღობის ცვლადობის გზით მნიშვნელოვნად ვცვალოთ ხანძრების დროს აღძრული თბური და ტოქსიკური ნაკადების ინტენსურობა და გავრცელება. აღნიშნული სავენტილაციო სისტემას უფრო მოქნილსა და მოსახერხებლად აქცევს ექსტრემალურ მდგომარეობაში მყოფი ადამიანების უსაფრთხო ევაკუაციისათვის. მაშასადამე, ტრანსფორმირებადი ზღუდარების გამოყენება საშუალებას მოგვცემს შემცირდეს წვის პროდუქტების გავრცელების არეალი აეროდინამიკური წინააღობის გაზრდისა და წვის პროდუქტების გადატანის შეფერხების ხარჯზე. ამის შედეგად უფრო მოსალოდნელია, რომ გაიზარდოს ევაკუაციის შესაძლებლობა და მისი შესაძლო განხორციელების პერიოდი.

სექცია A შედგება - გვირაბის ჭერის შესაბამისი თალური ფორმის ჩარჩოსაგან A-1, რომელსაც ქმნის და სადაც განლაგებულია ცეცხლგამძლე A-2 ფირფიტებით დამზადებული ზღუდარები, რომლებსაც სათანადო კინემატიკური სქემის A-3 გამოყენებით შეუძლიათ სექციის A ჩარჩოთი შემოფარგლული თალური განივი კვეთის ნაწილობრივ ან მთლიანად გახსნა-გადაკეტვა (იხ. ფიგურა 2). A სექციის მართვა ხორციელდება A-4 ავტონომიური ამძრავი სისტემით როგორც ცენტრალური, ისე ადგილობრივი პულტით.



ფიგ. 2. A და B სექციების კინემატიკური სქემები

სექცია B შედგება სწორკუთხა ფორმის ჩარჩოსაგან, რომელიც შემოფარგლავს გვირაბის სწორკუთხა განივ კვეთს, სატრანსპორტო საშუალებების მოძრაობისათვის განკუთვნილ გვირაბის ნაწილს, რომელსაც გვირაბის გეომეტრიიდან გამომდინარე ვერ ფარავს სექცია A. სწორკუთხა ფორმის აღნიშნული ჩარჩო არის B-1. გვირაბის კედლების გასწვრივ ამ უკანასკნელ ჩარჩოზე განლაგებულია მიმართველი ღარები B-2, რომლებშიც მოძრაობა შეუძლია მოქნილ ცეცხლგამძლე ზღუდარს, სათანადო კინემატიკური სქემის (იხ. ფიგ. 2, ნახ. 2) შესაბამისად. აკეცილი სახით ზღუდარი განლაგებულია ჭერში ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში B-3, ხოლო გაშლილი სახით იგი ფარავს B-1 ჩარჩოთი შემოფარგლულ გვირაბის განივი კვეთის ნაწილს ნაწილობრივ ან მთლიანად საჭიროების მიხედვით. ეს უკანასკნელი ვითარება წარმოდგენილია B 4 მდგომარეობით. ამგვარად, მოცემული ზღუდარი, რომელიც B სექციას წარმოადგენს, მუშა ვითარებაში იკავებს ვერტიკალურ მდგომარეობას. B სექციის მართვა ხორციელდება B-5 ავტონომიური ამძრავი სისტემით, როგორც ცენტრალური, ისე ადგილობრივი პულტით.

გაშლილ (მოქმედ) მდგომარეობაში მოქნილი ზღუდარების ორ სექციანი სისტემა წარმოდგენილია ფიგურაზე 1 (ნახ. 2). B სექციის შემავსებელი (გადამკვეთავი) ზღუდარი, რომელიც ვერტიკალურ მდგომარეობაში იქნება დაყენებული სამუშაო რეჟიმში, აღჭურვილია საევაკუაციო აირგაუმტარი ღიობებით B-6, რომელთა განლაგების ადგილი აღნიშნული იქნება მკვეთრი ლუმინაფორული საღებავით. მითითებულ ღიობების მეშვეობით ადამიანებს შეეძლებათ ზღუდარის გავლა ორივე მიმართულებით. აღნიშნულით უზრუნველყოფილი იქნება შემოფარგლული სივრცის დატოვება ან ამ სივრცეში შეღწევა ზღუდარის ეფექტური ფუნქციის შენარჩუნებით.

A სექციის დამოუკიდებლად გადაწყვეტა განპირობებულია სატრანსპორტო გვირაბების თაღური ნაწილის ინდივიდუალური სამშენებლო კონსტრუქციული გადაწყვეტით. აგრეთვე იმ გარემოებით, რომ ამ სექციას მოუწევს ყველაზე მძიმე თბურ რეჟიმში მუშაობა, ვინაიდან ხანძრის შედეგად განვითარებული თბური ნაკადები ჭერის გასწვრივ იქნება წარმოდგენილი. სწორკუთხა ან მასთან მიახლოებული განივი კვეთის გვირაბებისათვის შესაძლებელია გამოვიყენოთ ტრანსფორმირებადი ზღუდარების ორსექციანი სისტემის მხოლოდ ერთი - B სექცია.

### **A სექციის ფუნქციონირების კინემატიკური სქემის აღწერა**

A სექციის გვირაბის ჭერის შესაბამისი ფორმის ჩარჩოში განთავსებულ თითოეულ ფირფიტას გააჩნია ჩარჩოში დამონტაჟებული საკუთარი ბრუნვის ღედი A -5. სექციის A

ზღიდართა სისტემას აქვს საკუთარი ღერძის A-5-ის ირგვლივ შემობრუნების დისტანციურად მართვადი ელექტროამძრავი და სათადარიგო მექანიკური სისტემა, რომელიც აღჭურვილი იქნება ქსელური და ავტონომიური კვების წყაროთი. კვების წყარო და ამძრავი სისტემა განთავსებული იქნება გვირაბის კედელზე მიმაგრებულ სათანადო ზომების ცეცხლგამძლე ყუთში. გვირაბის ერთ-ერთ კედელზე სავალი ნაწილის დონიდან 1 მ სიმაღლეზე, ელექტროამძრავისა და სათადარიგო მექანიკური სისტემის აძვრის გადაცემა ზღიდარების ბრუნვის ღერძებზე მოხდება მსუბუქი ცეცხლგამძლე მასალისაგან დამზადებული ფოლადის გვარლებისაგან შედგენილი ბლოკების სისტემით ფიგ. 2, ნახ. 1-ზე წარმოდგენილი კინემატიკური სისტემის მიხედვით.

### **B სექციის ფუნქციონირების კინემატიკური სქემის აღწერა**

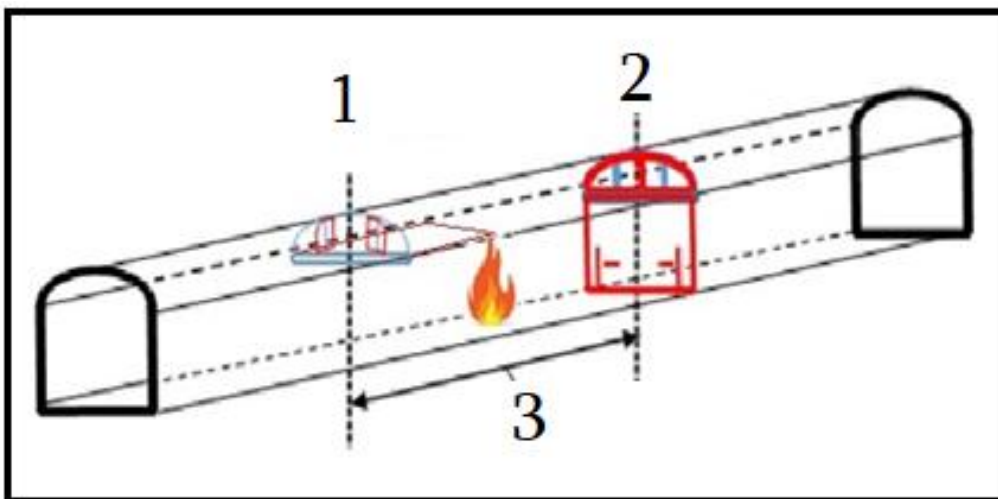
B სექციის ცეცხლგამძლე მოქნილი ზღუდარი წარმოადგენს აღნიშნული სექციის ზომების შესაბამის მართკუთხა ფორმის ბაზალტის ბოჭკოსაგან დამზადებულ მჭიდრო მაღალი აეროდინამიკური წინააღობის მქონე ქსოვილს, რომელიც იმოძრავებს ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ მიმართველ ღარებში. აღნიშნული ღარები დამონტაჟებული იქნება ფიგ. 2-ის ნახ. 2-ზე წარმოდგენილი კინემატიკური სქემის შესაბამისად. მოქნილი ზღიდარის ორივე კიდე დაკავშირებულია ხისტად B-8 ჯაჭვურ სისტემასთან, რომელიც დამონტაჟებულია და მოძრაობს მიმართველ ღარებში. ჯაჭვური სისტემის ბოლოებზე და ცილინდრულ დოლთან განთავსებულია მომვლები კბილანური გორგოლაჭები B-7, B-9, რომლებიც უზრუნველყოფენ მოქნილი ზღუდარის თანაბრი სიჩქარით გაშლა-აკეცვას B-5 ძრავ-რედუქტორის სისტემასთან დაკავშირებული წრიული ამძრავი B-10 კბილანების მეშვეობით. მოქნილი ზღუდარი განივად დაკავშირებულია კიდეებზე განლაგებულ ჯაჭვებთან და მათთან ერთად გადაადგილდება მბრუნავ დოლზე B-9 მომვლები კბილანის მეშვეობით. დოლი და B-9 კბილანა უზრუნველყოფს მოქნილი ზღუდარის თანაბარად დაშვება-აკეცვას. B-3-ით აღნიშნულია მოქნილი სწორკუთხა ზღუდარი აკეცილ მდგომარეობაში (ლოოდინის რეჟიმში), ხოლო B-4-ით - გაშლილი სახით („მუშაობის“ პროცესში).

B სექციის დანიშნულება არის გვირაბში ცეცხლის კერაზე წარმოქმნილი ტოქსიკური გაზებისა და ტემპერატურის დეტექტორების ჩვენების საფუძველზე, ოპერატორის ჩარევით, უზრუნველყოს გვირაბის ძირითად განივკვეთში განთავსებული მოქნილი ზღიდარის სათანადოდ გაშლა, რითაც შესაძლებელი იქნება საჭირო

აეროდინამიკური წინალობის ფორმირება სექციის განივკვეთში განვითარებული აირის ნაკადების შესაფერხებლად.

B სექციის მოქნილი ზღუდარი B-3 (B-4) აღჭურვილია 2 მ სიმაღლის აირგაუმტარი თვითდახურვადი საევაკუაციო ჭრილებით B-6, რომლებიც განკუთვნილია ევაკუაციის მიზნებისათვის. შესაძლებელია მათი დუბლირება რაღაცნაირი შლუზების სახით, რომლებიც საშუალებას იძლევა ზღიდარით ლოკალიზებული უბნიდან ჭრილების გავლით განხორციელდეს ადამიანთა ევაკუაცია, ისე რომ არ მოხდეს ამ უბნიდან დამაზიანებელი ფაქტორების ინტენსიური გავრცელება.

ამგვარად, ტრანსფორმირებადი ზღუდარების გამოყენება მიზნად ისახავს გააუმჯობესოს სავენტილაციო სისტემის ეფექტურობა ხანძრით გამოწვეული საგანგებო სიტუაციების დროს. აღნიშნული ზღუდარების გამოყენებით გვირაბში შესაძლებელია მისი ოპერატიული დაყოფა მოკლე სიგრძის მონაკვეთებად (იხ. ფიგ. 3), რაც შესაძლებელს გახდის შეაფერხოს წვის პროდუქტების უკონტროლო გავრცელება გვირაბში, ამ უკანასკნელის აეროდინამიკური წინალობის გაზრდის გზით. შემოთავაზებული ხერხის განხორციელების შედეგად შესაძლებელი იქნება სხვადასხვა სიმძლავრის ხანძრებით აღძრულ ნაკადებში სიცოცხლისათვის საშიში დამაზიანებელი ფაქტორების: მაღალი ტემპერატურის, ნახშირბადის ოქსიდების, ჭვარტლის კონცენტრაციის საშიში მატების, უანგბადის კონცენტრაციის შემცირების პროცესების კონტროლი და გავრცელების შეზღუდვა.



ფიგ. 3. გვირაბის დაყოფა ტრანსფორმირებადი ზღუდარების გამოყენებით:  
1 - ტრანსფორმირებადი ზღუდარი აკეცილი სახით (ლოდინის რეჟიმში); 2 - იგივე მუშა მდგომარეობაში (გაშლილი სახით); 3 - ხანძრის ლოკალიზაციის კერა

### 3. დასკვნები

შემოთავაზებულია სხვადასხვა სავენტილაციო სისტემის მქონე საავტომობილო გვირაბებისათვის მსუბუქი, ტრანსფორმირებადი, ცვლადი აეროდინამიკური წინააღმდეგობის მქონე მოქნილი ცეცხლგამძლე ზღიდარებით შედგენილი ტრანსფორმირებადი სისტემის დამზადებისა და გამოყენების ტექნოლოგია.

დღემდე არსებულ ანალოგებთან შედარებით ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ტრანსფორმირებადი სისტემა ხასიათდება შემდეგი უპირატესობებით:

- კონსტრუქციის სიმსუბუქე - რაც დაფუძნებულია მოქნილი სისტემის ზღიდარებად ბაზალტის ცეცხლგამძლე მასალის ბოჭკოვანი ქსოვილების გამოყენებაზე.
- მონტაჟის სიმარტივე და სისწრაფე - მონცობილობის სრული კონსტრუქცია შესაძლებელია დამონტაჟდეს გვირაბის კედლებზე ანკერების გამოყენებით და საჭირო არ გახდება გვირაბის სამშენებლო კონსტრუქციაზე სხვა ზემოქმედება.
- ადაპტირების ფართო რესურსი გვირაბის ინფრასტრუქტურასთან. შესაძლებელი იქნება გვირაბის მართვის სისტემასთან მისი ჩართვა როგორც გაყვანილობის მეშვეობით, ისე უსადენო კავშირის გამოყენებით.
- ამოქმედების გაზრდილი ოპერატიულობა და საიმედოობა - იგი აღჭურვილი იქნება ავტონომიური და ცენტრალური ენერჯო, მართვის და საკომუნიკაციო სისტემებით.
- კონკურენტუნარიანი ფასი - დაბალი მასალატევალობისა და მონტაჟის სიადვილის გამო.

### მიძღვნა

წინამდებარე ნაშრომი მომზადებულია შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური მხარდაჭერით. გრანტის ნომერი: AR-19-1936, დასახელება: „ტრანსფორმირებადი სისტემების დამუშავება და გამოცდა საავტომობილო გვირაბში სიცოცხლის გადასარჩენად ხანძრის პირობებში“.

### ლიტერატურა

1. D. Theologitis (2005) Euro transport, # 3, pp. 16 – 22.
2. UN, Economic and Social Council, Economic Commission for Europe (2001) *Report TRANS/AC.7/9*, p. 59.
3. UN, Economic and Social Council, Economic Commission for Europe (2002) *Report TRANS/AC.7/11*, p. 6.
4. Bettelini M., Rigert S., Seifert N. FLEXIBLE DEVICES FOR SMOKE CONTROL IN ROAD TUNNELS, Amberg Engineering Ltd., Regensdorf-Watt, Switzerland, 6th International Conference ‘Tunnel Safety and Ventilation’ 2012, pp 265-272, Graz
5. Амельчугов Сергей Петрович, Коротков Юрий Андреевич. ПРОТИВОПОЖАРНЫЙ ЗАНАВЕС, патент российской федерации, RU 2 351 378 C1, 2007.
6. Seitlinger Gunter, Sicherheitseinrichtung bei Tunnelbränden, DEUTSHLAND PATENT DE 101 27 091 A1, 2002.



7. Wagner Ernst Werner et al, Verfahren und Vorrichtung zum Löschen von Branden in Tunneln, Europaisches Patentamt EP 1 312 392 A1, 2003
8. O. Lanchava (2019) ANALYSIS OF CRITICAL AIR VELOCITY FOR TUNNEL FIRES CONTROLLED BY VENTILATION. *Mining Journal N1 (42)*, pp. 126-132, Tbilisi (in Georgian).
9. O. Lanchava, E. Medzmariashvili, N. Ilias, G. Khitalishvili, Z. Lebanidze (2009) Prospects of usage of transforming systems for extinguishing fire in tunnels. *International Scientific Conference "Advanced Lightweight Structures and Reflector Antennas"*, pp. 301-308, Tbilisi.
10. O. Lanchava, G. Nozadze, N. Bochorishvili, Z. Lebanidze, N. Arudashvili, M. Jangidze, K. Tsikarishvili (2014) Criteria for evaluation of emergency firefighting in transport tunnels. *"Transport Bridge Europe-Asia", Materials of International Conference*, pp. 29-34, Tbilisi,
11. O. Lanchava, G. Nozadze, N. Arudashvili (2015) ANALYZE OF FATAL FIRES IN TRANSPORT TUNNELS AND MEASURES OF ITS PREVENTING. *Mining Journal N2 (35)*, pp. 85-89, Tbilisi (in Georgian).
12. O. Lanchava, N. Ilias, G. Nozadze (2017) Some problems for assessment of fire in road tunnels. *Quality Access to Success*, Vol. 18, S1, pp. 69-72, Bucharest.
13. N. Ilias, O. Lanchava, G. Nozadze (2017) Numerical modelling of fires in road tunnels with longitudinal ventilation system. *Quality Access to Success*, Vol. 18, S1, pp. 77-80, Bucharest.
14. O. Lanchava, N. Ilias, G. Nozadze, S.M. Radu (2019) Heat and hygroscopic mass exchange modeling for safety management in tunnels of metro. *Quality Access to Success*, Vol. 20, S1, pp. 27-33, Bucharest.