

გიორგი თედორაძე

**ავტომობილების ეფექტიანობის ამაღლება მისი  
სამქსკლუატაციო თვისებების აღაკტირებით  
სამუშაო პირობებთან**

წარმოდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის  
მოსაპოვებლად

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
თბილისი 0175, საქართველო  
2012

საავტორო უფლება 2012 წელი, გიორგი თედორაძე

## საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობა

ჩვენ ქვემოთ ხელისმომწერი ვადასტურებთ, რომ გაცეცანით გიორგი თედორაძის მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: „ავტომობილების ეფექტიანობის ამაღლება მისი საექსპლუატაციო თვისებების ადაპტირებით სამუშაო პირობებთან“ და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

თარიღი-----

ხელმძღვანელი: ჯუმბერ იოსებიძე

რეცენზენტი: ელიზბარ დარჩიაშვილი

რეცენზენტი: გიორგი წიფურია

საქართველოს ტექნიკური ტექნიკური უნივერსიტეტი  
2012 წელი

ავტორი: გიორგი თედორაძე

დასახელება: „ავტომობილების ეფექტიანობის ამაღლება მისი  
საექსპლუატაციო თვისებების ადაპტირებით სამუშაო პირობებთან“

ფაკულტეტი: სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის

ხარისხი: დოქტორი

სხდომა ჩატარდა -----

ინდივიდუალური პიროვნების ან ინსტიტუტის მიერ  
ზემოთმოყვანილი დასახელების დისერტაციის გაცნობის მიზნით  
მოთხოვნის შემთხვევაში მისი არაკომერციული მიზნებით კოპირებისა  
და გავრცელების უფლება მინიჭებული აქვს საქართველოს ტექნიკურ  
უნივერსიტეტს.

---

ავტორის ხელმოწერა

ავტორი ინარჩუნებს დანარჩენ საგამომცემლო უფლებებს და არც  
მთლიანი ნაშრომის და არც მისი ცალკეული კომპონენტების  
დადაბეჭდვა ან სხვა რაიმე მეთოდით რეპროდუქცია დაუშვებელია  
ავტორის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

ავტორი ირწმუნება, რომ ნაშრომში გამოყენებული საავტორო  
უფლებებით დაცული მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა  
(გარდა ის მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ  
სპეციფიურ მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს  
მიღებულია სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა  
მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

## რეზიუმე

არსებული გამოკვლევების თანახმად, საქართველოში სატვირთო გადაზიდვებისას ავტომობილების ეფექტიანობის ამაღლებისათვის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს ასს-ს წვეით-სიჩქარითი თვისებების მოძრაობის პირობებთან ადაპტირების უზრუნველყოფა. უკანასკნელის მიღწევის ერთ-ერთ ეფექტიან მეთოდს კი წარმოადგენს ასს-ს ძრავის სიმძლავრის შერჩევა მოძრაობის პირობების შესაბამისად, რაც განაპირობებს მოძრაობის საშუალო სიჩქარის და მწარმოებლურობის მაღალ მნიშვნელობებს საწვავის და სხვა მატერიალური საშუალებების მინიმალური დანახარჯებით.

დადგენილია, რომ ავტოსატრანსპორტო საშუალების წვეით-სიჩქარითი თვისებების შეფასებისა და მისი რეალურ საგზაო პირობებში სატრანსპორტო ნაკადებში მუშაობის პირობებთან ადაპტირების ხარისხის მახასიათებელ ინტეგრალურ პარამეტრს წარმოადგენს ასს-ს კუთრი სიმძლავრე. იგი ახასიათებს ასს-ს ენერგოაღჭურვილობის დონეს. დაბალი კუთრი სიმძლავრის ავტომობილები გზის აღმართებზე მოძრაობენ დაბალი სიჩქარეებით ტრანსმისიის დაბალ საფეხურებზე და ძრავის მაღალ სადატვირთვო რეჟიმებზე, რის გამოც საწვავის საგზაო ხარჯი იზრდება; ამასთან ფერხდება სატრანსპორტო ნაკადების მოძრაობა და მცირდება საგზაო მოძრაობის უსაფრთხოება. მაღალი კუთრი სიმძლავრის ავტომობილების გამოყენებისას კი ყველა აღნიშნული პარამეტრი უმჯობესდება.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, მოცემულ საგზაო პირობებში ასს-ს კუთრი სიმძლავრის რაციონალურ მნიშვნელობად უნდა იქნას მიჩნეული კუთრი სიმძლავრის ის მნიშვნელობა, რომელიც განაპირობებს ასს-ს საექსპლუატაციო თვისებების სრულად რეალიზებას და ამასთან, მინიმალური მატერიალური დანახარჯებით უზრუნველყოფს ტვირთის გადაზიდვისას ავტომობილების მაქსიმალურ კუთრ მწარმოებლურობას. ზემოაღნიშნულის შესაბამისად, საქართველოში სატვირთო გადაზიდვების ეფექტიანობის ამაღლების თვალსაზრისით, საქართველოს საექსპლუატაციო პირობების თავისებურებათა გათვალისწინებით სატვირთო ავტოსატრანსპორტო საშუალებების რაციონალური კუთრი სიმძლავრის განსაზღვრის და სათანადო ასს-ის პარკის შექმნის მეთოდების დამუშავება დღეისათვის აქტუალურ მეცნიერულ პრობლემას წარმოადგენს.

**შესავალში** ნაჩვენებია ნაშრომის აქტუალურობა, მიზანი, ძირითადი ამოცანები, მეცნიერული სიახლე და მოკლედიაა გადმოცემული სამუშაოს არსი.

**პირველ თავში** განხილული და გაანალიზებულია არსებული ლიტერატურული წყაროები, რომლებიც ეხება სატვირთო გადაზიდვებისას ავტომობილის ეფექტიანობას, მასზე მოქმედ ფაქტორებს და ეფექტიანობის შეფასების და ამაღლების მეთოდებს. დადგენილია, რომ აღნიშნული ეფექტიანობის მაღალი დონის მიღწევისათვის ძირითადი მოთხოვნებია – სატვირთო ასს-ს საექსპლუატაციო თვისებების ადაპტირების უზრუნველყოფა მოძრაობის საგზაო პირობებთან და მათი მუშაობის ეფექტიანობის განმსაზღვრელი პარამეტრების სრულად რეალიზება.

**მეორე თავში** გამოკვლეულია საქართველოში საავტომობილო სატვირთო გადაზიდვებისას საავტომობილო სატრანსპორტო საშუალებების ეფექტიანობის ამაღლების შესაძლებლობა მათი ტექნიკური პარამეტრების რაციონალური სიდიდეების შერჩევით.

**მესამე თავში** მოცემულია ნაშრომის ფარგლებში შესრულებული კვლევების შედეგების ეკონომიკური და ეკოლოგიური ეფექტიანობის შეფასება.

სადისერტაციო ნაშრომის ფარგლებში ჩატარებული გამოკვლევებით დადგენილი იქნა, რომ საქართველოში სატვირთო საავტომობილო სატრანსპორტო სისტემას გააჩნია მნიშვნელოვანი რეზერვი გადაზიდვების ეფექტიანობის ასამაღლებლად, რისი რეალიზებაც მნიშვნელოვანწილადაა დამოკიდებული ასს-ს კუთრი სიმძლავრის მოძრაობის პირობებთან ადაპტირების ხარისხზე. ადაპტირების ხარისხის გაზრდა უზრუნველყოფს მოძრაობის საშუალო სიჩქარის და მწარმოებლურობის ამაღლებას საწვავის და სხვა მატერიალური საშუალებების მინიმალური დანახარჯებით, რაც საბოლოო ჯამში იძლევა საქართველოში სატვირთო საავტომობილო გადაზიდვების ეფექტიანობის 15–20%-ით გაზრდის შესაძლებლობას.

დამუშავებულია მთემატიკური მოდელი, რომელიც ასს-ს კუთრი მწარმოებლურობის განმსაზღვრელი პარამეტრების – მოძრაობის საშუალო სიჩქარის და საწვავის საგზაო ხარჯის გაანგარიშების კომპიუტერზე რეალიზებისას, არსებული საგანგანის განსხვავებით, ითვალისწინებს ასს-ს მოძრაობის რეალური პირობების შესაბამისად გზის გრძივი და განივი პროფილის ელემენტების და სატრანსპორტო ნაკადების პარამეტრების ცვალებადობას; ძრავის ნაწილობრივ და ცვალებად სადატვირთო რეჟიმებზე მუშაობას; ასს-ს ტრანზისის საფეხურის გადართვის გარდამავალ პროცესს.

საქართველოს საგზაო პირობებისათვის დადგენილია, რომ  $N_2$  კატეგორიის III და IV კლასის საშუალო ტვირთმზიდაობის ასს-ს კუთრი სიმძლავრის რაციონალური მნიშვნელობა შეადგენს  $P_{sr}=12,5...13,0$  კვტ/ტ-ს, ხოლო  $N_3$  კატეგორიის V, VI და VII კლასის მძიმე ტვირთმზიდაობის ავტომობილების და ავტომატარებლებისათვის  $P_{sr}=7,5...8,0$  კვტ/ტ-ს.

კვლევის შედეგების რეალიზება საშუალოდ 20%-ით ამაღლებს საქართველოში სატვირთო ავტომობილების კუთრ მწარმოებლურობას კერძოდ, „მაზ-6622“ მარკის ავტომატარებლის მიერ შესრულებული 1 მლნ.ტკმ სამუშაოს ღირებულება მცირდება დაახლოებით 1450 ლარით, ხოლო „მერსედეს-ბენც აქტროს-1853“ მარკის ავტომატარებლისათვის დაახლოებით 1000 ლარით და უზრუნველყოფს საწვავის საგზაო ხარჯის 3...4%-ით და, შესაბამისად, გამონაბოლქვ აირებში CO-ს მოცულობითი რაოდენობის შემცველობის 5...7%-ით შემცირებას.

## Abstract

According to current researches, one of the important factors for improvement of motor cars efficiency during cargo transportation in Georgia is the provision of adaptation of motor vehicles' traction and speed properties to driving conditions. One of the efficient methods for achievement of this task is the selection of motor vehicle's engine power according to the driving conditions, and that will stipulate high values of average speed of movement and of profitability with minimal expenses of fuel and other materials supplies.

It is established that characteristic integral parameter of assessment of motor vehicles' traction and speed properties and of their adaptation to operation conditions in real driving conditions in transportation flows is the power-to-weight ratio of motor vehicles. It characterizes the level of motor vehicle's supply with energy. Motor cars with low power-to-weight ratio are moving with low speed at the raising roads on the low steps of transmission under high load conditions (modes), and due to this fact the fuel consumption on the road increases; at the same time transportation flows traffic is hampered and traffic safety is lowered. In case of use of motor cars with high power-to-weight ratio all mentioned parameters improve.

Proceeding from abovementioned under given road conditions those value of power-to-weight ratio should be considered as the rational value of motor vehicles' power-to-weight ratio, which will ensure the complete implementation of motor vehicles' operational properties and at the same time will provide maximum specific performance of cargo transportation with minimal material expenses. According to mentioned above, from the viewpoint of cargo transportation efficiency in Georgia and by taking into account the peculiarities of operating conditions in Georgia the elaboration of methods for determination of rational power-to-weight ratio of freight transport and of creation of corresponding motor vehicles fleet is at present the topical scientific problem.

*In the introduction* are shown the topicality of the work, its objective, major tasks, scientific novelty and is briefly reviewed the essence of the work.

**In the first chapter** are considered and analyzed current literary sources, which are related to the efficiency of cargo transportation, as well as to the factors acting on it and the methods of assessment and improvement of its efficiency. It is established that basic requirements for achievement of high level of efficiency is the provision of motor vehicles' operational properties adaptation to the road traffic conditions and complete implementation of parameters determining the efficiency of their operation.

**In the second chapter** are studied the capabilities of improvement of motor vehicles' efficiency during cargo transportation by road (trucking) in Georgia by means of selection of rational values of their technical parameters.

**In the third chapter** is given the assessment of economic and ecological efficiency of results of researches carried out within the frameworks of this work.

Within the framework of the thesis work by means of carried out researches has been established that transportation system of freight vehicle has significant reserves for improvement of the efficiency of transportation, implementation of which is to a great extent depended with the degree of adaptation of motor vehicle power-to-weight ratio to road conditions. Growth in degree of adaptation provides the increase in average speed of movement and in profitability with minimal consumption of the fuel and other material supplies, that in the end allows to rise by 15-20% the efficiency of freight transportation by road (trucking) in Georgia.

Mathematical model is elaborated, which (in case of computer implementation of calculation of motor vehicles' specific performance – average speed of movement and fuel consumption on the road) in contradistinction from the current model foresees the variability of road longitudinal and cross profile elements and of transportation stream parameters, according to real conditions of motor vehicles traffic; engine operation in partially and variable load conditions (modes); transition process of motor vehicle transmission step switching.

It is established for road condition of Georgia, that rational value of power-to-weight ratio for motor vehicles of III and IV class of  $N_2$  category with average load-carrying capacity is equal to  $P_{sr}=12,5...13,0$  kwt per ton, while for freight vehicles and motor-vehicle trains of V, VI and VII class of  $N_3$  category with heavy load-carrying capacity  $P_{sr}=7,5...8,0$  kwt per ton.

Implementation of research results will increase by 20% in average the specific performance of freight vehicles in Georgia (in particular the cost of 1 mln. ton·km work implemented by motor-vehicle train of MAZ-6622 car model is reduced by 1450 GEL, while for motor-vehicle train “Mercedes Benz Actros-1853 approximately by 1000 GEL) and will provide reduction of fuel consumption on the road by 3...4%, and respectively, 5-7% decrease in the volume content of CO in exhaust gases.

# შინაარსი

შესავალი.....	14
I. ლიტერატურის მიმოხილვა.....	19
1. ავტომობილების ეფექტიანობა სატვირთო გადაზიდვებისას და მასზე მოქმედი ძირითადი ფაქტორები.....	19
1.1. საავტომობილო სატვირთო გადაზიდვების ეფექტიანობა, მისი მაჩვენებლები და გავლენა ეროვნულ მეურნეობასა და გარემოზე.....	19
1.2. ტვირთებისა და სატვირთო სატრანსპორტო საშუალებების კლასიფიკაცია. მათი კონსტრუქციისადმი წაყენებული მოთხოვნები.....	32
1.3. სატვირთო ას-ს ეფექტიანობაზე მოქმედი ტექნიკურ-საექსპლუატაციო თვისებების მახასიათებელი პარამეტრები.....	40
1.4. საქართველოს ავტოსატრანსპორტო სისტემის სტრუქტურა და ძირითადი მაჩვენებლები.....	60
II. კვლევის შედეგები და ბანსჯა.....	68
2. საქართველოს პირობებში სატვირთო ავტომობილების ეფექტიანობის ამაღლების შესაძლებლობის გამოკვლევა მათი ტექნიკური პარამეტრების რაციონალური სიდიდეების შერჩევით.....	68
2.1. საავტომობილო სატვირთო გადაზიდვებისას ას-ს ეფექტიანობაზე მოქმედი ძირითადი ფაქტორების და მისი მაჩვენებლების დადგენა.....	68
2.2. სატვირთო ავტომობილების ეფექტიანობის მახასიათებელი პარამეტრების განსაზღვრისათვის მათი მოძრაობის კომპიუტერული მეთოდის დამუშავება.....	76
2.2.1 ავტომობილის მოძრაობის საშუალო სიჩქარის $V_t$ და საწვავის საგზაო ხარჯის $Q_s$ განსაზღვრის მათემატიკური მოდელის დამუშავება და მისი კომპიუტერზე რეალიზების საფუძვლების გამოკვლევა.....	76
2.2.2 სატვირთო ავტომობილის ეფექტიანობის მახასიათებელი პარამეტრების განსაზღვრა მისიმოძრაობის პროცესის კომპიუტერული მოდელირების ბლოკ-სქემის „AUTOGR“ – პროგრამის მიხედვით რეალიზებით.....	101



2.3. საქართველოს საგზაო პირობებში სატვირთო ავტომობილების ეფექტიანობის ამაღლება კუთრი სიმძლავრის რაციონალური მნიშვნელობების და ძრავის შესაბამისი სიმძლავრის შერჩევით.....	106
<b>3. კვლევის შედეგების ეკონომიკურ და ეკოლოგიურ ეფექტიანობათა დაზგენა.....</b>	<b>115</b>
3.1. კვლევის შედეგების ეკონომიკური ეფექტი.....	115
3.2. კვლევის შედეგების ეკოლოგიური ეფექტი.....	119
<b>პირითადი დასკვნები.....</b>	<b>121</b>
<b>ბამოყენებული ლიტერატურა .....</b>	<b>124</b>
<b>დანართი.....</b>	<b>128</b>

## ცხრილების ნუსხა

- ცხრილი 1.1. ორხიდიანი სატვირთო ავტომობილის საბურავების ცვეთაზე დანახარჯები სხვადასხვა მოძრაობის რეჟიმებისა და გზის საფარის ტიპისათვის.....27
- ცხრილი 1.2 სატვირთო ავტომობილის ზეთის საექსპლუატაციო ხარჯი სრულყოფილ საფარიან გზაზე მოძრაობისას.....29
- ცხრილი 1.3 ავტომობილების კლასები ტვირთმზიდლობის გამოყენების მიხედვით.....34
- ცხრილი 1.4 სატვირთო ავტომობილების კლასებად და ტიპებად დაყოფა.....37
- ცხრილი 1.5 ავტოსატრანსპორტო საშუალებების კატეგორიები.....39
- ცხრილი 1.6 ზოგიერთი თანამედროვე ავტომობილების კუთრი ტვირთმზიდლობის კოეფიციენტის მაჩვენებლები.....42
- ცხრილი 1.7  $\eta_k$  და  $\eta_g$  კოეფიციენტების მნიშვნელობები ზოგიერთი თანამედროვე სატვირთო ავტომობილებისათვის.....44
- ცხრილი 1.8 ღიზელის ძრავებიანი ავტომობილების გმონაბოლქვ აირებში ტოქსიკური ნივთიერებების შემცველობის ნორმები; CO-ნახშირჟანგი, CH - ნახშირწყალბადები, NO<sub>x</sub>-აზოტისუანგეულები, გრ/კმ.....57
- ცხრილი 1.9 სატვირთო ავტომობილების ხმაურზე დასაშვები დონეები ევროსტანდარტების მიხედვით.....58
- ცხრილი 2.1 ავტომობილის „მაზ 6422“ 80 კმ/სთ-მდე გაქანების დრო.....89
- ცხრილი 2.2 ავტომობილის გზებზე მოძრაობის მაქსიმალური დასაშვები სიჩქარეების მნიშვნელობები.....93
- ცხრილი 2.3 სამუხრუჭე მანძილის ნორმატიული მნიშვნელობები.....94
- ცხრილი 2.4 შემხვედრად მოძრავი ავტომობილების ხილვადობის მანძილების ნორმები.....95
- ცხრილი 2.5 სატვირთო ავტომობილების და ავტომატარებლების კუთრი სიმძლავრისა და მაქსიმალური სიჩქარეების მნიშვნელობები.....108
- ცხრილი 2.6 მოძრაობის საშუალო სიჩქარის  $V_t$ , საწვავის საგზაო ხარჯის  $Q_s$  და კუთრი მწარმოებლურობის  $W_d$  მნიშვნელობები სხვადასხვა კუთრი სიმძლავრეებზე.....109

ცხრილი 2.7 “მერსედეს-ბენც აქტროს-1853”-ის ტექნიკური მონაცემები.....113

## ნახაზების ნუსხა

- ნახ. 1.1 საავტომობილო ტრანსპორტით გადაზიდული ტვირთების მოცულობის (მლნ.ტ) ცვალებადობა წლების მიხედვით.....25
- ნახ. 1.2 ავტომობილების როლი 5 ძირითადი მავნე ნივთიერებით დაბინძურებაში: 1 – ნახშირუხანგი (C); 2 – ნახშირწყალბადები (CH), 3 – აზოტის უანგეულები (O<sub>x</sub>), 4 – მყარი ნაწილაკები.....32
- ნახ. 1.3. ავტომობილის კონსტრუქციისადმი წაყენებული ძირითადი მოთხოვნები.....40
- ნახ. 1.4. ავტომობილის ტექნიკური დონის განმსაზღვრელი ძირითადი საექსპლუატაციო თვისებები.....41
- ნახ. 1.5 მაგისტრალურ ციკლში ავტომობილების მოძრაობის სინქარების გრაფიკი.....46
- ნახ. 1.6. ავტომობილის უსაფრთხოების ძირითადი მაჩვენებლები....48
- ნახ. 1.7 საქართველოს ავტოსატრანსპორტო სისტემის სქემა.....61
- ნახ. 1.8 საქართველოში საავტომობილო გადაზიდვებით დაკავებულ მეწარმეთა განაწილება სატრანსპორტო საშუალებების რაოდენობის მიხედვით.....65
- ნახ. 1.9 გადაზიდვების მოცულობების განაწილება ტვირთების სახეობების მიხედვით: 1 - სამშენებლო ტვირთები; 2 - სასოფლო სამეურნეო და კვების პროდუქტები; 3 - ნავთობპროდუქტები; 4 - სხვადასხვა საყოფაცხოვრებო და კომუნალური ტვირთები.....66
- ნახ. 2.1 სამოდელი გზის გრძივი ქანობების დახრილობათა ის განაწილების სიხშირის ჰისტოგრამა ა) ქანობის სიდიდის მიხედვით ი; ბ) ქანობის სიგრძის მიხედვით ლ; ქანობის დახრილობის საშუალო მატემატიკური მოლოდინი მის=230/00.....78
- ნახ. 2.2 სამოდელი გზაზე მოსახვევების რადიუსების R მნიშვნელობების მიხედვით განაწილების ჰისტოგრამა F<sub>R</sub>.....78
- ნახ. 2.3. ნახ. 2.3. „მაზ-6422“ მარკის ავტომობილის დიზელის ძრავის ნაწილობრივი სადატვირთო მახასიათებლები. მუხლა ლილვის ბრუნვის n სიხშირეზე, წთ-1: 1 - 1400; 2 - 2000; 3 - 2600.....81
- ნახ. 2.4. ავტომატარებელ „მაზ 6422“-ის გაქანების მახასიათებელი 80 კმ/სთ სინქარემდე: 1 – კომპიუტერული მოდელირებით

	მიღებული; 2 – ექსპერიმენტებით მიღებული.....	90
ნახ. 2.5	არახილვად მოსახვევებში მოძრაობის სიჩქარეების ნორმირებული მნიშვნელობების მოხვევის რადიუსზე დამოკიდებულების გრაფიკი.....	96
ნახ. 2.6	სამოდელო გზის მონაკვეთზე ავტომობილის მოძრაობის დასაშვები სიჩქარეების გრაფიკის (1) და ამავე მონაკვეთზე სატვირთო ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარეთა ეპიურის (2) ფრაგმენტები.....	97
ნახ. 2.7	სატრანსპორტო ნაკადების სიჩქარეები $V$ ვაკე და ბორცვიან გზებზე ნაკადების ინტენსიურობისაგან $Na$ დამოკიდებულებით.....	98
ნახ. 2.8	ავტომობილის მოძრაობის პროცესის კომპიუტერზე მოდელირების ბლოკ-სქემა.....	103
ნახ. 2.9	სატვირთო ავტომატარებლების – “მაზ-6422” (ა) და “მერსედეს-ბენც აქტროს – 1853” (ბ) სამოდელო გზაზე მოძრაობის საშუალო სიჩქარის $V_s$ , საწვავის საგზაო ხარჯის $Q_s$ და კუთრი მწარმოებლურობის $W_d$ მდგენელის დამოკიდებულება ავტომობილის კუთრი სიმძლავრისაგან $P_s$ .....	111
ნახ. 3.1	დიზელის ძრავიანი ავტომატარებლის „მაზ 6422“-ის გამონაბოლქვ აირებში $CO$ -ს მოცულობითი რაოდენობის შემცირების დამოკიდებულება ავტომობილის კუთრი სიმძლავრისა ( $P_s$ ) და შესაბამისი მოძრაობის საშუალო სიჩქარისაგან ( $V_t$ ).....	120

## შესავალი

**ნაშრომის აქტუალობა.** საავტომობილო ტრანსპორტი საქართველოს სატრანსპორტო სისტემის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი შემადგენელი ნაწილია. მისი ძირითადი დადებითი თვისებებია ტვირთების გადაზიდვების შესაძლებლობა უშუალოდ დანიშნულების ადგილამდე. იგი ასევე გამოირჩევა ტვირთზიდვის მობილურობით, გადაზიდვების სისწრაფით, მოხერხებულობით და ეკონომიურობით.

საავტომობილო სატვირთო სატრანსპორტო სისტემის მაღალეფექტიანი ფუნქციონირებისათვის საჭიროა: სატვირთო გადაზიდვების პროცესში სამუშაო პირობებთან ადაპტირებული საექსპლუატაციო თვისებების მქონე ავტოსატრანსპორტო საშუალებების (ასს) გამოყენება; სატვირთო ავტოსატრანსპორტო საშუალებების საექსპლუატაციო თვისებების სრულად გამოყენების უზრუნველსაყოფა; სატვირთო გადაზიდვების ორგანიზების საქმეში თანამედროვე მეთოდების დანერგვა.

არსებული გამოკვლევების თანახმად, საქართველოში სატვირთო გადაზიდვებისას ავტომობილების ეფექტიანობის ამაღლებისათვის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს ასს-ს წვეით-სიჩქარითი თვისებების მოძრაობის პირობებთან ადაპტირების უზრუნველყოფა. უკანასკნელის მიღწევის ერთ-ერთ ეფექტიან მეთოდს კი წარმოადგენს ასს-ს ძრავის სიმძლავრის შერჩევა მოძრაობის პირობების შესაბამისად, რაც განაპირობებს მოძრაობის საშუალო სიჩქარის და მწარმოებლურობის მაღალ მნიშვნელობებს საწვავის და სხვა მატერიალური საშუალებების მინიმალური დანახარჯებით.

დადგენილია, რომ ავტოსატრანსპორტო საშუალების წვეით-სიჩქარითი თვისებების შეფასებისა და მისი რეალურ საგზაო პირობებში სატრანსპორტო ნაკადებში მუშაობის პირობებთან ადაპტირების ხარისხის მახასიათებელ ინტეგრალურ პარამეტრს წარმოადგენს ასს-ს კუთრი სიმძლავრე. იგი ახასიათებს ასს-ს ენერგოაღჭურვილობის დონეს. დაბალი კუთრი სიმძლავრის ავტომობილები გზის აღმართებზე მოძრაობენ დაბალი სიჩქარეებით ტრანსმისიის დაბალ საფეხურებზე და ძრავის მაღალ სადატვირთვო რეჟიმებზე, რის გამოც საწვავის საგზაო ხარჯი იზრდება; ამასთან

ფერხდება სატრანსპორტო ნაკადების მოძრაობა და მცირდება საგზაო მოძრაობის უსაფრთხოება. მაღალი კუთრი სიმძლავრის ავტომობილების გამოყენებისას კი ყველა აღნიშნული პარამეტრი უმჯობესდება. შესაბამისად, დღეისათვის მთელ რიგ ეკონომიკურად განვითარებულ ქვეყნებში დაწესებულია მოთხოვნები სატვირთო ავტომობილების მინიმალური კუთრი სიმძლავრის მიმართ. მაგალითად, ამერიკის შეერთებულ შტატებში მინიმალური დასაშვები კუთრი სიმძლავრე ამ ტიპის ავტომობილებისათვის შეადგენს 8,16 კვტ/ტ-ს; დიდ ბრიტანეთში – 5,88 კვტ/ტ-ს, ხოლო დასავლეთ ევროპის სხვა ქვეყნებში – 5,58 კვტ/ტ-ს.

ამასთანავე უნდა შევნიშნოთ, რომ ასს-ს კუთრი სიმძლავრის მნიშვნელობის განსაზღვრულ სიდიდეზე მეტად გაზრდამ შეიძლება გამოიწვიოს ასს-ს ეფექტიანობის შემცირება, თუ არ მოხდა კუთრი სიმძლავრის გაზრდილი მნიშვნელობის სრული რეალიზება მოძრაობის მოცემულ პირობებში. შედეგად, მოძრაობის საშუალო სიჩქარის და მწარმოებლურობის ზრდის ტემპი საგრძნობლად შემცირდება, ხოლო საწვავის საგზაო ხარჯი და გადაზიდვებზე დანახარჯები გაიზრდება. აღნიშნულიდან გამომდინარე, მოცემულ საგზაო პირობებში ასს-ს კუთრი სიმძლავრის რაციონალურ მნიშვნელობად უნდა იქნას მიჩნეული კუთრი სიმძლავრის ის მნიშვნელობა, რომელიც განაპირობებს ასს-ს საექსპლუატაციო თვისებების სრულად რეალიზებას და ამასთან, მინიმალური მატერიალური დანახარჯებით უზრუნველყოფს ტვირთის გადაზიდვის მაქსიმალურ კუთრ მწარმოებლურობას. კუთრი სიმძლავრის რაციონალური მნიშვნელობის მიხედვით შეიძლება დადგინდეს მოცემული ასს-ს სრული წონისათვის ძრავის მაქსიმალური სიმძლავრის რაციონალური სიდიდე ან პირიქით, ასს-ს ძრავის მოცემული მაქსიმალური სიმძლავრისათვის – ასს-ს რაციონალური ტვირთმზიდაობა. ავტომობილის კუთრი სიმძლავრის, ძრავის მაქსიმალური სიმძლავრის და ტვირთმზიდაობის რაციონალური მნიშვნელობების გათვალისწინებით ასს-ს პარკის ფორმირება და მისი გამოყენებით გადაზიდვების შესრულება მნიშვნელოვნად აამაღლებს საავტომობილო სატვირთო გადაზიდვების ეფექტიანობას.

ზემოაღნიშნულის შესაბამისად საქართველოში სატვირთო გადაზიდვების ეფექტიანობის ამაღლების თვალსაზრისით, საქართველოს საექსპლუატაციო პირობების თავისებურებათა გათვალისწინებით სატვირთო ავტოსატრანსპორტო საშუალებების რაციონალური კუთრი სიმძლავრის განსაზღვრის და სათანადო ასს-ს პარკის შექმნის მეთოდების დამუშავება დღეისათვის აქტუალურ მეცნიერულ პრობლემას წარმოადგენს.

*სამუშაოს მიზანია* – საქართველოში სატვირთო ავტომობილების ეფექტიანობის ამაღლება საექსპლუატაციო პირობებთან მათი ადაპტირების მეთოდების დამუშავების გზით.

მითითებული მიზნის მისაღწევად გადაჭრილი იქნა შემდეგი ძირითადი ამოცანები:

– სატვირთო გადაზიდვებისას ავტომობილების ეფექტიანობის შეფასებისა და ამაღლების მეთოდების დადგენა ლიტერატურული წყაროების ანალიზის საფუძველზე.

– სატვირთო გადაზიდვებისას ავტომობილების ეფექტიანობაზე მოქმედი ძირითადი ფაქტორების დადგენა და გამოკვლევა საქართველოს საგზაო პირობებში;

– ასს-ს მოძრაობის საშუალო სიჩქარის და საწვავის საგზაო ხარჯის კომპიუტერული მოდელირებით განსაზღვრის მეთოდის დამუშავება (მუშაობის რეალური სადატვირთო რეჟიმების და საგზაო – სატრანსპორტო პირობების გათვალისწინებით);

– საქართველოს საგზაო პირობებში სატვირთო ავტომობილების ეფექტიანობის ამაღლებისათვის მათი კუთრი სიმძლავრის რაციონალური სიდიდეების დადგენა და ძრავას შესაბამისი სიმძლავრის განსაზღვრა;

– ასს-ს კუთრი სიმძლავრის, ძრავის მაქსიმალური სიმძლავრის და ტვირთმზიდლობის რაციონალური მნიშვნელობების გათვალისწინებით ავტოპარკის შექმნის მეთოდის დამუშავება;

– ნაშრომის ფარგლებში შესრულებული კვლევების შედეგების რეალიზების შედეგად მიღებული ეკონომიკური და ეკოლოგიური ეფექტების დადგენა.



*კვლევის ობიექტია* მაგისტრალური მძიმე სატვირთო ავტოსატრანსპორტო საშუალებები და ავტომატარებლები.

***სამუშაოს მეცნიერული სიახლე:***

– პირველადაა მეცნიერულად გამოკვლეული და შეფასებული საქართველოს რეალურ საგზაო პირობებთან სატვირთო ავტოსატრანსპორტო საშუალებების წვეით-სიჩქარითი თვისებების და მათი განმსაზღვრელი პარამეტრის – ასს-ს კუთრი სიმძლავრის ადაპტირების ხარისხი. შესაბამისად, დამუშავებულია ასს-თა კუთრი სიმძლავრის რაციონალური მნიშვნელობების განსაზღვრის მეთოდი, რომელშიც შემფასებელი კრიტერიუმის – კუთრი მწარმოებლურობის საანგარიშო ფორმულა ითვალისწინებს კუთრი სიმძლავრისაგან დამოკიდებულებით ასს-ს საკუთარი წონის ცვალებადობას.

– დამუშავებულია სატვირთო ავტოსატრანსპორტო საშუალებების ეფექტიანობის განმსაზღვრელი პარამეტრების – მოძრაობის საშუალო სიჩქარის და საწვავის საგზაო ხარჯის საანგარიშო სრულყოფილი მოდელი, რომელიც კომპიუტერზე მისი რეალიზებისას, არსებულისაგან განსხვავებით, ითვალისწინებს გზის გრძივი და განივი პროფილის ელემენტების და სატრანსპორტო ნაკადების პარამეტრების ცვალებადობას; ძრავის ნაწილობრივ და ცვალებად სადატვირთო მახასიათებლებზე მუშაობას, ასს-ს გადაცემათა კოლოფში გადაცემების გადართვის პროცესს.

– საქართველოს საგზაო პირობებისათვის პირველადაა დადგენილი მძიმე სატვირთო ავტომობილების და ავტომატარებლების კუთრი სიმძლავრის, ძრავის მაქსიმალური სიმძლავრის და ტვირთშიდაობის რაციონალური მნიშვნელობები და შესაბამისად დამუშავებულია ასს-ს პარკის ფორმირების მეთოდი; მათი რეალიზება უზრუნველყოფს საქართველოში საავტომობილო სატვირთო გადაზიდვების ეფექტიანობის მნიშვნელოვნ ამაღლებას.

***ნაშრომის აპრობაცია:***

დისერტაციის მასალები მოხსენებული იქნა საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე – „საავტომობილო ტრანსპორტისა და ავტოსაგზაო ინფრასტრუქტურის განვითარების პრობლემები“, თბილისი, 2009წ.; საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია „გარემოს

დაცვა და მდგრადი განვითარება“, თბილისი, 2010; სტუ-ს 90 წლისთავისადმი მიძღვნილი სტუდენტთა მე-80 საიუბილეო საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციაზე, სტუ, თბილისი, 2012 წ.

*პუბლიკაციები.* დისერტაციის მასალების მიხედვით გამოქვეყნებულია 5 ნაშრომი, 1-გადაცემულია გამოსაქვეყნებლად.

*ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა.* დისერტაცია შედგება შესავლის, 2 ნაწილის, 3 თავის, დასკვნების, გამოყენებული ლიტერატურის სიის და დანართისაგან. ნაშრომი შეიცავს კომპიუტერზე დაბეჭდილ 135 გვერდს, მათ შორის 16 ცხრილს, 19 ნახაზს და დანართს 8 გვერდზე.

# I. ლიტერატურის მიმოხილვა

## 1. ავტომობილების ეფექტიანობა სატვირთო გადაზიდვებისას და მასზე მოქმედი ძირითადი ფაქტორები

### 1.1. საავტომობილო სატვირთო გადაზიდვების ეფექტიანობა, მისი მაჩვენებლები და გავლენა ეროვნულ მეურნეობასა და გარემოზე

სატვირთო საავტომობილო ტრანსპორტი საქართველოს სატრანსპორტო სისტემის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი შემადგენელი რგოლია. მისი ძირითადი დადებითი თვისებებია ტვირთების გადაზიდვების შესაძლებლობა კარიდან-კარამდე და დანიშნულების ადგილამდე, რის გამოც იგი გადაზიდვების ციკლის აუცილებელი მონაწილე საშუალებაა. ამასთან ერთად საავტომობილო ტრანსპორტი გამოირჩევა ტვირთზიდვის მობილურობით, მაღალი მწარმოებლურობით, გადაზიდვების სისწრაფით, მოხერხებულობით და ეკონომიურობით.

სატვირთო საავტომობილო გადაზიდვებისათვის (სსგ) ძირითადი დამახასიათებელი ფაქტორებია:

- მიმოსვლის ფართო გეოგრაფია;
- გადასაზიდი ტვირთების ფართო ნომენკლატურა: სხვადასხვა ტიპის მსუბუქი და მძიმე მრეწველობის პროდუქციის წვრილი და მსხვილი პარტიები; მძიმე და ზემძიმე სპეციალური ტვირთები; კვების და სასოფლო სამეურნეო პროდუქტები; ცოცხალი ცხოველები; სპეციალური მოწყობილობები და სხვა მრავალი სახეობის ტვირთები;
- „კარიდან-კარამდე“ გადაზიდვის პრინციპი;
- გადაზიდვების მობილურობა, მოხერხებულობა.

სატვირთო საავტომობილო გადაზიდვები მასზე მოთხოვნილების მიხედვით შეიძლება დაეყოს ორ ძირითად სახეობად [1,2]:

პირველი – ე.წ. ტრამპული (ინგლისური სიტყვა „ტრამპ“ – მოხეტიალე, არარეგულარული და წინასწარ არადამაგრებული მარშრუტით) გადაზიდვები, რაც სრულდება ერთჯერადად (ან მრავალჯერადად) ურთიერთშეთანხმების საფუძველზე – ჩარტერულად სხვადასხვა მარშრუტებზე და დათქმულ დროში. ამ დროს ტვირთი

გადაიზიდება ერთიდაიგივე სატრანსპორტო საშუალებით გაგზავნის პუნქტიდან დანიშნულების პუნქტამდე (ტვირთმიმღებამდე);

მეორე – ტვირთების გადაზიდვა პარტიებად რეგულარულ ხაზებზე (რეგულარული გადაზიდვები), რომლებიც ტრამპული გადაზიდვებისაგან განსხვავებით სრულდება ზუსტად განსაზღვრულ მარშრუტებზე წინასწარ დადგენილი განრიგით. ტვირთი მიიტანება ტერმინალებში – სატვირთო სადგურებში, რომლებიც განლაგებულია მარშრუტის ბოლო პუნქტებში. ტერმინალებიდან საბოლოო პუნქტამდე ტვირთს გადაზიდვენ ტვირთმიმღებები. შეიძლება ტვირთი მიტანილი იქნას საჭიროების შემთხვევაში სხვა სახის ტრანსპორტთან (მატარებელი, გემი ან თვითმფრინავი) – შემდგომი გადაზიდვისათვის. რეგულარული გადაზიდვები ხორციელდება ტვირთის მფლობელსა და დამკვეთს შორის ორმხრივი შეთანხმების საფუძველზე.

როგორც წესი, ტვირთების გადაზიდვა ხორციელდება ერთი სახეობის ან რამდენიმე სახეობის ტრანსპორტით; ამასთანავე გადაზიდვებში შეიძლება მონაწილეობდეს ერთი ან რამდენიმე სატრანსპორტო სუბიექტი და ტვირთი გადაიზიდება ერთიდაიგივე სატრანსპორტო საბუთებით და ტარით.

კომბინირებული გადაზიდვებისას სხვადასხვა სატრანსპორტო საშუალებებზე გადაიტვირთება ტარა-კონტეინერი; ბოლო პერიოდში საკმაოდ გავრცელება კპოვა კონტრეილერულმა გადაზიდვებმაც, როცა სხვადასხვა სახეობის სატრანსპორტო საშუალებებზე გადაიტვირთება მთლიანად დატვირთული სატრანსპორტო საშუალება ან მისი მისაბმელი;

**სატვირთო სატრანსპორტო პროცესი** მოიცავს ტვირთის მომზადებას ტრანსპორტირებისათვის, მის დატვირთვას და გადმოტვირთვას, ტვირთის მიღებას, ავტოსატრანსპორტო საშუალების (ასს-ს) მიწოდებას, ტვირთის ტრანსპორტირებას, ტვირთის ჩაბარებას ადრესატისათვის.

სატვირთო ავტომობილის ეფექტიანობა განისაზღვრება დროის ერთეულში გადაზიდული ტვირთის მოცულობით ანუ მწარმოებლურობით  $W_p$  ტ.კმ/სთ, ტვირთის მიტანის საშუალო სიჩქარით  $V_t$  და ტვირთის გადაზიდვაზე გაწეული დანახარჯებით  $C_t$ . რაც

მაღალია ტვირთზიდვის საშუალო სიჩქარე, მით მაღალია ტვირთბრუნვა და შესაბამისად ერთდღივივე სატრანსპორტო საშუალებებით გადაზიდული ტვირთის მოცულობა. გზაზე ტვირთზიდვის სიჩქარე დამოკიდებულია ავტომობილის წვეით-სიჩქარითი თვისებებზე, საექსპლუატაციო პირობებზე და სატრანსპორტო პროცესის ორგანიზაციის სრულყოფაზე [3].

საქართველოში სატვირთო გადაზიდვების ეფექტიანობის ამაღლებას განვიხილავთ, როგორც ჩვენი ქვეყნისათვის დამახასიათებელ საექსპლუატაციო პირობებში ავტოტრანსპორტით ტვირთის გადაზიდვებზე დანახარჯების შემცირებას სატრანსპორტო პროცესის ტექნიკურ-ორგანიზაციული სრულყოფის გზით. ძირითადი ეფექტი გადაზიდვების საწარმოო პროცესის ტექნიკურ-ორგანიზაციული სრულყოფის შედეგად გამოიხატება გადაზიდვების დროის და საწვავის საგზაო ხარჯის შემცირებით.

ტექნიკური სრულყოფა გულისხმობს მოცემულ საექსპლუატაციო პირობებთან ადაპტირებული კონსტრუქციის სატვირთო ავტომობილების გამოყენებას, რაც საშუალებას იძლევა სატვირთო გადაზიდვები ვაწარმოთ გადაზიდვების მაღალი მწარმოებლურობით (ტკმ) და მინიმალური თვითღირებულებით (ლარი/ტკმ) .

ორგანიზაციული სრულყოფა გულისხმობს სატვირთო გადაზიდვების პროცესის შესრულებაზე დროისა და მატერიალური დანახარჯების მინიმუმამდე შემცირებას ასს-ს საექსპლუატაციო თვისებების სრულად გამოყენებით.

ავტომობილის მაღალი ეფექტიანობის მისაღწევად არაა საკმარისი მხოლოდ მისი კონსტრუქციული სრულყოფა, არამედ საჭიროა მისი საექსპლუატაციო ხარისხის მახასიათებელი პარამეტრების მნიშვნელობები შერჩეული იქნას მუშაობის პირობების შესაბამისად.

საავტომობილო სატვირთო გადაზიდვები სიშორის მიხედვით იყოფა ორ ჯგუფად: ადგილობრივი გადაზიდვები 50 კმ-ს ფარგლებში სიშორით და შორეული გადაზიდვები მაგისტრალურ გზებზე ქალაქებს, დასახლებულ პუნქტებს და სამრეწველო ობიექტებს შორის [2].

სატვირთო საავტომობილო მოძრავი შემადგენლობის მუშაობის პირობები კლასიფიცირდება შემდეგ ჯგუფებად [3,4,5]:

1. სატრანსპორტო პირობები:

- ტვირთის სახეობა;
- გადაზიდვების მოცულობა, ტვირთბრუნვის ხასიათი და რიტმი;
- გადაზიდვის დროულობა;
- გადაზიდვის სიშორე;
- დატვირთვა-გადმოტვირთვის პირობები.

2. საგზაო პირობები:

• გადაზიდვების ადგილმდებარეობის (რაიონი, რეგიონი, ქვეყანა, ქვეყნების ჯგუფი) რელიეფი (ვაკე, ბორცვიანი, მთიანი, მაღალმთიანი);

• გზის საფარის ტიპი და მდგომარეობა გამავლობის თვალსაზრისით, მისი სიმტკიცე და ტვირთმზიდაობა;

• საგზაო ნაგებობების: ხიდების, გვირაბების, ესტაკადების, დამცავი კონსტრუქციების, წყალგამტარების და სხვა მოწყობილობების სიმტკიცე, გამართულობა და საექსპლუატაციო მდგომარეობა;

• გზის გრძივი და განივი პროფილის ელემენტების პარამეტრები და სიხშირე, მდებარეობა ზღვის დონიდან (აღმართები და დაღმართები, მათი სიგრძეები და დახრილობები, მოსახვევები და ვერტიკალური მრუდები, მათი რადიუსები, სერპანტინები და ვირაჟები, სავალი ზოლების რაოდენობა, ზოლის სიგანე);

• გაზაზე სატრანსპორტო საშუალებების მოძრაობის ინტენსიურობა და შემადგენლობა;

• გაზაზე მოძრაობის ორგანიზაციის მაინფორმირებელი საშუალებების დონე;

3. კლიმატური პირობები:

• ცივი კლიმატის ზონა: წელიწადში 180-300 დღე 0<sup>0</sup>ჩ-ის ქვემოთ;

• ზომიერი კლიმატი: წელიწადში 180-300 დღე 0<sup>0</sup>ჩ-ის ზემოთ 30<sup>0</sup>ჩ-მდე;

• ცხელი კლიმატის ზონა 30<sup>0</sup>ჩ- მაღალი ტემპერატურა წელიწადში 180-300 დღე;

4. ორგანიზაციულ-ტექნიკური პირობები:

- ექსპლუატაციის რეჟიმები: განწესში ყოფნის დრო, გადაზიდვების მანძილი, საშუალო დღიური და წლიური გარბენი, სამუშაო ავტომობილ-დღეები, დასვენების რეჟიმები და ა.შ.

- მარშრუტებზე გადაზიდვების რეგულარობა;

- ავტომობილის სადღეღამისო დგომის პირობები (გარაჟში და გარაჟის გარეშე);

- ტექნიკური მომსახურების და რემონტის მეთოდები და ორგანიზაცია;

- მძღოლთა მუშაობის რეჟიმები და ორგანიზაცია;

ექსპლუატაციის ყველა ზემოთხამოთვლილი პირობები გარკვეულ მოთხოვნებს აყენებს გადაზიდვებისათვის სატვირთო საავტომობილო პარკის შერჩევას. ასე, მაგალითად, ტვირთის ფიზიკური თვისებების, მოცულობის, წონის, ფორმის და ტარის ტიპის მიხედვით უნდა შევირჩიოთ ავტომობილის ძარის ტიპი (პლატფორმა, ცისტერნა, ფურგონი და სხვა) და მისი ტევადობა. გადაზიდვების მოცულობის და პარტიების, ასევე ძარაზე დატვირთვა-გადმოტვირთვის პირობები გათვალისწინებული უნდა იქნეს მოძრავი შემადგენლობის ტვირთმზიდობისა და სპეციალიზაციის შესარჩევად.

გადაზიდვების დროულობა და სიშორე განსაზღვრავს ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარეს, სვლის მარაგს. ტვირთის კლიმატისა და გარემოს ზემოქმედებისაგან დაცვის თვალსაზრისით გათვალისწინებული უნდა იქნეს სპეციალური კონსტრუქციის ძარა. კლიმატური პირობების მიხედვით შექმნილი უნდა იყოს კაბინაში მძღოლის მუშაობის, და ასევე ტვირთის საჭირო ტემპერატურულ რეჟიმებზე შენახვის პირობები. ავტომობილის მაღალეფექტიანობის მისაღწევად აუცილებელია მათი ტექნიკური მომსახურებასა და რემონტის მაღალგანვითარებული ქსელი.

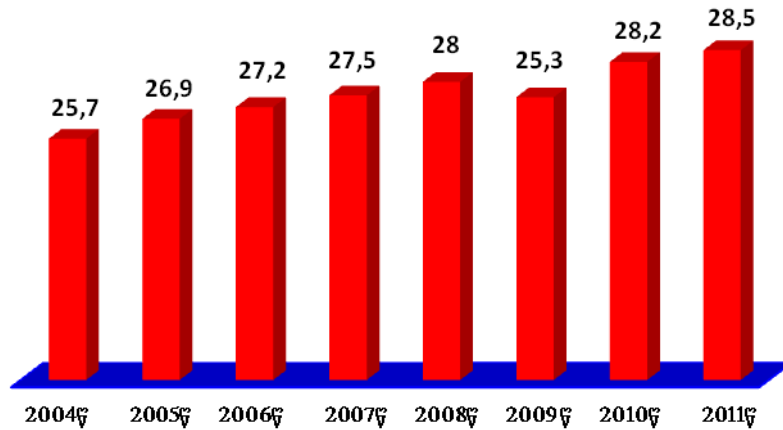
საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებულია ძირითადად ზომიერი კლიმატური პირობები, ხოლო საგზაო პირობები რთული გეოგრაფიული რელიეფის გამო მოიცავს, როგორც ვაკე, ასევე ბორცვიან და მთაგორიან გზებს.

საქართველოს საგზაო ქსელი რელიეფური სირთულის, არასაკმარისი სიმჭიდროვის და კონსტრუქციული სრულყოფის,

საავტომობილო გადაზიდვებზე მოთხოვნების მაღალი დონის გამო, ხასითდება სატრანსპორტო ნაკადების მოძრაობის დიდი ინტენსიურობით და რთული შემადგენლობით, რაც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს გადაზიდვების ეფექტიანობაზე. ასე მაგალითად, თუ ვაკე რელიეფის გზებზე მოძრაობის დაბალი ინტენსიურობისას სატვირთო ავტომობილის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე 15-20%-ით მაღალია, ვიდრე მოძრაობის საშუალო ინტენსიურობის დროს, მთავორიან გზებზე საშუალო სიჩქარის ეს სხვაობა შეიძლება 40-50%-ს შეადგენდეს. ამიტომ, საგზაო პირობების გავლენა საქართველოში სატვირთო გადაზიდვების ეფექტიანობაზე განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია და გადაზიდვებისათვის სატვირთო მოძრავი შემადგენლობის შერჩევისას მისი და სატრანსპორტო ნაკადებში მოძრაობის პირობების გათვალისწინება წარმოადგენს აქტუალურ საკითხს. გზის გრძივი და განივი პროფილის ელემენტებს, რომლებიც ავტომობილის მუშაობის რეჟიმების ფორმირებაზე ახდენენ გლამწვევებ გავლენას, მიკუთვნება გზის სავალი ნაწილის სიგანე, მოძრაობის ზოლების რაოდენობა, გრძივი ქანობების დახრილობის სიდიდე და მათი სიგრძე, მოსახვევების რადიუსების სიდიდე, გზის სავალი ნაწილის ხილვადობის მანძილი, გზის გრძივი და განივი პროფილის ელემენტების ურთიერთმონაცვლეობა, გზის საფარის მდგომარეობა და ტიპი.

სატვირთო საავტომობილო ტრანსპორტის მუშაობის ეფექტიანობის საერთო მაჩვენებელია გადაზიდული ტვირთების მოცულობა. ნახ. 1.3.-ზე ნაჩვენებია საქართველოში სატვირთო საავტომობილო ტრანსპორტით გადაზიდული ტვირთების მოცულობის ცვალებადობა წლების მიხედვით [6]. ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ საავტომობილო ტრანსპორტით გადაზიდვების მოცულობა ბოლო წლებში ნაკლებად ცვალებადია;





ნახ.1.1. საავტომობილო ტრანსპორტით გადაზიდული ტვირთების მოცულობის (მლნ.გ) ცვალებადობა წლების მიხედვით

ერთ პირობითად საშუალო ტვირთმზიდაობის ავტომობილზე მოსული ტვირთხიდვის წლიური მოცულობა გამოითვლება ფორმულით [4]:

$$\Delta Q = \frac{Q}{n}, \quad \text{ტ/ავტ}, \quad (1.1)$$

სადაც,  $Q$  – საერთო ტვირთხიდვის წლიური მოცულობაა, ტ;  $n$  – საქართველოში საშუალო პირობითი ტვირთმზიდაობის (ნომინალური ტვირთმზიდვობა  $q_n = 4 \div 5$  ტ) მუშა ავტომობილების რაოდენობა. (ქვეყანაში რეგისტრირებული მუშა სატვირთო სატრანსპორტო საშუალებების რაოდენობისა და ტვირთმზიდაობის გათვალისწინებით მიიღება  $n=37000$ ). 2011 წლის მონაცემების მიხედვით (ნახ.1.3)  $Q$

$$\Delta Q = \frac{27500000}{37000} \approx 743 \quad \text{ტ/ავტ} \quad 1.2$$

ეს მაჩვენებელი გვიჩვენებს, რომ ერთი საშუალო პირობითი ტვირთმზიდაობის სატვირთო ავტომობილის წლიური მუშა გზობების რაოდენობა შეადგენს დაახლოებით 150-ს, რაც პრაქტიკაში არსებულ ნორმასთან შედარებით 2...2.5-ჯერ ნაკლებია და მიუთითებს სატვირთო ავტომობილების გამოყენების დაბალ დონეზე და მათი უქმი დგომის დიდ პერიოდებზე.

სატვირთო ავტოსატრანსპორტო საშუალების (ასს) გამოყენების ეფექტიანობის ერთერთი მაჩვენებელია ასევე გადაზიდვების თვითღირებულება. მოცემულ საექსპლუატაციო პირობებში გადაზიდვების თვითღირებულების განმსაზღვრელი პარამეტრებია მოძრაობის საშუალო სიჩქარე და მატერიალური ანუ საექსპლუატაციო დანახარჯები გადაზიდვაზე [7][8][9].

ამერიკელი მეცნიერი ს. ჰალბერტი [7] აღნიშნავს, რომ ავტომობილის საექსპლუატაციო დანახარჯებში ყველაზე დიდი – **საწვავის ხარჯის** სიდიდე, გარდა ასს-ს წვეთ-სიჩქარითი თვისებებისა, მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული მოძრაობის საგზაო პირობებზე და ავტომობილების მუშაობის რეჟიმებზე. მისი მონაცემებით, თანამედროვე საშუალო ტვირთამწეობის სატვირთო ავტომობილის საწვავის ხარჯი შეადგენს საშუალოდ 18-20 ლიტრს/100კმ-ზე [7].

დანახარჯები საწვავზე შეიძლება გამოითვალოს ფორმულით [8]:

$$C_k = 1,05H_{km}C_k, \quad \text{ლარი/კმ}, \quad (1.3)$$

სადაც,  $H_{km}$  – საწვავის საშუალო დღიური ხარჯია 100 კმ სამუშაო გარბენზე (ტვირთმზიდობის გამოყენების კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობა  $\gamma_{\text{ტ}}=0,5\div 0,7$ );  $C_k$  – საწვავის ფასია, ლარი; 1,05 – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს საწვავის ხარჯს ნულოვან გარბენზე და მოძრაობის პირობების სირთულეზე.

საექსპლუატაციო დანახარჯების მეორე მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნაწილი მოდის **საბურავების ცვეთაზე**, რომელიც დამოკიდებულია ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარეებზე, გზის საფარის ტიპზე, გზის გრძივი და განივი პროფილის პარამეტრების სიდიდეებზე.

დანახარჯები საბურავების ცვეთაზე შეიძლება გამოითვალოს ფორმულით [7]:

$$C_R = \frac{H_R + n_R}{1000}, \quad \text{ლ/1000კმ}, \quad 1.4$$

სადაც,  $H_R$  – საბურავის ცვეთაზე დანახარჯია 1000 კმ გარბენზე (ჩვენს პირობებში მიღებულია  $H_R=300-350$  თეთრი/1000კმ);  $n_R$  – სატვირთო ავტომობილის საბურავების რაოდენობა.

ცხრილში 1.1. მაგალითის სახით მოყვანილია ორხიდიანი სატვირთო ავტომობილის საბურავების ცვეთაზე დანახარჯები სხვადასხვა მოძრაობის რეჟიმებისა და გზის საფარის ტიპისათვის [7][8].

*ცხრ.1.1. ორხიდიანი სატვირთო ავტომობილის საბურავების ცვეთაზე დანახარჯები სხვადასხვა მოძრაობის რეჟიმებისა და გზის საფარის ტიპისათვის*

მოძრაობის რეჟიმები და გზის საფარის ტიპი	საბურავის ცვეთაზე ღირებულება (ერთ ხიდზე), ცენტ/კმ	
	უკანა ხიდი – ოთხი საბურავი, მასით: 5443კგ	წინა ხიდი – ორი საბურავი, მასით: 1814კგ
72 კმ/სთ სიჩქარით მოძრაობისას სრულყოფილ ბეტონის საფარიან გზაზე	0,25	0,06
40-48 კმ/სთ სიჩქარით მოძრაობისას შიდასაქალაქო ოთხზოლიან, სრულყოფილ ბეტონის საფარიან გზაზე მოძრაობისას, (რეისზე 3-4 გაჩერების 1,6 კმ ინტერვალით)	1,22	1,74
40 კმ/სთ სიჩქარით მოძრაობისას სრულყოფილ საფარიან გზაზე 30 <sup>0</sup> -იან მოსახვევში	6,71	0,81
40 კმ/სთ სიჩქარით მოძრაობისას სრულყოფილ საფარიან გზაზე 60 <sup>0</sup> -იან მოსახვევში	67,10	5,72

თანამედროვე 6 საბურავით აღჭურვილი საშუალო ტვირთამწეობის ავტომობილის საბურავების ცვეთაზე ხარჯი შეადგენს საშუალოდ 0,07 აშშ დოლარს 1 კილომეტრ გარბენზე [7].

მესამე რანგის ხარჯებად მიღებულია ავტომობილის ტექნიკური მომსახურების და რემონტის კუთრი ხარჯი. მაგალითად, საშუალო ტვირთამწეობის თანამედროვე ავტომობილის ტექნიკური მომსახურების კუთრი ხარჯი ადგილობრივი გადაზიდვებისათვის წლიური გარბენით 25 ათასი კმ, შეადგენს 0,035 აშშ დოლარს კილომეტრზე [7]. ტექნიკური

მომსახურების კუთრი ხარჯები ძირითადად მოდის ძალოვანი გადაცემების, ნამწვი აირების გამობოლქვის სისტემის და მუხრუჭების მომსახურებაზე.

ტექნიკურ მომსახურებაზე და მიმდინარე რემონტზე დანახარჯები ( $C_{WR}$ ) განისაზღვრება ფორმულებით:

ახალი ავტომობილებისათვის

$$C_{WR} = \frac{H_W + 0,8H_R}{1000} \quad , \quad \text{თეთრი/კმ}, \quad (1.5)$$

ძველი ავტომობილებისათვის

$$C_{WR} = \frac{H_W + H_R}{1000} \quad , \quad \text{თეთრი/კმ}, \quad (1.6)$$

სადაც:  $H_W$ -ტექნიკურ მომსახურებაზე დანახარჯების ნორმაა 1000 კმ გარბენზე, ხოლო  $H_R$ - მიმდინარე რემონტზე დანახარჯების ნორმა 1000 კმ გარბენზე.

დანახარჯების სიდიდის მიხედვით შემდგომი პარამეტრია **ზეთის საექსპლუატაციო ხარჯი**, რაც დაკავშირებულია ზეთის დაძველებასთან, გატუჭყიანებასთან, დაწვასთან და შეცვლის პროცედურებთან. საზეთ-საცხ მასალებზე დანახარჯები აიღება საწვავზე დანახარჯების მიხედვით შემდეგი პროცენტებით [8]:

- ბენზინზე მომუშავე ძრავებისათვის 5% ანუ  $C_{oil} = 0,05C_k$ , თეთრი/ტ.კმ;

- დიზელზე მომუშავე ძრავებისათვის 7% ანუ  $C_{oil} = 0,07C_k$ , თეთრი/ტ.კმ;

- ბუნებრივ აირზე მომუშავე ძრავებისათვის 10% ანუ  $C_{oil} = 0,1C_k$ , თეთრი/ტ.კმ.

ცხრილში 1.2. მოცემულია სატვირთო ავტომობილის ზეთის საექსპლუატაციო ხარჯი სრულყოფილ საფარიანი გზაზე მოძრაობისას [8].

თანამედროვე საშუალო ტვირთამწეობის ავტომობილის ზეთის და საპოხი მასალების საექსპლუატაციო ხარჯი ადგილობრივი გადაზიდვებისათვის წლიური გარბენით 25 ათასი კმ, შეადგენს 0,45 აშშ დოლარს კილომეტრზე [7].

ცხრ.1.2. სატვირთო ავტომობილის ზეთის საექსპლუატაციო ხარჯი სრულყოფილ საფარიან გზაზე მოძრაობისას

მოძრაობის სიჩქარე, კმ/სთ	ზეთის საექსპლუატაციო ხარჯი ორხიდიანი სატვირთო ავტომობილისათვის, ლიტრი/100კმ
48	0,163
64	0,167
80	0,186
97	0,206

ავტომობილის ცვეთის დანახარჯების ხარისხი განისაზღვრება ავტომობილის საწყის და ჩამოწერის მომენტში ნარჩენ ფასებს შორის სხვაობის ამ პერიოდში გარბენასთან ფარდობით. ამ დანახარჯებზე დიდ გავლენას ახდენს ახალი და ჩამოსაწერი ავტომობილის საბაზრო ღირებულების ცვალებადობა. ავტომობილის ცვეთაზე დანახარჯები გამოითვლება ფორმულით [9]:

$$C_V = \frac{G_a(a_{ren} + a_R)100}{100 \cdot 1000}, \quad \text{თეთრი/კმ}, \quad (1.7)$$

სადაც,  $G_a$  – სრული წონაა,  $a_{ren}$  – ავტომობილის განახლებაზე ამორტიზაციის დანარიცხების ნორმა;  $a_R$  – ავტომობილის კაპიტალურ რემონტზე ამორტიზაციის დანარიცხების ნორმა.

გადაზიდვებზე საერთო დაყვანილი დანახარჯების ტექნიკური პარამეტრებით განპირობებული ნაწილი განისაზღვრება ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი დანახარჯების ჯამით.

გადაზიდვებზე დანახარჯების ორგანიზაციული ნაწილი შეიცავს მომსახურებისათვის საჭირო შენობა-ნაგებობების შენახვაზე, სხვადასხვა გადასახადებსა და მოსაკრებლებზე, სამეურნეო, საბროკერო და საექსპედიტორო მომსახურებაზე, ადმინისტრაციული და მმართველობითი პერსონალის ხელფასებზე დანახარჯებს, რომლებიც

გამოითვლება საათური ანაზღაურებით. გადაზიდვებზე ორგანიზაციულ დანახარჯებში შედის აგრეთვე დატვირთვა-გადმოტვირთვის ხარჯები და საგზაო გადასახადები. აღნიშნული დანახარჯები 1 კმ გარბენზე გამოითვლება ფორმულით [8]:

$$C_o = \frac{K_e L_a B_a}{K_y}, \quad \text{თეთრი/კმ}, \quad (1.8)$$

სადაც,  $K_e$  – 1კმ<sup>2</sup> მოსულ ფართზე წელიწადში ავტომობილის ხარჯის ემპირიული კოეფიციენტი;  $L_a$  და  $B_a$  – შესაბამისად, ავტომობილის გაბარიტული სიგრძე და სიგანე, მ;  $K_y$  – ავტომობილის წლიური გარბენი.

გადაზიდვების სრული დანახარჯები შეიძლება გამოთვლილი იქნეს, როგორც ერთ ტონაკილომეტრზე მოსული ყველა დანახარჯების ჯამი  $C$ :

$$C = C_w + C_s + C_{b-e} + C_{st}, \quad \text{ლ/ტ.კმ}, \quad (1.9)$$

სადაც,  $C_w$  – ცვლადი ხარჯებია ლარი/ტ.კმ-ზე;  $C_s$  – მუდმივი ხარჯები, ლარი/ტ.კმ-ზე;  $C_{b-e}$  – ხარჯები 1 ტ.კმ-ზე დატვირთვა-განტვირთვის სამუშაოებზე;  $C_{st}$  – 1 ტ.კმ-ზე გზის შენახვის ხარჯები.

საქართველოში სატვირთო გადაზიდვებით ყოველდღიურად დასაქმებულია სხვადასხვა ტვირთმზიდაობის 10-12 ათასამდე ავტოსატრანსპორტო საშუალება, ხოლო სულ რეგისტრირებულია სხვადასხვა კატეგორიის 60 ათასამდე სატვირთო ავტომობილი.

საქართველოში საავტომობილო ტრანსპორტით ბოლო წლის პერიოდში გადაზიდული იქნა დაახლოებით 28 მლნ. ტონა ტვირთი, რაც საერთოდ გადაზიდული ტვირთების დაახლოებით 60%-ს შეადგენს, და ეთანადება დაახლოებით 1-1,25 მილიარდი ლარის შესრულებულ სამუშაოს. ტვირთის გადაზიდვის საშუალო სიგრძე შეადგენს 160-180 კმ-ს, რის საფუძველზეც შესრულებული წლიური სამუშაო (ტვირთბრუნვა) ტოლი იქნება საშუალოდ 1 მილიარდ 960 მილიონი ტ/კმ-ს [6].

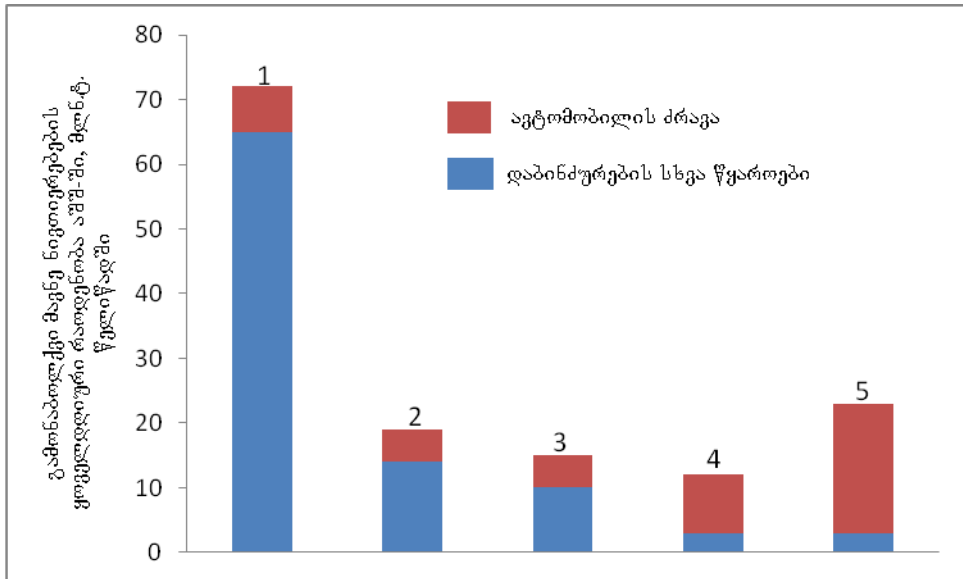
სატვირთო საავტომობილო გადაზიდვების მაღალი ეფექტიანობის მისაღწევად ავტომობილის ტვირთმზიდაობის და გარბენის გამოყენების

კოეფიციენტების მნიშვნელობები 0,7-ზე მეტი უნდა იყოს, ხოლო დატვირთვა-გადმოტვირთვის დრო საშუალოდ 0,3-0,5 სთ-ს არ უნდა აღემატებოდეს. საქართველოში სატვირთო საავტომობილო გადაზიდვებში ეს მაჩვენებლები შეასაბამისად შეადგენს საშუალოდ 0.5 და 1-1,5 სთ-ს და ნაჩვენებ ნორმებზე უარესია.

საავტომობილო ტრანსპორტი დიდ გავლენას ახდენს გარემოს გატუჭყიანებაზე ადამიანის ჯანმრთელობისათვის მავნე ნივთიერებებით. დადგენილია, რომ მსოფლიოში დღეისათვის 700 მლნ.-მდე ავტომობილია და მათზე მოდის ატმოსფეროს მავნე ნივთიერებებით დატუჭყიანების 70%-ზე მეტი [10][11]. ავტომობილი, რომელიც აკმაყოფილებს ევრო 1-ის სტანდარტს, ყოველ 100 კილომეტრ განვლილ მანძილზე გამოჰყოფს დაახლოებით 80-100 გრამამდე ტოქსიკურ ნივთიერებებს [12].

ადამიანის ჯანმრთელობაზე განსაკუთრებით მავნე გავლენას ახდენს საავტომობილო ძრავიდან გამონაბოლქვი აირის შემდეგი კომპონენტები: C - ნახშირჟანგი, HC - ნახშირწყალბადები, O<sub>x</sub> - აზოტის ჟანგბულები და მყარი ნაწილაკები (ჭვარტლი, ბოლი). ამ ნივთიერებების კონცენტრაცია ერთობლივად გარკვეულ პირობებში ქმნის ეგრეთწოდებულ სმოგს. აღნიშნული გამონაბოლქვი წამლავს გარემოს, აზიანებს ტანსაცმელს, შენობას, ნაგებობებს, იწვევს ადამიანის თვალების და სასუნთქი ორგანოების დაავადებას, აძნელებს სუნთქვას, იწვევს გულ-სისხლძარღვის ფუნქციონირების დარღვევას და საბოლოოდ ადამიანის მძიმე დაავადებებს ავთვისებიანი სიმსივნეების ჩათვლით. ნახაზზე 1.4 ნაჩვენებია ავტომობილების როლი ადამიანის ჯანმრთელობისათვის მავნე ნივთიერებით გარემოს გატუჭყიანებაში 5 ძირითადი კომპონენტის მიხედვით [13][14].

საქართველოში საავტომობილო ტრანსპორტით გარემოს გატუჭყიანების დონე მაღალია მსხვილ ქალაქებში და განსაკუთრებით თბილისში, სადაც ცენტრალურ ქუჩებზე ატმოსფეროს დაბინძურება ავტომობილიდან გამონაბოლქვი მავნე აირებით საშუალოდ 5-ჯერ აღემატება დასაშვებ ნორმას, ხოლო მაგისტრალურ გზებზე 2-3-ჯერ [12]. შესაბამისად, გარემოს დაცვა ავტომობილების მავნე გამონაბოლქვი აირებისაგან წარმოადგენს საყოველთაო აქტუალურ პრობლემას.



ნახ.1.2. ავტომობილების როლი გარემოს 5 ძირითადი მავნე ნივთიერებით დაბინძურებაში: 1 – ნახშირუანი (C); 2 – ნახშირწყალბადები (HC), 3 – აზოტის ჟანგბადები (O<sub>x</sub>), 4 – მყარი ნაწილაკები

## 1.2. ტვირთებისა და სატვირთო სატრანსპორტო საშუალებების კლასიფიკაცია. მათი კონსტრუქციისადმი წაყენებული მოთხოვნები

ავტომობილებით გადასაზიდი ტვირთები კლასიფიცირდება იმ თვისებების მიხედვით, რომლებიც განსაზღვრავენ მათი გადაზიდვის და შენახვის პროცესების სხვადასხვა მხარეებს.

საავტომობილო ტრანსპორტით გადასაზიდი ტვირთები გადიან გადაზიდვისთვის წინასწარ მომზადებას დატვირთვის, გადაზიდვის, გადმოტვირთვის და შენახვის (მათ შორის ზოგჯერ სატრანსპორტო საშუალებაზე) პროცესებს; ამ პროცესების ორგანიზაცია და შესრულება დამოკიდებულია ტვირთის სახეობაზე და რაოდენობაზე.

ტვირთის მომზადების პროცესი შეიცავს მათ შეფუთვას, დახარისხებას გადაზიდვის მიმართულების მიხედვით, მარკირებას, აწონვას, დაპაკეტებას, ჩატვირთვას კონტეინერებში და გადაზიდვის საბუთების შედგენას.

ტვირთის დატვირთვა ავტომობილზე და მისაბმელზე ძირითადად ხორციელდება დამტვირთავ-გადმომტვირთავი მექანიზირებული საშუალებებით; ამ საშუალებების ფუნქციონირება განსაზღვრავს



ავტომობილების მოცდენის ხანგრძლივობას დატვირთვა-გადმოტვირთვაზე, მის ფასს და საბოლოოდ მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს გადაზიდვების მწარმოებლურობაზე და თვითღირებულებაზე, მთლიანად ავტომობილის მუშაობის ეფექტიანობაზე. რაც ნაკლებად მოცდება ავტომობილი დატვირთვა-გადმოტვირთვაზე, მით მეტია მისი მუშაობის ეფექტიანობა.

ტვირთის გადაზიდვა უნდა განხორციელდეს დანიშნულების ადგილამდე, დროულად დათქმულ ვადებში დაუზიანებლად; სხადასხვა ტიპის ტვირთებისათვის შერჩეული უნდა იქნას ავტომობილი შესაბამისი ტიპის ძარით და გადაზიდვა უნდა განხორციელდეს განსაზღვრული, ტვირთის დაზიანებისათვის უსაფრთხო დასაშვები სიჩქარით [15].

ტვირთებს ინახავენ, საჭიროების მიხედვით, სპეციალურად აღჭურვილ საწყობებში (ტერმინალებში); საწყობების ზომები, ტვირთების განლაგების ხერხები და ადგილები, შენახვის რეჟიმები (ტემპერატურები და დრო), განისაზღვრება ტვირთის ფიზიკური თვისებების, მათი შეფუთვის, რაოდენობის და გარემო კლიმატური პირობების მიხედვით [16][17].

ტვირთები კლასიფიცირდება: ტარის, ერთი სატვირთო ადგილის წონის, ზომების, დატვირთვა-გადმოტვირთვის ხერხის, ავტომობილის ტვირთმზიდაობის გამოყენების, ადამიანზე და გარემოზე ზემოქმედების სახიფათობის, გადაზიდვების და შენახვის პირობების, გარემოს ზემოქმედების მიხედვით [15][16][17][18].

- ტარის მიხედვით ტვირთები შეიძლება: ტარას არ საჭიროებდეს ან საჭიროებს ტარას, ზოგჯერ ორმაგსაც (სუპერტარა: მაგალითად რძე ბოთლებში ან პაკეტებში ჩალაგებული ყუთში).

- ერთი დატვირთვის ადგილის წონის მიხედვით: ნორმალური (250 კგ-მდე ერთი პაკეტი ან შეკვრა ან 400 კგ-მდე გადასაგორებელი კასრი, კოჭა და ამგვარი ტვირთი) და მძიმეწონიანი, რომელთა წონა ზემოთჩამოთვლილ სიდიდეებზე მეტია. ტვირთის წონა აღინიშნება – Netto, ხოლო წონა ტარით – Brutto.

- ზომების მიხედვით: გაბარიტული, რომლებიც გადაიზიდება არასპეციალიზირებული ავტომობილით და არაგაბარიტული, რომელთა

გადასახიდად საჭიროა სპეციალიზირებული ავტოსატრანსპორტო საშუალება (ასს). არაგაბარიტულია ტვირთი, თუ მისი სიგანე მეტია 2,5 მ-ზე, ხოლო- სიმაღლე 3,8 მ-ზე და სიგრძეში გამოშვებულია ავტომობილის ბორტიდან 2 მ-ზე მეტად.

- ფიზიკური მდგომარეობის და დატვირთვა-გადმოტვირთვის ხერხის მიხედვით: დასაყრელი, ფხვიერი, ცალობრივი და თხიერი.

- ავტომობილის ტვირთმზიდაობის გამოყენების მიხედვით არსებობს ტვირთების 5 კლასი [9], რაც ნაჩვენებია ცხრილში 1.3.

ცხრ.1.3. ავტომობილების კლასები ტვირთმზიდაობის გამოყენების მიხედვით

ტვირთის კლასი	1	2	3	4	5
ტვირთმზიდაობის გამოყენების კოეფიციენტი	1.0	0.71-0.99	0.51-0.70	0.41-0.50	0.4-მდე

ტვირთმზიდაობის გამოყენების კოეფიციენტის მნიშვნელობა გარდა ტვირთის ფიზიკური თვისებებისა, დამოკიდებულია მის დაფასობაზე, ზომებზე, ავტომობილის ტიპზე და ტვირთმზიდაობაზე. ერთი და იგივე ტვირთი ტვირთმზიდაობის კოეფიციენტის მიხედვით შეიძლება იყოს სხვადასხვა კლასის. მაგალითად აგური ჩალაგებული პაკეტებში ან შეკვრებში მიეკუთვნება 1 კლასს, ხოლო დაყრილი ავტომობილის ძარაზე – მე-2 კლასს;

- ადამიანის ჯანმრთელობაზე და გარემომცველ გარემოზე მავნე ზემოქმედების საშიშროების მიხედვით ტვირთები კლასიფიცირდება შვიდ ჯგუფად:

- 1 – ნაკლებად საშიში ტვირთები (სამშენებლო, კვების, სამრეწველო, საყოფაცხოვრებო საქონელი);
- 2 – ადვილადაალებადი (ბენზინი, აცეტონი, ცელულოზი და სხვა);
- 3 – ამტვერებადი და ცხელი (ცემენტი, კირი, ასფალტი და სხვა);
- 4 – დამწველი სითხეები (მუავები, ტუტეები და სხვა);
- 5 – შეკუმშული და თხევადი გაზი ბალონებში;
- 6 – არაგაბარიტული ტვირთები;
- 7 – მომწამვლელი, რადიაციული და ფეთქებადი ნივთიერებები.

• გადაზიდვის და შენახვის პირობების მიხედვით ტვირთები შეიძლება იყოს: ჩვეულებრივი, არამალფუჭებადი; მალფუჭებადი (უმეტესობა კვების პროდუქტები); მკვეთრი სუნით; ანტისანიტარული (ნაგავი, ნეხვი და სხვა); ცხოველები (საქონელი, ფრინველი და სხვა) [18].

• გარემოს ზემოქმედების პირობების მიხედვით: ტვირთები, რომლებიც არ საჭიროებენ რაიმე დაცვას და ტვირთები, რომლებიც საჭიროებენ განსაკუთრებულ დაცვას ატმოსფერული ნალექისაგან, ტემპერატურისაგან, დარტყმებისა და რყევებისაგან, მოითხოვენ განსაკუთრებულ სიფრთხილეს დატვირთვა-გადმოტვირთვისას.

ტვირთის ტარა კონსტრუქციის მიხედვით შეიძლება იყოს ხისტი (ყუთები, კასრები, კონტეინერები, ქვეშები); რბილი (ტომრები, ტუკები, შეკვრები) და ნახევრად რბილი (კალათა და სხვ.).

მასალად ტარის დასამზადებლად შეიძლება გამოყენებული იქნას ხე, მეტალი, მინა, კერამიკა, პლასტმასა, ცელოფანი, მუყაო, ქაღალდი და სხვა; გამოყენების ჯერადობის მიხედვით ტარა არის ერთჯერადი და მრავალჯერადი.

გადაზიდვისათვის გამზადებული ტვირთების მარკირება კეთდება საღებავით შესრულებული წარწერით, ქაღალდის იარლიყის დაკვრით, ბირკის მიმაგრებით. მარკირების სახეებია: სასაქონლო, სატვირთო, სატრანსპორტო და სპეციალური [18].

სასაქონლო მარკირებაში ნაჩვენებია ტვირთის დასახელება და დამამზადებელი საწარმო; სატვირთო მარკირებაში – ტვირთის გაგზავნის პუნქტი და ტვირთის გამგზავნი, დანიშნულების პუნქტი და ტვირთის მიმღები.

სატრანსპორტო მარკირებაში ნაჩვენებია ზედდებულის ნომერი, რომლითაც იგზავნება ტვირთი და სატვირთო ადგილების რაოდენობა, ხოლო სპეციალურში – სპეციალური მინიშნებები ტვირთისადმი მოპყრობის თვალსაზრისით გადაზიდვისას და დატვირთვა-გადმოტვირთვისას; ზოგიერთი აღნიშვნები შეიძლება იყოს გამოსახული პირობითი ნიშნებით ან ნახატებით.

ტვირთის გადაზიდვისათვის შერჩეული ავტომობილი, რაც უფრო მეტად ადაპტირებულია საექსპლუატაციო პირობებთან, მით უფრო

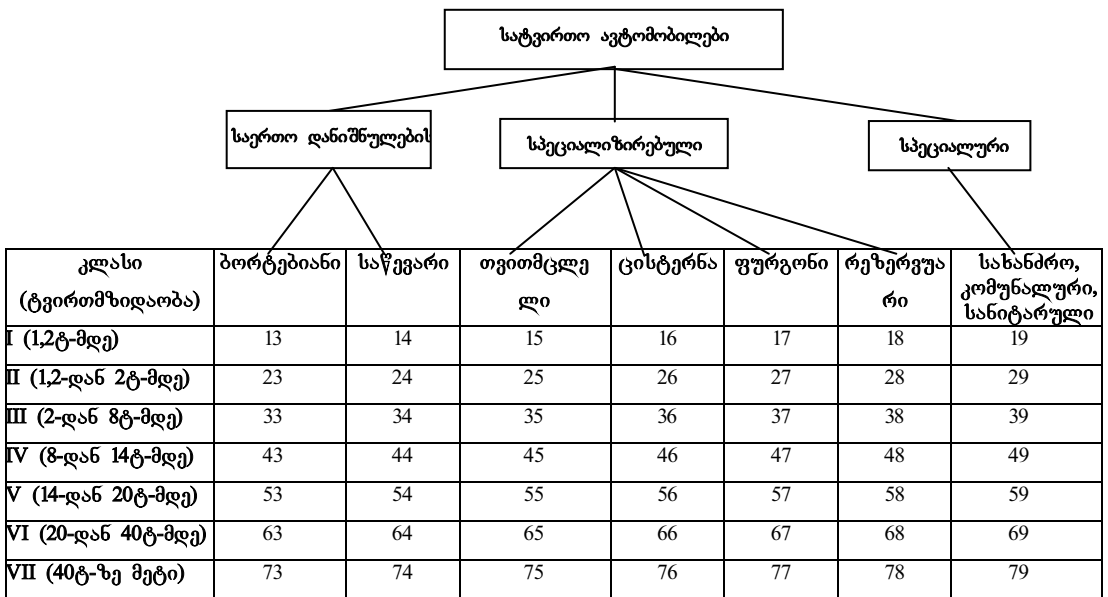
რენტაბელურია. გარდა საექსპლუატაციო პირობებთან შესაბამისობისა, ავტომობილის კონსტრუქცია უნდა ხასიათდებოდეს მუშაობის საჭირო ხანგრძლივობით და საიმედოობით, დატვირთვა-გადმოტვირთვის მოხერხებულობით, მომსახურების შემცირებული შრომატევადობით, მძღოლის მუშაობის პირობების კომფორტულობით, მოძრაობის და ეკოლოგიური უსაფრთხოებით, ტვირთის დაუზიანებლად გადაზიდვით.

**სატვირთო საავტომობილო მოძრავი შემადგენლობას** ქმნიან სხვადასხვა ტიპის ცალკეული ავტომობილებისაგან, ასევე ავტომობილებისაგან ბუქსირებადი მისაბმელებით და ნახევრადმისაბმელებით. ავტომობილი და მის მიერ ბუქსირებადი მისაბმელები და ნახევრადმისაბმელები ქმნიან ავტომატარებელს. მომხმარებლების მიერ მოძრავი შემადგენლობის ეფექტიანად გამოყენების მიზნით სატვირთო ავტომობილები კლასიფიცირდება დანიშნულების, ტვირთმზიდაობის და ძარის ტიპის მიხედვით [19][20].

**დანიშნულების** მიხედვით არჩევენ საერთო დანიშნულების, სპეციალიზირებულ და სპეციალურ ავტომობილებს. **ტვირთმზიდაობის** მიხედვით სატვირთო ავტომობილებს და მისაბმელებს ყოფენ შვიდ კლასად, ხოლო ძარის კონსტრუქციის მიხედვით – რვა ტიპად. ქარხნის მიერ გამოშვებულ ავტომობილებს ენიჭებათ ინდექსაციის ნომერი, რომლის დასაწყისში ნაჩვენებია დამამზადებელი ქარხნის საფირმო აღნიშვნა, ხოლო შემდეგ პირველი ორი ციფრით მითითებულია ავტომობილის კლასი და სახეობა, ხოლო მესამე და მეოთხე ციფრი აჩვენებს მოდელის ნომერს. მესამე ციფრით კი ნაჩვენებია მოდიფიკაციის ნომერი. სატვირთო ავტომობილების კლასებად და ტიპებად დაყოფა ნაჩვენებია ცხრილში 1.4 [21][22].

ავტომობილის ნომინალურ ტვირთმზიდაობას აწესებს დამამზადებელი ქარხანა. მომხმარებლისათვის ყველაზე უფრო მეტად მოხერხებულია ტვირთმზიდაობის შემდეგი რიგი: 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 3,0; 5,0; 8,0; 10,0; 12,0; 16,0; 27,0; 40,0; 60,0 ტ. განსაკუთრებით მცირე ტვირთმზიდაობის ავტომობილები (I კლასი) მზადდება მსუბუქი ავტომობილის შასის ბაზაზე, ისინი გამოიყენება სხვადასხვა წვრილი და მცირე წონის საგნების და ტვირთების გადასაზიდად სავაჭრო ქსელში და მომხმარებლებში.

ცხრ.1.4. სატვირთო ავტომობილების კლასებად და ტიპებად დაყოფა



ციფრი 3 მინიჭებული აქვს ბორტიანი ტიპის სატვირთო ავტომობილებს, ციფრი 4–საწვეარს, ციფრი 5–თვითმცლელს, ციფრი 6–ცისტერნისმზიდს, ციფრი 7–ფურგონს, ციფრი 8–რეზერვუარიანს, ციფრი 9–სახანძრო, კომუნალური, სანიტარული, სამედიცინო და სხვა. ასე მაგალითად, ციფრი 55 აღნიშნავს, რომ ავტომობილი სპეციალიზირებული თვითმცლელია 14-დან 20 ტონამდე თვითმზიდაობით,

II კლასის ტვირთმზიდაობის ავტომობილები ემსახურება მცირე ტვირთბრუნვის წვრილპარტიებად გზავნილებს. III, IV, V კლასის ავტომობილები გამოიყენება სამრეწველო საქონლის, ნედლეულის, საწვავის, საამუშენებლო მასალების, სასოფლო-სამეურნეო, კვების პროდუქტების და სხვა საყოფაცხოვრებო ტვირთების მასიური ტვირთზიდისათვის დიდ პარტიებად. VI და VII კლასის ტვირთმზიდაობის ავტომობილები გამოიყენება მძლავრი და მუდმივი ტვირთნაკადების მაგისტრალურ გადაზიდვებისათვის.

საერთო დანიშნულების ავტომობილები და გამწეები ნახევრადმისაბმელებით გამოიყენება ცალობრივი ტვირთების და მცირე ტვირთამწეობის კოტნეინერების გადაზიდვებისათვის. ეს ავტომობილები შეიძლება იყოს ბორტის გარეშე და ბორტიანი ძარა-პლატფორმებით,

რომლებიც ასევე შეიძლება დამატებით აღჭურვილი იყოს რკალებით და ტენტით. ძარა-პლატფორმა შეიძლება შესრულებული იყოს უშუალოდ ავტომობილის ჩარჩოზე ან ავტომობილი-გამწე და მისაბმელის ერთობლიობით.

სპეციალიზირებული ავტომობილებს მიეკუთვნება თვითმცლელები, ცისტერნები და ფურგონები, რომლებიც დამონტაჟებულნი არიან ავტომობილების შასზე. ეს ავტომობილები სპეციალიზირებულია გადასახიდი ტვირთის მიხედვით და გამოირჩევიან ტვირთის დაუზიანებლად შენარჩუნებით და დატვირთვა-გადმოტვირთვის დროის სიმცირით. ბოლო პერიოდში განსაკუთრებით გავრცელება ჰპოვა მოძრავმა შემადგენლობამ, რომელიც შესდგება ავტომობილ-გამწისა და მისაბმელების, ნახევრადმისაბმელების და მისაბმელი ღერძებისაგან. ასეთი ავტომობილებს მოეთხოვებათ მაღალი წვეით-სიჩქარითი თვისებები. ავტომობილ-გამწე ერთ ან ორ ჩასაბმელ ერთეულთან ერთად ქმნის ორგოლიან ან მრავალრგოლიან ავტომატარებელს. ჩასაბმელი გამწეები, უნაგირა გამწესაგან განსხვავებით, შეიძლება გამოყენებული იქნას ტვირთების გადასახიდად დამოუკიდებლად მისაბმელის გარეშე, ხოლო უნაგირა-გამწეს კი ტვირთის გადაზიდვა შეუძლია მხოლოდ უნაგირა ნახევარმისაბმელის გამოყენებით. სატვირთო ასს-სთვის განარჩევენ შემდეგ წონით მაჩვენებლებს [8]:

$q_n$  – ნომინალური ტვირთმზიდლობა (დამამზადებელი ქარხნის მიერ დანიშნული ტვირთმზიდლობა), კგ ან ტონა;

$G_t$  – მშრალი წონა, ასს-ის წონა კმაგაწყოებისა და აღჭურვილობის გარეშე, კგ ან ტონა;

$G_{ea}$  – საკუთარი წონა, ასს-ის წონა კმაგაწყოებით და აღჭურვილობით დატვირთვის (ტვირთის) გარეშე, კგ ან ტონა;

$G_a$  – სრული წონა, კმაგაწყოილი და აღჭურვილი, ნომინალური ტვირთამწეობით დატვირთული ასს-ის წონა, კგ ან ტონა;

$G_{a1}$  – ასს წინა თვლებზე (ღერძზე) მოსული სრული წონა, კგ ან ტონა;

$G_{a2}$  – ასს უკანა თვლებზე (ღერძზე ან ურიკაზე) მოსული სრული წონა, კგ ან ტონა;

$G_{AL}$  – ასს ერთ ღებზე მოსული მაქსიმალური სრული წონის ნაწილი, კგ ან ტონა.

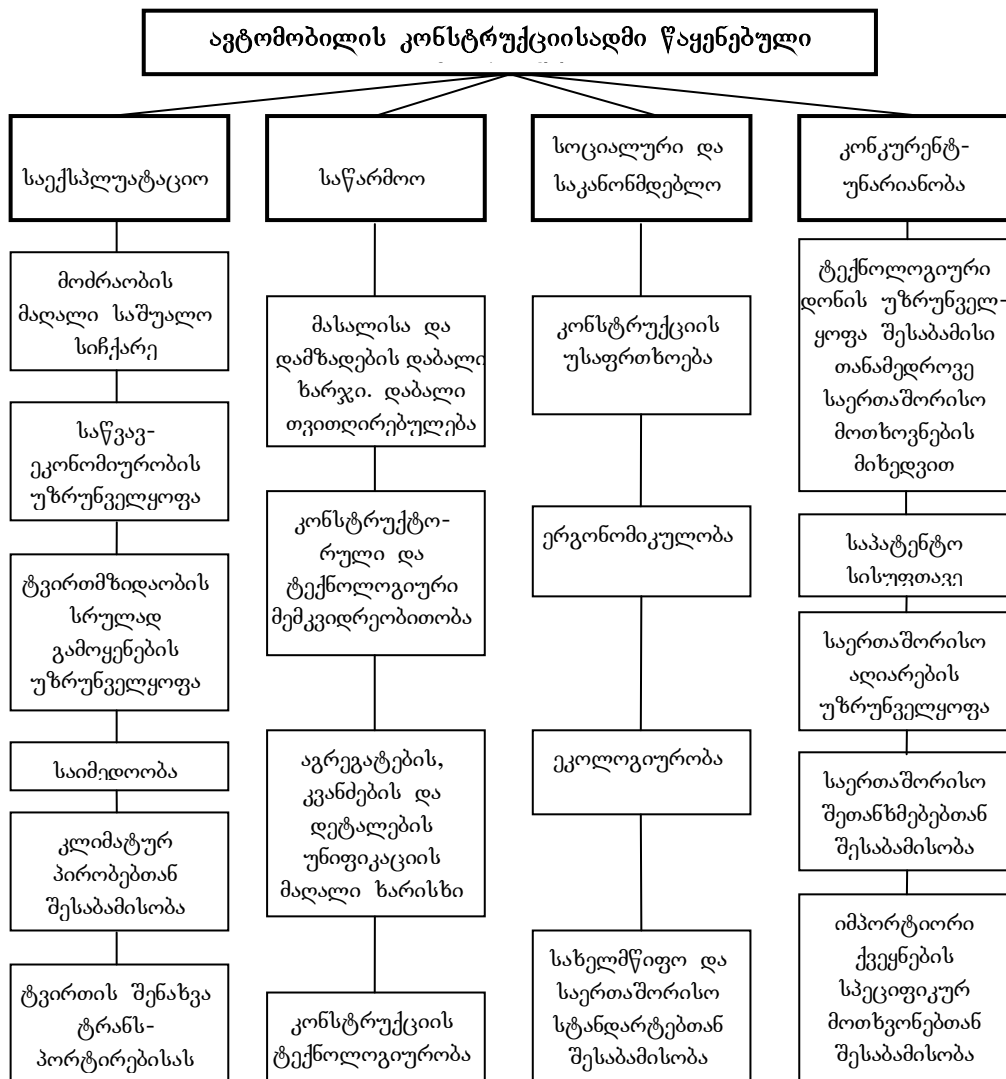
სრული და ღებზე მოსული წონების მიხედვით ავტომობილები და ავტომატარებლები იყოფიან *A* და *B* ჯგუფებად. *A* ჯგუფის მოძრავი შემადგენლობის ექსპლუატაცია შეიძლება მხოლოდ I და II კატეგორიის გზებზე, ხოლო *B* ჯგუფის–გზების მთელ ქსელზე. *A* ჯგუფის საავტომობილო მოძრავი შემადგენლობის ღებზე მოსული დატვირთვა არ უნდა აღემატებოდეს 10 ტონას, ხოლო *B* ჯგუფის – 6 ტონას.

საერთაშორისო ნორმებით [23] სატვირთო ავტოსატრანსპორტო საშუალებები სრული წონის მიხედვით დაჯგუფებულია ცხრილში 1.5 ნაჩვენებ კატეგორიებად:

ცხრ.1.5. ავტოსატრანსპორტო საშუალებების კატეგორიები

კატეგორია	სრული წონა, ტ	ავტოსატრანსპორტო საშუალების დასახელება
<b>N<sub>1</sub></b>	3,5ტ-მდე	სატვირთო ავტომობილები, ავტომობილ-საწვევები და სატვირთო ავტომატარებლები
<b>N<sub>2</sub></b>	3,5-დან 12ტ-მდე	იგივე
<b>N<sub>3</sub></b>	12ტ-ზე მეტი	იგივე
<b>O<sub>1</sub></b>	0,75ტ-მდე	მისაბმელები და ნახევრადმისაბმელები
<b>O<sub>2</sub></b>	3,5ტ-მდე	იგივე
<b>O<sub>3</sub></b>	10ტ-მდე	იგივე
<b>O<sub>4</sub></b>	10ტ-ზე მეტი	იგივე

ავტომობილის კონსტრუქციას წაეყენება მოთხოვნები ეკონომიური, საწარმოო, სოციალური და კონკურენტუნარიანობის მიხედვით, რაც სქემატურად ნაჩვენებია ნახ.1.5-ზე



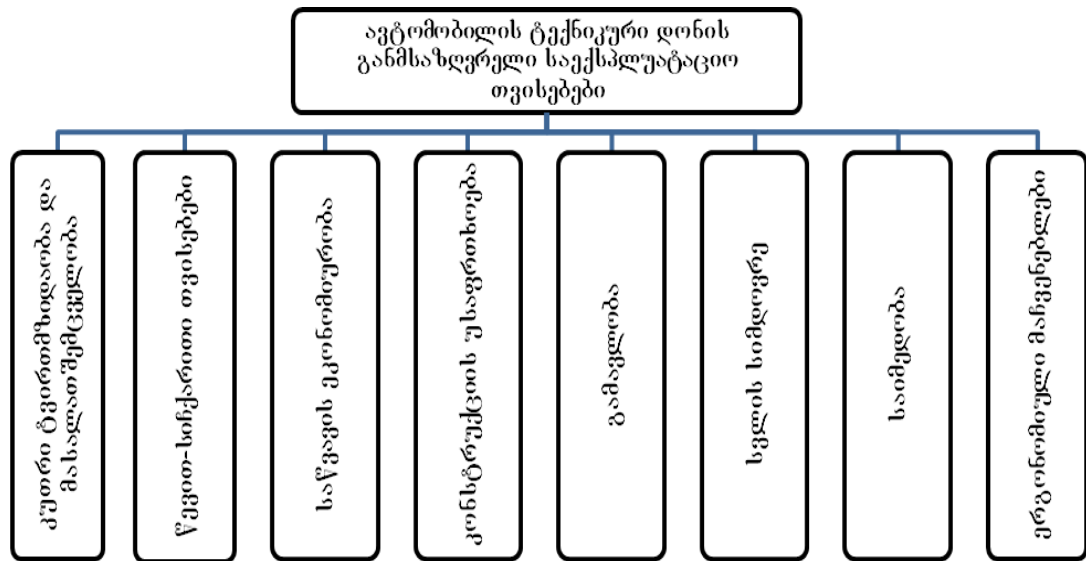
ნახ.1.3. ავტომობილის კონსტრუქციისადმი წაყენებული ძირითადი მოთხოვნები

### 1.3. სატვირთო ასს-ს ეფექტიანობაზე მოქმედი ტექნიკურ-საექსპლუატაციო თვისებების მახასიათებელი პარამეტრები

ავტომობილის ტექნიკური დონის მაჩვენებელი ნომენკლატურული პარამეტრები დადგენილია სტანდარტებით და ტექნიკური ნორმებით. ამ სტანდარტების მაჩვენებლებით ავტომობილის დამამზადებელი საწარმოები უშვებენ მრავალი ტიპის და დანიშნულების სატვირთო ავტოსატრანსპორტო საშუალებებს და მოძრავ შემადგენლობას კონკრეტულ საექსპლუატაციო პირობებში სამუშაოდ.



ნახ.1.4-ზე მოტანილია ავტომობილის ტექნიკური დონის განმსაზღვრელი ძირითადი საექსპლუატაციო თვისებების ნუსხა [22].



ნახ.1.4. ავტომობილის ტექნიკური დონის განმსაზღვრელი ძირითადი საექსპლუატაციო თვისებები

განვიხილოთ ამ სქემის მიხედვით ქვემოთ განხილულია ავტომობილის საექსპლუატაციო თვისებების ძირითადი მაჩვენებლები და მათი შეფასების მეთოდები.

ავტომობილის მასალათშემცველობის შემფასებელი მაჩვენებელია კუთრი მასალათშემცველობა და კუთრი ტვირთმზიდაობა [8][22]:

კუთრი მასალათშემცველობა:

$$m_{sm} = m_{ea}/(m_T T), \quad 1/კმ, \quad (1.9)$$

სადაც,  $m_{ea}$  – ავტომობილის საკუთარი წონაა, კგ;  $m_T$  – ტვირთმზიდაობა, ტონა;  $T$ –მუშაობის ვადა კაპიტალურ რემონტამდე (რესურსი), ათასი კმ.

იმ შემთხვევაში, თუ ავტომობილის მუშაობის ვადა - რესურსი არაა ცნობილი, მაშინ მასალათშემცველობის კოეფიციენტის ნაცვლად გამოითვლება ავტომობილის კუთრი ტვირთმზიდაობის კოეფიციენტით

$q_m$ :

$$q_m = q_t/q_a, \quad (1.10)$$

სადაც,  $q_t$  – არის ავტომობილის ტვირთმზიდლობა, ტ;  $q_a$  – ავტომობილის წონა აღჭურვილ მდგომარეობაში, ტ.

ერთიდაიგივე ტვირთმზიდლობის და ძარას ტიპის ავტომობილების კუთრი ტვირთმზიდლობის კოეფიციენტი საგზაო პირობების მიხედვით შეიძლება იყოს სხვადასხვა. ავტომობილები, რომლებმაც უნდა იმუშაონ ქალაქის ან მაგისტრალურ სრულყოფილ გზებზე, ტვირთმზიდლობის მაჩვენებელი კოეფიციენტი ექნებათ მაღალი, ვიდრე ცუდ საგზაო პირობებში მომუშავე ავტომობილებს.

ცხრილში 1.6 მოცემულია ზოგიერთი თანამედროვე ავტომობილების კუთრი ტვირთმზიდლობის კოეფიციენტის მაჩვენებლები [26]:

ცხრ.1.6. ზოგიერთი თანამედროვე ავტომობილების კუთრი ტვირთმზიდლობის კოეფიციენტის მაჩვენებლები

№	ავტომობილის მარკა	ნომინალური ტვირთ-მზიდლობა, ტ	სრული საკუთარი წონა, ტ	საკუთარი მშრალი წონა, კგ	კუთრი ტვირთმზიდლობა, $q_a$
1.	„ვოლვო FL7/230“	10,900	18,0	7,100	0,651
2.	„იუკო 190E34P“ მისაბმელით	22,940	41,0	18,000	0,785
3.	„მერსედესი 1853L“ მისაბმელით	26,700	44,7	18,000	0,674
4.	„კამაზ-5320“ მისაბმელით	14,200	26,8	12,600	0,529
5.	„მერსედესი 3544K“ თვითმცლელი	18,215	32,0	13,800	0,758
6.	„მანი 5241DW“ გამწე	26,000	44,0	18,000	0,692
7.	„მაგირუსი MK16P“	20,395	38,0	17,605	0,863

ავტომობილის მასალათშემცველობის ზრდასთან ერთად, მისი ფასი მატულობს. ზოგჯერ ავტომობილის კუთრი მასალათშემცველობის შემცირება მიიღწევა ავტომობილში ძვირადღირებული

მაღალხარისხოვანი მსუბუქი მასალების გამოყენებით, რაც იწვევს მისი ფასის და კუთრი ტვირთმზიდაობის ზრდას, მაგრამ კუთრი ფასი (მისი დამზადების ფასის შეფარდება სრულ მასასთან  $C_{ep}=C_d/G_a$ ) შეიძლება არ გაიზარდოს; ასეთი ღონისძიება შეიძლება გამართლებული იყოს, ვინაიდან იზრდება ავტომობილის ტვირთმზიდაობა და მისი მწარმოებლურობა, რაც მოგვცემს მოგებას მისი ექსპლუატაციისას გადაზიდვების პროცესში.

**კომპაქტურობის კოეფიციენტი** წარმოადგენს ასს-ის ნომინალური (დამამზადებელი ქარხნის მიერ განსაზღვრული) ტვირთმზიდაობის შეფარდებას მისი გაბარიტული სიგრძით და სიგანით განსაზღვრულ გაბარიტულ ფართობთან:

$$\eta_k = \frac{q}{L_a B_a} , \quad (1.11)$$

სადაც:  $q$  – ასს ნომინალური ტვირთმზიდაობაა , ტ;  $L_a$  – ასს გაბარიტული სიგრძე, მ;  $B_a$  – ასს გაბარიტული სიგანე, მ.

**ასს-ს გაბარიტული ზომების გამოყენების კოეფიციენტი** წარმოადგენს მისი ძარის შიგა ფართის  $F_n$  შეფარდებას მის გაბარიტულ ფართობთან  $F_a$ :

$$\eta_a = \frac{F_n}{F_a} , \quad (1.12)$$

ასს-ს ძარის შიგა ფართი უდრის:

$$F_n = a \cdot b , \quad \text{მ}^2 , \quad (1.13)$$

სადაც:  $a$  და  $b$  ძარის შიგა სიგანე და სიგრძეა, შესაბამისად,

ასს-ს გაბარიტული ფართობი:

$$F_a = L_a \cdot B_a , \quad \text{მ}^2 , \quad (1.14)$$

სადაც,  $L_a$  – ასს გაბარიტული სიგრძეა, მ;  $B_a$  – ასს გაბარიტული სიგანეა, მ.

მაშინ გაბარიტული ზომების გამოყენების კოეფიციენტი გამოთვლება ფორმულით:

$$\eta_a = \frac{a \cdot b}{L_a \cdot B_a}, \quad (1.15)$$

ასს-ს წონის გამოყენების კოეფიციენტს უწოდებენ ნომინალური ტვირთმზიდაობის შეფარდებას მის საკუთარ წონასთან;

წონის გამოყენების კოეფიციენტი გამოითვლება ფორმულით:

$$\eta_g = \frac{q}{G_{ea}}, \quad (1.16)$$

ცხრილში 1.7. მოცემულია  $\eta_k$  და  $\eta_g$  კოეფიციენტების მნიშვნელობები ზოგიერთი თანამედროვე სატვირო ავტომობილებისათვის [24]:

ცხრ.1.7.  $\eta_k$  და  $\eta_g$  კოეფიციენტების მნიშვნელობები ზოგიერთი თანამედროვე სატვირო ავტომობილისათვის

№	ავტომობილის მარკა	ნომინალური ტვირთმზიდაობა $q$ , ტ	ავტომობილის სრული წონა $G_a$ , ტ	ავტომობილის საკუთარი წონა	გაბარიტული სიგრძე, მეტრი	გაბარიტული სიგანე, მეტრი	წონის გამოყენების კოეფიციენტი $\eta_g$	კომპაქტურობის კოეფიციენტი $\eta_k$
1.	„ივეკო“ მაგირუსი MK16P	20395	38000	17605	10,260	2,500	0,537	0,795
2.	„მან-19.422 უნაგირა გამწე	25585	44000	19000	12,300	2,490	0,581	0,844
3.	ნახევრად- მისაბმელი ОПА3-9 772 რეფრეკტორი	11300	19100	7800	8,950	2,460	0,591	0,513
4.	„ივეკო“ MR380E4 2H	12540	22000	9460	7,906	2,490	0,57	0,637

ავტომობილის წვეთ-სინქარითი თვისებების მაჩვენებლების შეფასების მეთოდები და ნორმატივები. ავტომობილის წვეთ-სინქარითი თვისებების შემფასებელი და, შესაბამისად, საექსპლუატაციო მახასიათებელი მაჩვენებელია მოძრაობის სინქარე. ავტომობილის სინქარითი თვისებების შეფასება ხდება შემდეგი მაჩვენებლებით [22][25]:

- სინქარითი მახასიათებელი „გაქანება-გამორბენი“;

- გადაცემათა კოლოფის უმაღლეს და მის წინა საფეხურებზე გაქანების მახასიათებლები;

- გაქანების მახასიათებლები ცვალებადი გრძივი პროფილის გზის მონაკვეთზე;

- მაქსიმალური სიჩქარე;

- პირობითი მაქსიმალური სიჩქარე;

- გაქანების დრო 400 და 1000 მეტრიან გზებზე;

- მოცემულ სიჩქარემდე გაქანების დრო;

- გრძელ (გაჭიმულ) აღმართზე ავტომობილის დამყარებული სიჩქარე.

ამ სიჩქარითი მახასიათებლების განსაზღვრა ხდება სტანდარტების მიხედვით და უნდა შეესაბამებოდეს სტანდარტებით დადგენილ ნორმებს. მიღებულია, რომ გზის სწორ მშრალ სრულყოფილ საფარიან ჰორიზონტალურ მონაკვეთზე მოძრაობის მაქსიმალური სიჩქარე ერთეული სატვირთო ავტომობილებისათვის, სრული მასით არაუმეტეს 3,5 ტ, არ უნდა იყოს ნაკლები 100 კმ/სთ-ზე; ერთეული ავტომობილებისათვის 3,5 ტ-ზე მეტი სრული მასით და ავტომატარებლების მაქსიმალური სიჩქარე არ უნდა იყოს 80 კმ/სთ-ზე ნაკლები; გარდა ამისა, ავტომატარებლებს სრულ დატვირთულ მდგომარეობაში უნდა შეეძლოთ იმოძრაონ არანაკლებ 3 კმ სიგრძის 3%-იან აღმართზე არანაკლებ 30 კმ/სთ დამყარებული სიჩქარით.

გზაზე ავტომობილის კონსტრუქციის საექსპლუატაციო პირობებთან შესაბამისობის პირველი რიგის შემფასებელი პარამეტრია მოძრაობის საშუალო ტექნიკური სიჩქარე  $V_t$ , რომელიც, არის ასევე გზაზე მისი მოძრაობის საშუალო სიჩქარე. დაკვირვებებმა გვიჩვენა, რომ საქართველოში სატვირთო ავტომობილების მოძრაობის ტექნიკური სიჩქარე იცვლება საშუალოდ 35-40 კმ/სთ-ს ფარგლებში.

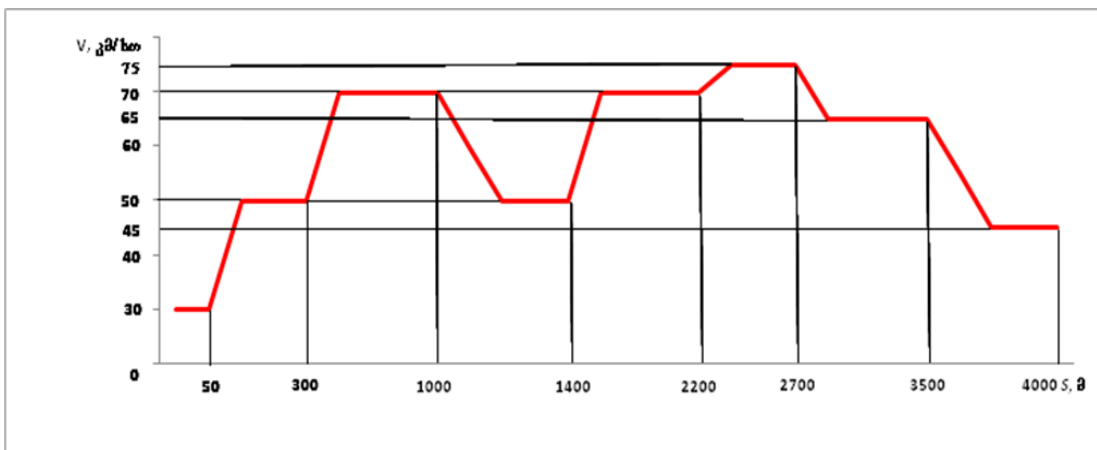
საწვავეკონომიურობის მაჩვენებლების და მათი სიდიდეების განსაზღვრის მეთოდები იძლევიან ავტომობილის საწვავის ხარჯის შეფასების შესაძლებლობას, რაც აუცილებელია გადაზიდვების თვითღირებულების გაანგარიშებისათვის. ავტომობილებისა და

ავტომატარებლების საწვავეკონომიურობა ფასდება შემდეგი მაჩვენებლებით:

- საწვავის საკონტროლო ხარჯი;
- საწვავის ხარჯი მაგისტრალურ ციკლში გზაზე მოძრაობისას;
- საწვავის ხარჯი საქალაქო ციკლში მოძრაობისას;
- საწვავის ხარჯის მახასიათებელი დამყარებული რეჟიმით მოძრაობისას;
- საწვავის ხარჯის მახასიათებელი მაგისტრალურ ბორცვიან გზებზე მოძრაობისას.

საწვავის ხარჯის საზომ ერთეულად მიღებულია საწვავის ხარჯი ლიტრებში 100კმ მანძილზე ან საწვავის ხარჯი 100 ტონაკილომეტრ სატრანსპორტო სამუშაოზე. საწვავის საკონტროლო ხარჯი ნორმირდება ქარხანა დამამზადებლის მიერ და ახასიათებს ავტომობილის კონსტრუქციული სრულყოფის მიღწეულ დონეს.

საწვავის ხარჯი მაგისტრალურ ციკლში გზაზე მოძრაობისას იზომება ავტომობილის მოძრაობისას გზის სწორ, ჰორიზონტალურ საზომ მონაკვეთზე მოძრაობის სიჩქარეების მოცემული გრაფიკის მიხედვით (ნახ. 1.7.) [22][25].



ნახ.1.5. მაგისტრალურ ციკლში მოძრაობის სიჩქარეების გრაფიკი

ზემოთ ჩამოთვლილი საწვავის ხარჯის შემფასებელი პარამეტრები ახასიათებენ ავტომობილის საწვავეკონომიურობას ცალკეულ კერძო პირობებში მოძრაობისას და არ ასახავენ საწვავის ხარჯის

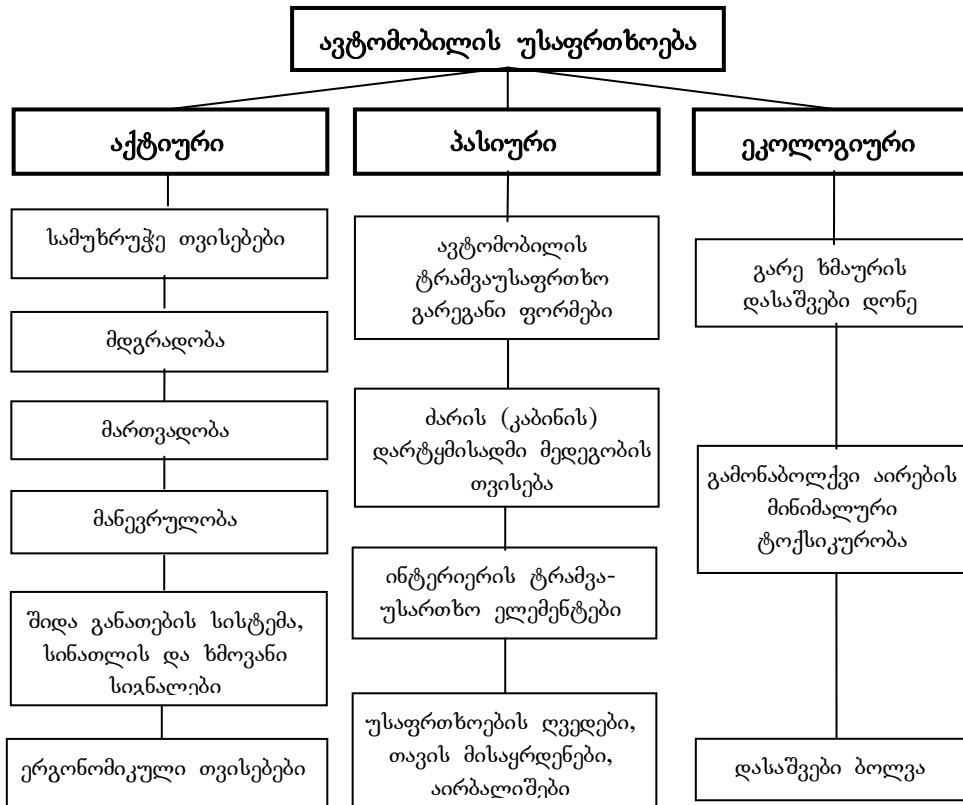
მაჩვენებლებს რეალურ საგზაო პირობებში. ამიტომ ავტომობილის საწვავეკონომიურობის დახასიათებისათვის საჭიროა რეალურ საექსპლუატაციო პირობებში საწვავის ხარჯის მრავალჯერადი გაზომვა, რის შემდგომაც დადგინდება საწვავის ხარჯის საშუალო მნიშვნელობები ავტომობილის სხვადასხვა სადატვირთვო რეჟიმებზე. სხვადასხვა ავტომობილების საწვავეკონომიურობის მაჩვენებლის შესადარებლად იყენებენ ეგრეთწოდებული საწვავის კუთრი ხარჯის მაჩვენებელს, რომელიც წარმოადგენს საწვავის საშუალო საგზაო ხარჯის ფარდობას შესრულებულ მუშაობასთან ტვირთის გადაზიდვების დროს [8][26].

**მოძრაობის უსაფრთხოება** - ავტომობილის საექსპლუატაციო თვისებების ერთერთი ძირითადი მჩვენებელია, რადგან ამ თვისებაზეა დამოკიდებული ადამიანების სიცოცხლე და ჯანმრთელობა, ავტომობილის და ტვირთის სიმრთელე; ავტომობილის უსაფრთხოება განისაზღვრება მისი ისეთი თვისებებით, რომლებიც საშუალებას აძლევს მძღოლს ავარიულ სიტუაციებში თავიდან აიცილოს საგზაო სატრანსპორტო შემთხვევა და მინიმუმამდე დაიყვანოს მძღოლის, მგზავრის და ტვირთის დაზიანება ავარიის შემთხვევაში.

ავტომობილის საექსპლუატაციო თვისებების შეფასებისათვის განასხვავებენ აქტიურ, პასიურ და ეკოლოგიურ უსაფრთხოებებს, რომელთა ძირითადი მაჩვენებლები კლასიფიცირებულია ნახ.1.8-ზე [22].

ავტომობილის უსაფრთხოება გარდა მისი ცალკეული აგრეგატების, მექანიზმების და დეტალების მუშაობის საიმედოობისა, განისაზღვრება მისი ერგონომიკული თვისებებით, რომლებზეც დამოკიდებულია მძღოლის დაღლილობა ტვირთის გადაზიდვების პროცესში. ავტომობილის კონსტრუქციის უსაფრთხოებაზე მოთხოვნები, მათი მაჩვენებელი პარამეტრების სიდიდეები და განსაზღვრის მეთოდები უნიფიცირებულია საერთაშორისო სტანდარტებით და ნორმებით. წამყვანი საერთაშორისო ორგანიზაცია, რომელიც ღებულობს და ამტკიცებს ამ ნორმებს არის გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის ევროპის ეკონომიკური კომისიის შიდა ტრანსპორტის კომიტეტი და სტანდარტიზაციის საერთაშორისო ორგანიზაცია. ეს ორგანიზაციები უზრუნველყოფენ აგრეთვე ევროპის ქვეყნების

თანამშრომლობას ავტომობილის უსაფრთხოების მაჩვენებლების სტანდარტიზაციის საკითხებში აშშ-სთან, კანადასთან, იაპონიასთან, ავსტრალიასთან და აზიის ქვეყნებთან.



ნახ.1.6. ავტომობილის უსაფრთხოების ძირითადი მაჩვენებლები

საავტომობილო ტექნიკის ოფიციალური შემოწმება გაეროს ეკ-ის წესების და მოთხოვნების შესაბამისად წარმოებს საფრანგეთში, ინგლისში, გერმანიაში, ჩეხეთში. აღსანიშნავია, რომ აშშ-ს, შვედეთის, იაპონიის და ზოგიერთი სხვა ქვეყნების ეროვნული სტანდარტების მოთხოვნები ავტომობილის კონსტრუქციის უსაფრთხოების მაჩვენებელი პარამეტრების სიდიდეებზე უფრო მკაცრია, ვიდრე გაეროს ეკ-ის წესებითაა განსაზღვრული. ავტომობილის უსაფრთხოება მოძრაობის სიჩქარეების და ინტენსივობის მატების პირობებში დიდადაა დამოკიდებული მის სამუხრუჭე სისტემის სრულყოფაზე. ავტომობილის სამუხრუჭე სისტემის ეფექტიანობის მაჩვენებელია სამუხრუჭე მანძილის და დამყარებული შენელების დამოკიდებულება დამუხრუჭების საწყისი



სიჩქარისაგან. დგომის და სათადარიგო სამუხრუჭე სისტემის ეფექტურობის მაჩვენებელია ამ სისტემის მიერ განვითარებული სამუხრუჭე ძალა.

ავტომობილების სამუხრუჭე თვისებებზე წაყენებული მარეგლამენტირებელი მოთხოვნებია გაეროს ეეკ-ის №13 წესი, რომელიც თანდათანობით მკაცრდება მასში შეტანილი ცვლილებების მიხედვით [27]. ქვემოთ მოცემულია ამ სატვირთო ავტომობილების სამუხრუჭე სისტემის ნულოვანი გამოცდისათვის თანაბარი შენელების ამ წესით განსაზღვრული ნორმატიული მნიშვნელობები, როდესაც დამუხრუჭების სატერფულზე დაწოლის ძალა არ აღემატება 490 ნიუტონს [27]:

ასს-ს კატეგორია.....	N <sub>1</sub> ,	N <sub>2</sub> ,	N <sub>3</sub>
დამუხრუჭების საწყისი სიჩქარე V <sub>0</sub> , კმ/სთ.....	70	50	40
თანაბარი შენელება J <sub>s</sub> , მ/წმ <sup>2</sup> , არა ნაკლებ.....	5,5	5,5	5,5
დამუხრუჭების მანძილი S , მეტრი.....	6	4	3

ექსპლუატაციაში მყოფი ავტომობილების შემოწმებისას ყველა კატეგორიისათვის დამუხრუჭების საწყისი სიჩქარე ტოლია V<sub>0</sub>=40 კმ/სთ-ის, დამყარებული შენელების J<sub>s</sub> სიდიდე სრული დატვირთვისათვის შემცირებულია ზემოთ ნაჩვენები სიდიდეებთან შედარებით 25%-ით, ხოლო მუხრუჭების ამოქმედების დრო N<sub>3</sub> კატეგორიის ავტომობილებისათვის გაზრდილია 2-ჯერ ახლად გამოშვებული ავტომობილებთან შედარებით.

დამუხრუჭების მანძილის S<sub>b</sub> ნორმატიული მნიშვნელობის გამოთვლისათვის ლიტერატურაში [22][28] მოცემულია ემპირიული ფორმულა:

$$S_b = \frac{AV_0 + V_0^2}{26 \cdot j_{kon}} \quad , \quad (1.17)$$

სადაც, V<sub>0</sub> – დამუხრუჭების საწყისი სიჩქარეა, კმ/სთ; A – ემპირიული კოეფიციენტი და N კატეგორიის ავტომობილებისათვის A=0,19. ახალი სატვირთო ავტომობილებისათვის A=0,18, ექსპლუატაციაში მყოფი

ავტომატარებლებისათვის  $A=0,24$ ,  $j_{kon}$  - დამუხრუჭებისას ავტომობილის შენელების სიდიდეა.

ცნობარში [26] მინიმალური სამუხრუჭე მანძილის დამოკიდებულება  $S_b$  მოძრაობის სიჩქარის, თვლების ჩაჭიდების ძალისა და გზის ქანობისაგან გამოსახულია ფორმულით:

$$S_b = \frac{V^2}{25(\varphi+l)}, \quad (1.18)$$

სადაც,  $V$  – ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარეა დამუხრუჭების დასაწყისში, კმ/სთ;  $\varphi$  – თვლების გზასთან ჩაჭიდების კოეფიციენტი;  $l$  – გზის გრძივი დახრილობა.

ახალი ავტომობილის დამატებითმა სამუხრუჭე სისტემამ დამოუკიდებლად უნდა უზრუნველყოს 6 კმ სიგრძის 7%-იან გრძივ დაღმართზე ავტომობილის მოძრაობა  $V = 30 \pm 2$  კმ/სთ სიდიდის მუდმივი სიჩქარით, ხოლო ექსპლუატაციაში მყოფი სრული მასით მოძრავი ავტომობილებისათვის სიჩქარეზე  $V = 30 \pm 5$  კმ/სთ უნდა უზრუნველყოს მუდმივი შენელება  $j_{kon} \geq 0,5$  მ/წმ<sup>2</sup>. დგომის (სდექ) სამუხრუჭე სისტემას მოეთხოვება დაიჭიროს „სდექ“ მდებარეობაში სრული მასით დატვირთული  $N$  კატეგორიის ავტომობილი 20%-იან ქანობზე, ხოლო  $O$  კატეგორიის ავტომობილები და ავტომატარებლები 18%-ან ქანობზე; ავტომობილ გამწვეს სამუხრუჭე სისტემამ, თუ მასთან ჩაბმულ სხვა რგოლებს არ გააჩნიათ სამუხრუჭე სისტემა, უნდა უზრუნველყოს ავტომატარებლის დგომა 12%-იან ქანობზე.

ექსპლუატაციაში მყოფი სრული წონით  $N$  კატეგორიის ავტომობილების სამუხრუჭე სისტემამ უნდა დაიჭიროს ავტომობილი უძრავ მდგომარეობაში 31%-იან გრძივ ქანობზე.

ავტომობილის სამუხრუჭე სისტემის ეფექტიანობის მაჩვენებლების ზემოთ მოყვანილი მნიშვნელობები გათვალისწინებული უნდა იქნეს ტექნიკური მომსახურებისას და მეწარმე-გადამხიდავის მიერ პარკის დაკომპლექტების პროცესში.

თანამედროვე ავტომობილების სამუხრუჭე სისტემის ეფექტიანობის ამაღლებისათვის ფართოდ გამოიყენება მაღალტემპერატურული სამუხრუჭე სითხეები და ხუნდების ნაფენები ამაღლებული ფრიქციული სტაბილურობით და ცვეთამდეგობით (აზბესტის გარეშე), რაც ანიჭებს მუხრუჭებს კარგ ეკოლოგიურ თვისებებს.

მაღალ სიჩქარეებზე დამუხრუჭებისას ავტომობილის საკურსო მდგრადობის შესანარჩუნებლად თანამედროვე ავტომობილების სამუხრუჭე სისტემები აღჭურვილია თვლებზე მოსული დამამუხრუჭებელი ძალის რეგულატორებით და ანტიმაბლოკირებელი მოწყობილობებით; ასევე, სულ უფრო მეტად გამოიყენება დისკური მუხრუჭები მძიმეწონიან მაგისტრალურ ავტომობილ-გამწეებზე და ნახევრადმისაბმელებზე; პნევმატურ ამძრავიან სამუხრუჭე სისტემებში, როგორც წესი, ინერგება ნესტის გამომცლელი აღსორცილებადი მოწყობილობები; სამუხრუჭე სისტემების ამძრავების ამოქმედების დასაჩქარებლად გრძელბაზიან და მრავალრგოლიან ავტომატარებლებში ფართოდ იყენებენ ელექტროპნევმატურ ამძრავებს.

**ავტომობილის მანევრულობა** ხასიათდება შემდეგი მაჩვენებლებით:

- წინა შიგა თვლის ნაკვალევის მოხვევის მინიმალური რადიუსით მოხვევის ცენტრის მიმართ;

- მოხვევის გარეთა გაბარიტული რადიუსით;

- მოცემული გარე გაბარიტული რადიუსით ავტომობილის ან ავტომატარებლის მოხვევისას დაკავებული კორიდორის სიგანით.

ავტომატარებლისათვის ზემოთ ჩამოთვლილი სამი მაჩვენებლიდან მთავარია მესამე მაჩვენებელი, რომელიც იზომება მოხვევის ცენტრიდან ყველაზე დაშორებული და ცენტრთან ყველაზე დაახლოებული წერტილების მოხვევის რადიუსებს შორის სხვაობით; ეს მაჩვენებელი ახასიათებს ავტომატარებლის კორიდორის სიგანეს დიდი სიმრუდის მოსახვევებში და აგრეთვე მანევრულობას უკუსვლის დროს. სატვირთო ავტოსატრანსპორტო საშუალებების მოხვევის გარე რადიუსის მინიმალური მნიშვნელობა ლიმიტირებულია 12,5 მეტრით.

**ავტომობილის მართვადობის** ცნება მოიცავს ავტომობილის ისეთი თვისებების ერთობლიობას, რომლებიც განსაზღვრავენ მის უნარს დაემორჩილოს მძღოლის მიერ ავტომობილის მოძრაობის პროცესის

მართვისათვის განხორციელებულ ქმედებებს, რაც შეიძლება ნაკლები ფიზიკური და ნერვიული ენერგოდანახარჯებით. ავტომობილის მართვადობის შეფასებისათვის გამოიყენებენ საჭის თვლის მობრუნების ძალას გარკვეული რეჟიმით ავტომობილის მობრუნებისას. სტანდარტებით და ნორმებით [22] ავტომობილის 10 კმ/სთ სიჩქარით გზის ჰორიზონტალურ მყარსაფარიან მონაკვეთზე სწორხაზოვანი მოძრაობიდან მრუდწირულ ტრაექტორიით მოძრაობაზე გადასვლისას, მოხვევის გარე რადიუსით 12 მეტრი. საჭის თვალზე მობრუნებისათვის მოდებული საჭირო ძალა არ უნდა აღემატებოდეს 245 ნიუტონს არაუმეტეს 17 მეტრ მანძილზე საჭის გამაძლიერებელი მექანიზმის გარეშე სისტემისათვის და 118 ნიუტონს – საჭის მართვის გამაძლიერებელი მექანიზმით სისტემაში 11 მეტრ მანძილზე.

**ავტომობილის მდგრადობა** განისაზღვრება მისი ისეთი თვისებების ერთობლიობით, რომლებიც უზრუნველყოფენ მისი საკურსო მოძრაობის შენარჩუნებას სხვადასხვა შემაშფოთებელი ძალების მოქმედების მიუხედავად. ასეთი შემაშფოთებელი ძირითადი ძალებია გვერდითი ძალები, რომლებიც იწვევენ გვერდით მოსრიალებას ან გვერდით გადაყირავენას; სიჩქარეებს, რომლის დროსაც მოსახვევში მრუდწირულად მოძრავ ავტომობილზე მოქმედი ძალები გამოიწვევენ ავტომობილის გადაყირავენას ან გასრიალებას, უწოდებენ კრიტიკულ სიჩქარეებს გვერდით მოსრიალებაზე  $V_{kr.r}$  ან გვერდით გადაყირავენაზე  $V_{kr.u}$ . მოსახვევებში სიჩქარეები შეზღუდულია ავტომობილის გასრიალების ან მისი შესაძლო გადაყირაების თავიდან აცილების მიზნით. სიჩქარეები შეიძლება შეიზღუდოს ასევე სხვა მიზეზებითაც, მაგალითად, თუ ცუდი ხილვადობის მოსახვევია ან მოძრაობის კომფორტული პირობების გაუმჯობესების მიზნით.

მოსახვევში მოძრაობის სიჩქარეებს ირჩევს მძღოლი, აქედან გამომდინარე მისი მნიშვნელობები შეუძლებელია იყოს მკაცრად იდენტიური. ამიტომ მოსახვევში მოძრაობის სიჩქარედ მიღებულია ის დამყარებული სიჩქარე, რომელსაც ირჩევს მძღოლი მოსახვევში შესვლის დასაწყისში და შემდგომ მასში მოძრაობისას კორექტირებას აღარ საჭიროებს.

მოსახვევებში სიჩქარეების ნორმირებისას ასევე გასათვალისწინებელია გვერდითი ძალების ზემოქმედება ადამიანზე-მძღოლზე. გვერდითი ძალების მნიშვნელობების სიდიდე დამოკიდებულია მოსახვევში მრუდწირულად მოძრაობის სიჩქარეზე, ასევე მოძრაობის ტრაექტორიის სიმრუდეზე  $K_g$  და მის ცვალებადობაზე, რაც წინა თვლების მოხვევის კუთხის ცვალებადობით რეგულირდება [29][30]:

$$\frac{dK_g}{dt} = K_g, \quad (1.19)$$

დაუმყარებელი რეჟიმით მოხვევის გამოკვლევებმა და ანალიზმა [30] აჩვენეს, რომ მიმართველი თვლების მოხვევის კუთხის ცვალებადობა ძირითადად ხდება სწორხაზოვნად, ხოლო უსაფრთხო სიჩქარე, როგორც წესი, შეირჩევა მოსახვევში შესვლამდე და მისი კორექტირება ხდება მოსახვევში მოძრაობის პირველ ეტაპებზე. ავტომობილის მოსახვევში მოძრაობისას წარმოიშვება გვერდითი ძალა, რომელიც ზემოქმედებს მძღოლზე. ამ ძალის მნიშვნელობის სიდიდე დამოკიდებულია გვერდით აჩქარებაზე, რომელიც განისაზღვრება ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარის შეფარდებით მოხვევის რადიუსთან. თუ ჩავთვლით, რომ ავტომობილი მოძრაობს მუდმივი სიჩქარით  $V_a$ , მაშინ გვერდითი აჩქარება  $j_s$  შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით [31]:

$$j_s = \frac{V_a^2}{R}, \quad (1.20)$$

ან

$$V_a = \sqrt{j_s \cdot R}, \quad (1.21)$$

სადაც :  $V_a$ - მოსახვევში ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარეა, კმ/სთ;  $R$ -მოსახვევის რადიუსი, მ ;  $j_s$ -მოხვევისას ავტომობილის გვერდითი აჩქარება, მ/წმ<sup>2</sup>.

სხვადასხვა ავტორების დაკვირვებები და გამოკვლევები გვიჩვენებს, რომ გვერდითი აჩქარება მოსახვევის დასაწყისში იზრდება, შუა ნაწილში აღწევს მაქსიმუმს და შემდეგ მისი მნიშვნელობა იწყებს კლებას. დაკვირვებები გვიჩვენებს, რომ მოსახვევებში ავტომობილების

გვერდითი აჩქარების მნიშვნელობები არ აჭარბებს  $j_s = 1,2...2$  მ/წმ<sup>2</sup>-ს. ამიტომ, მოსახვევში ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარის მნიშვნელობა ნორმირებული უნდა იყოს გვერდითი აჩქარების ამ მნიშვნელობების გათვალისწინებით.

მოსახვევში დასაშვები სიჩქარის განსაზღვრა ასევე შესაძლებელია ფორმულით [31]:

$$V_{ek} = \sqrt{127R(\mu \pm \iota_n)}, \quad \text{კმ/სთ,} \quad (1.22)$$

სადაც,  $R$  – მოსახვევის სიბრუდის რადიუსია, მ;  $\mu$  – გვერდული ძალის კოეფიციენტი ( $\mu = 0,15...0,20$ );  $\iota_n$  – მოსახვევში გზის გვერდული დახრა, პრომილებში, ‰.

ზემოთ მოყვანილი ფორმულით გამოთვლილი მოსახვევში დასაშვები სიჩქარეების მნიშვნელობები უახლოვდება გვერდითი აჩქარების  $j_s = 1,2...2$  მ/წმ<sup>2</sup> მნიშვნელობებს, რაც მიუთითებს გამოთვლებისას ამ ფორმულის გამოყენების მიზანშეწონილობაზე.

მოსახვევში დასაშვები სიჩქარის განსაზღვრა გზის არახილვადობის გათვალისწინებით შესაძლებელია ფორმულით [30]:

$$V_{ek} = \sqrt{\frac{127(\varphi^2 - \iota_s^2)}{K_b \varphi}} (S - B) \quad , \quad (1.23)$$

სადაც,  $\varphi$  – არის გრძივი ჩაჭიდების კოეფიციენტი;  $\iota_s$  – მონაკვეთის გრძივი დახრა, რომელზედაც განლაგებულია მრუდი ფარდობით ერთეულებში;  $S$  – ხილვადობის მანძილი;  $B$  – გზის სავალი ნაწილის სიგანე;  $K_b$  – დამუხრუჭების საექსპლუატაციო პირობების კოეფიციენტი (სატვირთო ავტომობილისათვის  $K_b = 1,8$ ).

მოსახვევში დასაშვები სიჩქარის განსაზღვრა ავტომობილის გვერდით გასრიალების წინააღმდეგობის გათვალისწინებით შესაძლებელია ფორმულით [28]:

$$V_{ek} = 11,3\sqrt{\varphi_s R} , \quad (1.24)$$

სადაც,  $\varphi_s$  – გვერდითი ჩაჭიდების კოეფიციენტი;  $R$  – მოხვევის რადიუსია, მ.

**სატვირთო ავტომობილების კონსტრუქციისადმი პასიური უსაფრთხოების მოთხოვნები** დარეგლამენტებულია გაეროს ეკე-ის №29 წესით, რომელშიც მითითებულია, რომ სატვირთო ავტომობილების კაბინაში, რომელთა სრული წონა აღემატება 7 ტონას, შენარჩუნებული უნდა იქნეს მძღოლის სასიცოცხლო სივრცე კაბინაზე შემდეგი დატვირთვების მოქმედების შემდეგაც [22]:

ა) კაბინის წინა ფრონტალური მხრიდან დინამიკური დარტყმა სწორკუთხოვანი მასით  $E = 44150$  ჯოული ენერგიით;

ბ) კაბინის სახურავზე სტატიკური დატვირთვა სწორი ოთხკუთხა მასით, რომლის წონა ავტომობილის სრული წონის ნახევარს უდრის, მაგრამ არ აღემატება 98000 ნიუტონს;

გ) სტატიკური დატვირთვა კაბინის უკანა მთელ ზედაპირზე ავტომობილის ღერძის გასწვრივ ოთხკუთხა ფილით, რომლის მასა ტოლია  $P = 1962$  ნიუტონი ყოველ 1 ტონა ტვირთშიდაობაზე.

გარდა ამისა, სატვირთო ავტომობილების პასიური უსაფრთხოების ასამაღლებლად, საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევებისას მძღოლის დაზიანების შესამსუბუქებლად ფართოდ გამოიყენება ყველა ღონისძიებები კაბინაში ტრამვაუსაფრთხო ინტერიერის შესაქმნელად, მათ შორისაა უსაფრთხოების ღვედების და ბალიშების გამოყენება.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, საავტომობილო ტრანსპორტის მიერ შექმნილი პრობლემებიდან ერთ-ერთი მნიშვნელოვანია გამონაბოლქვი აირებით გარემოს გაჭუჭყიანება. ავტომობილის გამონაბოლქვი მავნე ნივთიერებების რაოდენობაზე დიდ გავლენას ახდენს მისი წვეით-სინქარითი თვისებები, კონსტრუქციის სრულყოფა, გამოყენებული საწვავ-საცხები მასალების სახე და ხარისხი, მსხვილ ქალაქებში და დატვირთულ მაგისტრალზე მოძრაობის ორგანიზაცია და მუშაობის რეჟიმები და ა.შ.

გარემოს გაჭუჭყიანებაზე განსაკუთრებულ გავლენას ახდენენ დიდი ლიტრაჟის და ტვირთმზიდაობის მქონე სატვირთო ავტომობილები, რომლებიც აღჭურვილნი არიან დიზელის ციკლზე მომუშავე ძრავებით.

დიზელის ძრავებიანი ავტომობილების გამონაბოლქვ აირებში ტოქსიკური ნივთიერებების შემცველობის ნორმები წლების განმავლობაში მკაცრდებოდა და მოსალოდნელია ავტომობილების რაოდენობის ზრდასთან ერთად მომავალში უფრო გამკაცრდეს. საერთაშორისო სტანდარტებით ნორმირებულია სატვირთო ავტომობილების მიერ გამობოლქვილ აირებში ნახშირჟანგის CO, დაუჟანგავი ნახშირწყლების CH, აზოტის ჟანგის NO<sub>x</sub>, ბოლვის და მყარი ნაწილაკების შემცველობა; ატმოსფერული ჰაერის გაჭუჭყიანების შემცირების უპირველესი ღონისძიებაა საავტომობილო ძრავების კონსტრუქციის სრულყოფა: საწვავის უშუალო შეფრქვევის სისტემებზე გადასვლა, გამონაბოლქვი აირების დამატებითი დაწვა, ფორკამერული ჩირაღდნული ანთება; ნეიტრალიზატორების დაყენება გამონაბოლქვის სისტემაში, გამონაბოლქვი აირების ნაწილის რეციკულაცია ჰაერის შემშვებ სისტემაში, ნარეგწარმოქმნის და წვის პროცესის სრულყოფით ორკამერიანი (ბუქობრივი და წინაკამერები) წვის კამერის გამოყენება და ა.შ.

დიზელის ძრავებში ბოლვადობის შესამცირებლად სულ უფრო ფართოდ გამოიყენება დიზელის საწვავებში ანტიბოლვის (ბარიუმის, მარგანეცის, ამიაკის) მისართები, გამონაბოლქვის გაწმენდის ოთხსაფეხურიანი სისტემა, ელექტრონული მართვის საშუალებით სულ უფრო იხვეწება საწვავის ყველა რეჟიმებზე შეფრქვევის მახასიათებელი. ცხრილში 1.11. მოცემულია სატვირთო ავტომობილების გამონაბოლქვ აირებში ტოქსიკური ნივთიერების შემცველობის ნორმები ევროსტანდარტების მიხედვით [32].

**ხმაურის მახასიათებელი.** ავტომობილის პასიური უსაფრთხოების და საერთოდ მისი კონსტრუქციული სრულყოფის შემფასებელი მნიშვნელოვანი კრიტერიუმია ხმაურის მახასიათებელი; ავტომობილიდან ხმაურის წარმოშობის მიზეზია მისი აგრეგატების მუშაობასთან და მოძრაობასთან დაკავშირებული ვიბრაციები. რაც მეტია ვიბრაციების



ცხრ. 1.8. დიზელის ძრავებიანი სხვადასხვა კლასის ავტომობილების გმონაბოლქვ აირებში ტოქსიკური ნივთიერებების შემცველობის ნორმები; CO - ნახშირჟანგი, CH - ნახშირწყალბადები, NO<sub>x</sub> - აზოტის ჟანგბადები, გრ/კმ.

ევრო სტანდარტი	N <sub>1</sub> კლასი I (<1305კგ)					
	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
წელი	1994/95	1998/99	2000/01	2005/06	2009/11	2014/15
CO	2,72	1,00	0,64	0,50	0,50	0,50
HC-NO <sub>x</sub>	0,97	0,70	0,56	0,30	0,23	0,17
NO <sub>x</sub>	-	-	0,50	0,25	0,18	0,08
მყნაწილაკები PM	0,140	0,080	0,050	0,025	0,005	0,005
ევრო სტანდარტი	N <sub>1</sub> კლასი II (1305-1760კგ)					
	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
წელი	1994/95	1998/99	2001/02	2006/07	2010/12	2015/16
CO	5,17	1,25	0,80	0,63	0,63	0,63
HC-NO <sub>x</sub>	1,40	1,00	0,72	0,39	0,295	0,195
NO <sub>x</sub>	-	-	0,65	0,33	0,235	0,105
მყნაწილაკები PM	0,190	0,120	0,070	0,040	0,005	0,005
ევრო სტანდარტი	N <sub>1</sub> კლასი III (>1760კგ)					
	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
წელი	1994/95	1998/99	2001/02	2006/07	2010/12	2015/16
CO	6,90	1,50	0,95	0,74	0,74	0,74
HC-NO <sub>x</sub>	1,70	1,20	0,86	0,46	0,350	0,215
NO <sub>x</sub>	-	-	0,78	0,39	0,280	0,125
მყნაწილაკები PM	0,250	0,170	0,100	0,060	0,005	0,005

სიხშირე, მით მეტია ხმაურის დონე და სიხშირე; ხმაური იწვევს პირველ რიგში ადამიანის ნერვიული სისტემის დაღლას და მოშლას, სტრესს; ხმაურის გამომწვევი ვიბრაციები ასევე უარყოფითად მოქმედებს ადამიანის სხვადასხვა ორგანოებზე და იწვევს მის საერთო ფიზიკურ დაღლას და შრომის უნარიანობის დაქვეითებას; ამიტომ

ხმაურის დონის მიხედვით ირიბად შეფასდება აგრეთვე ავტომობილის ვიბრომახასიათებელი და ვიბროდატვირთულობის ხარისხიც. ხმაურის დონეზე ასევე გავლენას ახდენს ავტომობილის ხნოვანება, გზის საფარის სახე, მოძრაობის რეჟიმი.

დიზელის ძრავიანი სატვირთო ავტომობილის ხმაურის ძირითადი გამომწვევი აგრეგატებია ძრავი (85 დბ), ჰაერის შემშვები სისტემა (84 დბ), ნამწვი აირების გამომშვები სისტემა (82 დბ), გაგრილების სისტემის ვენტილატორი (82 დბ), ტრანსმისიის აგრეგატები და თვლის საბურავები (81 დბ) [33]; მოძრაობის მაღალ სიჩქარეებზე (>80 კმ/სთ) საბურავების ხმაურის დონემ შეიძლება გადააჭარბოს სხვა აგრეგატების ხმაურის დონეს.

ცხრილში 1.12. ნაჩვენებია თანამედროვე სატვირთო ავტომობილების ხმაურის დასაშვები დონეები ევროსტანდარტების მიხედვით.

დასახლებულ პუნქტებთან ახლოს გამავალ მაგისტრალურ გზებზე საავტომობილო სატრანსპორტო ნაკადების ხმაურისაგან მოსახლეობის დასაცავად აგებენ სპეციალურ ხმაურამრეკლ კედლებს და ნაგებობებს.

*ცხრ.1.9. სატვირთო ავტომობილების ხმაურზე დასაშვები დონეები ევროსტანდარტების მიხედვით*

ავტოსატრანსპორტო საშუალების კატეგორია სიმძლავრის მიხედვით	ავტომობილების გამოშვების წელი		
	1991 წლამდე ხმაურის ნორმა, დბ	1991 წლიდან ხმაურის ნორმა, დბ	01.10.96-დან ხმაურის ნორმა, დბ
75 კვტ-ზე ნაკლები	86	81	77
75-დან 150 კვტ-მდე	86	83	79
150 კვტ-ზე მეტი	88	84	80

**ავტომობილის სვლის სიმღოვრე.** მძღოლის ფიზიოლოგიური მდგომარეობა, ავტომობილის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე და მწარმოებლურობა, მოძრაობის უსაფრთხოება, ტვირთის დაუზიანებლად გადაზიდვა, აგრეგატების მუშაობის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ასევე ავტომობილის სვლის სიმღოვრეზე; განსაკუთრებული ყურადღება

უნდა მიექცეს მძღოლის სამუშაო ადგილის რხევებზე ავტომობილის სვლის სიმდოვრის გავლენას; საერთაშორისო სტანდარტი ავტომობილის სვლის სიმდოვრის ნორმებისათვის წარმოადგენს ISO 2631-71 „ვიბრაცია გადაცემული ადამიანის სხეულზე. სახელმძღვანელო ადამიანზე ზემოქმედების შესაფასებლად“ [33][34].

**გამავლობის მაჩვენებლები.** სატვირთო გადაზიდვებისათვის ავტომობილების შერჩევისას ყურადღება უნდა მივაქციოთ გამავლობის მაჩვენებლებს. განასხვავებენ პროფილურ და საყრდენ გამავლობის მაჩვენებლებს; პროფილური გამავლობა ახასიათებს ავტომობილის უნარს გადალახოს გზის უსწორმასწორობები, წინაღობები და ჩაქვროს გზის სავალი ნაწილის სიგანეში. საყრდენი გამავლობა ახასიათებს ავტომობილის უნარს იმოძრაოს გრუნტიანი, სველი, თოვლიანი, მოყინული და სრიალა გზის საფარზე.

პროფილური გამავლობის შემფასებელი პარამეტრებია: ავტომობილის ქვედა კიდურა წერტილის დაშორება სავალი ნაწილიდან; წინა და უკანა კიდული; წინა და უკანა კიდულების კუთხეები; გამავლობის გრძივი რადიუსი; გადალახული აღმართის მაქსიმალური კუთხე; გადალახული მრუდი ბორცვის მაქსიმალური კუთხე.

საყრდენი გამავლობის შემფასებელი პარამეტრებია: ჩასაბმელი წონა; ჩასაბმელი წონის კოეფიციენტი; თვლების გზაზე კუთრი დაწნევის სიდიდე. ყველა ამ მაჩვენებლების სიდიდეები ნორმირებულია სტანდარტებით და მოცემულია ავტომობილის (ავტომატარებლის) ტექნიკურ დახასიათებაში.

**ერგონომიკული მაჩვენებლები.** ავტომობილის მოხმარების მოხერხებულობის კონსტრუქციულ თავისებურებებს ასახავს ერგონომიკული მაჩვენებლები, რომლებიც იყოფა ჰიგიენურ, ანტროპოლოგიურ, ფიზიოლოგიურ და ფსიქოლოგიურ მაჩვენებლებად.

ჰიგიენური მაჩვენებლის პარამეტრებია კაბინის შიგა ხმაურის დონე (არ უნდა აღემატებოდეს სატვირთო ავტომობილებში 85 დბ-ს „ა“ შკალით), მძღოლის სამუშაო ადგილის ვიბროდატვირთულობა (რხევების სიხშირე არ უნდა აღემატებოდეს 22,4 ჰერცს) და მიკროკლიმატი (სუფთა ჰაერი და ყველაზე მისაღები ტემპერატურაა 18-24 C<sup>0</sup>).

ანტროპოლოგიური მაჩვენებლები ახასიათებს მძღოლის სამუშაო ადგილის ფიზიოლოგიურად რაციონალურ პოზას, როცა მოხერხებულია ავტომობილის მართვის ორგანოებით მანიპულირება; მძღოლის სხეული ისეთ მდებარეობაშია, რომ მისი წონა თანაბრადაა განაწილებული საყრდენ ზედაპირებზე და თან სხეულის ცალკეულ ნაწილებს უკავია ფუნქციონალურად მშვიდი, დასვენებული მდგომარეობა.

ფიზიოლოგიური მაჩვენებლები განსაზღვრავს მძღოლის მიერ ავტომობილის მართვის ორგანოების მოქმედებაში მოყვანისათვის საჭირო ძალებს. იმისათვის, რომ მძღოლის მიერ დახარჯული ენერჯია იყოს მინიმალური, ამ ძალების მნიშვნელობები ნორმირებულია სტანდარტებით და სატვირთო ავტომობილებში სამუხრუჭე სატერფულზე მოქმედი ძალა არ უნდა აღემატებოდეს 200...300 ნ-ს; საჭის თვალზე მოქმედი ძალა – 120 ნ-ს; საწვავის მიწოდების სატერფულზე – 145 ნ-ს [22].

ფსიქოლოგიურ მაჩვენებლებს მიეკუთვნება ავტომობილის და მისი აგრეგატების მუშაობის შესახებ კაბინის შიგა ვიზუალური და გარშემო ხედვის მაინფორმირებელი მოწყობილობები, რომლებიც აწვდიან ინფორმაციას მძღოლს საგზაო მოძრაობის აღქმისა და საგზაო პირობების სწორად შეფასებისათვის; ფსიქოლოგიურ მაჩვენებელს მიეკუთვნება აგრეთვე ხმოვანი საინფორმაციო საშუალებაც და სასიგნალო განათების მაჩვენებლებიც, რომლებიც მიუთითებენ ავტომობილის მოძრაობის რეჟიმის შეცვლას. ყველა ამ მაჩვენებლებს წაყენება მოთხოვნა, რომ ისინი უნდა იძლეოდნენ სრულყოფილ და მძღოლის მიერ სწრაფად აღქმად ინფორმაციას.

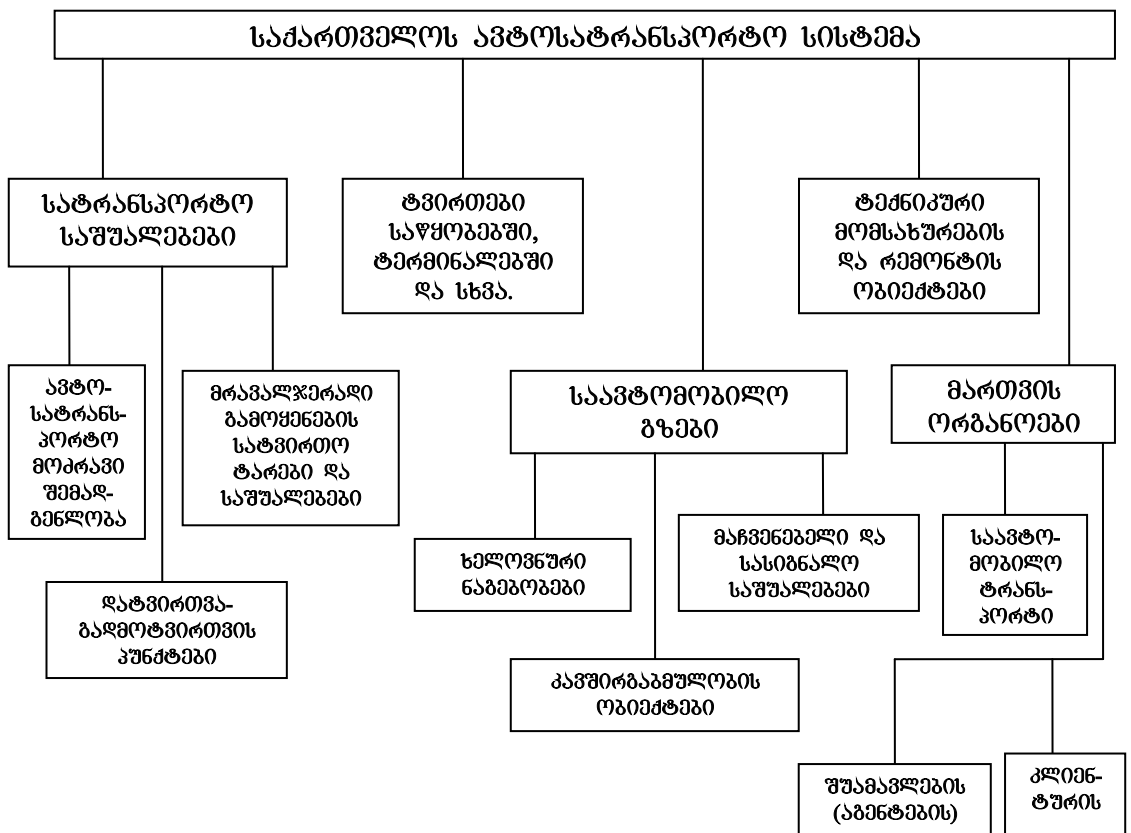
#### **14. საქართველოს ავტოსატრანსპორტო სისტემის სტრუქტურა და გადაზიდვების ძირითადი მაჩვენებლები**

სატრანსპორტო სისტემა მოიცავს მიმოსვლის სატრანსპორტო საშუალებებს და გზებს, სხვადასხვა ტიპის ტექნიკურ ობიექტებსა და მოწყობილობა-ნაგებობებს, ორგანიზაციისა და მართვის სტრუქტურებს [35]. საქართველოს ავტოსატრანსპორტო სისტემის ზოგადი სქემა ნაჩვენებია ნახ.1.6-ზე. სატრანსპორტო საშუალებების ერთობლიობა ქმნის დანიშნულების მიხედვით მომუშავე მოძრავ შემადგენლობას;

მიმოსვლის გზები მოწყობილია სპეციალურად მიზნობრივად ამა თუ იმ ტიპის სატრანსპორტო საშუალებების გადაადგილებისათვის.

**ტექნიკური ობიექტები და მოწყობილობა-ნაგებობები** შეიცავს სატრანსპორტო საშუალებების ტექნიკური მომსახურებისა და რემონტის პუნქტებს, ცენტრებს და საწარმოებს; საწვობებს და ტერმინალებს, დატვირთვა-გადმოტვირთვის პუნქტებს; სატვირთო სადგურებს; კავშირგაბმულობის და საყოფაცხოვრებო მომსახურების კომუნიკაციებს; ტვირთის გადაზიდვის პროცესების ორგანიზაციის მართვის და რეგულირების ობიექტებს.

სატრანსპორტო პროცესის შესრულებისათვის აუცილებელია მოსამზადებელი და დამხმარე სამუშაოების შესრულება, რომელთაგან ყველაზე შრომატევადია სატრანსპორტო-საექსპედიციო და დატვირთვა-გადმოტვირთვის ოპერაციები. **სატრანსპორტო-საექსპედიციო** ოპერაციებს მიეკუთვნება ტვირთის მიღება, დაფასოება, მარკირება და გაცემა; საჭიროების შემთხვევაში მათი მოკლევადიანი შენახვა, საბუთების გაფორმება, ტვირთის მიტანა ადრესატამდე.



ნახ.1.7. საქართველოს ავტოსატრანსპორტო სისტემის სქემა

**დატვირთვა-გადმოტვირთვის** ოპერაციებზე ტვირთზიდვის საერთო ხანგრძლივობიდან იხარჯება საკმაოდ დიდი დრო. სანამ ტვირთი მიმწოდებლიდან მიიტანება მიმღებამდე, შეიძლება რამოდენიმეჯერ გადაიტვირთოს ერთი ტრანსპორტიდან მეორეზე; ამასთანავე ამ დროს სატრანსპორტო საშუალება არ მოძრაობს და არ ასრულებს სატრანსპორტო სამუშაოს, ამიტომ დატვირთვა-გადმოტვირთვის ოპერაციების დრო უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად მინიმალური.

ტვირთების გადაზიდვა შეიძლება განხორციელდეს ერთი სახეობის ან რამდენიმე სახეობის ტრანსპორტით; ამასთანავე გადაზიდვებში შეიძლება მონაწილეობდეს ერთი ან რამდენიმე სატრანსპორტო სუბიექტი. ისეთ გადაზიდვებს, როდესაც ტვირთი გადაიზიდება ერთიდაიგივე სატრანსპორტო საბუთებით და ტარით სხვადასხვა სახეობის სატრანსპორტო საშუალების გამოყენებით, **კომბინირებულ გადაზიდვებს** უწოდებენ; კომბინირებული გადაზიდვებისას სხვადასხვა სატრანსპორტო საშუალებებზე გადაიტვირთება ტარა-კონტეინერი. ბოლო პერიოდში საკმაო გავრცელება ჰპოვა კონტრეილერულმა გადაზიდვებმა, როცა სხვადასხვა სახეობის სატრანსპორტო საშუალებებზე გადაიტვირთება მთლიანად დატვირთული სატრანსპორტო საშუალება ან მისი მისაბმელი.

დანიშნულების მიხედვით განასხვავებენ შიდასაწარმოო, საქალაქო, სარაიონო, საგარეუბნო, საქალაქთაშორისო (სარაიონოთაშორისო), მაგისტრალურ და საერთაშორისო გადაზიდვებს;

თითოეული სახეობის ტრანსპორტი გადაზიდვებს ასრულებს საწყის და ბოლო პუნქტებს შორის მოწყობილ სპეციალურ გზასავალზე ანუ მარშრუტებზე. მარშრუტების ერთობლიობა ქმნის სარაიონო, საქალაქო, საგარეუბნო, საქალაქთაშორისო, მაგისტრალურ და საერთაშორისო სატრანსპორტო ქსელს.

**საქართველოს სატრანსპორტო სისტემა** წარმოადგენს საავტომობილო გადაზიდვების და სარკინიგზო საწარმოების, საავტომობილო გზების და სარკინიგზო ლიანდაგების, სატვირთო სადგურების (ტერმინალების), ტექნიკური მომსახურების ობიექტების, საავიაციო გადაზიდვების საწარმოების, აეროპორტების და გარაჟების,

სარემონტო საწარმოების და მათი ფუნქციონირებისთვის საჭირო ობიექტების, მართვისა და რეგულირების ორგანოების ერთობლიობას.

სატრანსპორტო სისტემის ეფექტიანი მუშაობისათვის აუცილებელია დაინერგოს სხვადასხვა სახეობის ტრანსპორტის ერთობლივი გამოყენების რაციონალური ხერხები ტვირთების გადაზიდვებში; ამ მხრივ მნიშვნელოვანია შერეული და შუალედი გადატვირთვების გარეშე (გადაზიდვები „კარიდან-კარამდე“) გადაზიდვების მეთოდების ფართოდ დანერგვა.

სატვირთო გადაზიდვები ცალკეული სახეობის ტვირთებს შორის უნდა გადანაწილდეს არა მარტო გადაზიდვების სიშორის, არამედ ტვირთის სახეობის მიხედვით; ასე მაგალითად, ავტომობილებით მიზანშეწონილია ტვირთის გადაზიდვა შორს მანძილებზეც კი, თუ მათი გადაზიდვის შეყოვნება მიაყენებს მნიშვნელოვან ზარალს საწარმოებს ან მოსახლეობას.

სატრანსპორტო სისტემების მუშაობის განვითარების ძირითად მიმართულებად შეიძლება ჩაითვალოს გადაზიდვები ტვირთების შუალედი გადატვირთვების გარეშე. ამ მეთოდით ტვირთები გადაადგილდება მინიმალური შეფერხებებით და დაზიანებით პირდაპირ აღრესატამდე; ასეთი გადაზიდვებისათვის გამოიყენება კონტრეილერები-ნახევრადმისაბმელი კონტეინერები.

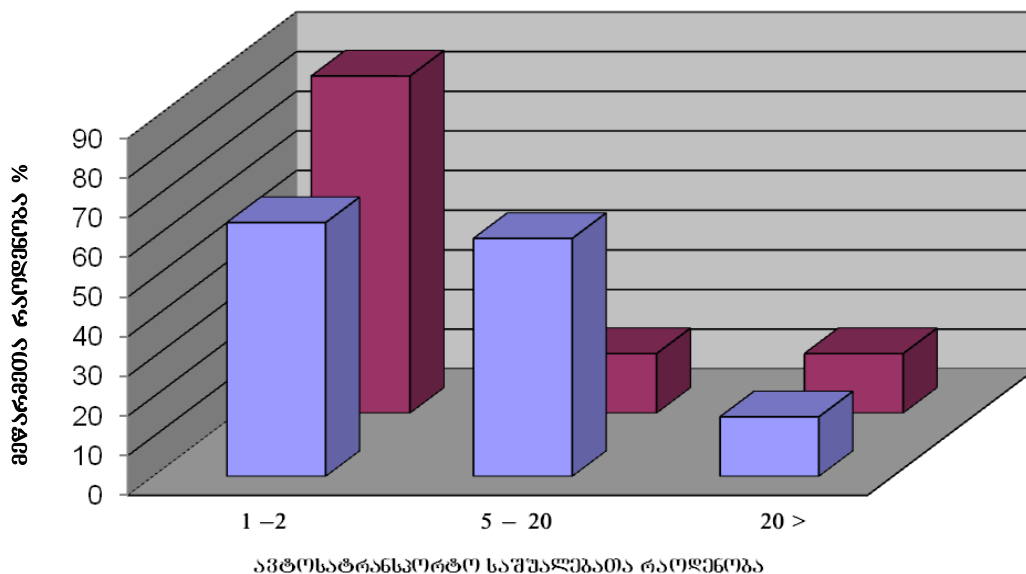
კონტრეილერულ და კონტეინერულ გადაზიდვებში მნიშვნელოვანია სხვადასხვა სახეობის ტრანსპორტის ტიპოზომების, დატვირთვების და გაბარიტული ზომების უნიფიკაცია. ასეთი გადაზიდვები საშუალებას იძლევა გამოყენებული იქნეს ასევე მაღალეფექტური დატვირთვა-გადმოტვირთვის მექანიზებული სისტემები.

საქართველოს საავტომობილო სისტემაში საავტომობილო ტრანსპორტის როლი უმნიშვნელოვანესია, რამდენადაც სატვირთო გადაზიდვების 60%-ზე მეტი მასზე მოდის [36]. დარეგისტრირებული სატვირთო ავტომობილებიდან ნაწილობრივ ან სრულად დასაქმებულია 45-50%; დანარჩენი სატვირთო ავტომობილები ან გამოიყენება ადგილობრივი (50კმ რადიუსით დგომის ადგილიდან) გადაზიდვებისათვის სეზონურად, ან უმოქმედოდაა – ტექნიკური უწყესივრობის გამო. სატვირთო საავტომობილო პარკის ძირითადი

ნაწილი (60-70%) მცირე და საშუალო ტვირთმზიდლობისაა და საბჭოთა წარმოებისაა. ბოლო წლებში შეიმჩნევა საქართველოში მძიმე ტვირთმზიდლობის სატვირთო საავტომობილო ტრანსპორტის რაოდენობის ზრდა. თანამედროვე ავტოსატრანსპორტო საშუალებით სატვირთო საავტომობილო პარკის განახლების დაბალი დონე განპირობებულია იმით, რომ საქართველოში საბაზრო ეკონომიკის დამკვიდრებით მოხდა სამრეწველო წარმოების და ტრანსპორტის დეზინტეგრაცია და სრული პრივატიზაცია, რასაც თავის მხრივ მოჰყვა საწარმოო სუბიექტების არსებული ურთიერთობების ძირეული ცვლილებები. სატრანსპორტო ბაზარი გარდაიქმნა უმეტესად წვრილი კაპიტალის მქონე დამოუკიდებელი ორგანიზაციების – გადამზიდავების და შუამავლების (აგენტების, ბროკერების) ერთობლიობად. დღეისათვის ჩვენს ქვეყანაში ტვირთების გადაზიდვის 99% ხორციელდება კერძო მეწარმეების მიერ, რომელთა დაახლოებით 80% ინდივიდუალური მეწარმის სახითაა წარმოდგენილი და მხოლოდ 10...15%-ია წვრილი ან საშუალო დონის ორგანიზებული სატრანსპორტო საწარმო. ნახაზზე 1.7. წარმოდგენილია საქართველოში საავტომობილო ტრანსპორტით გადაზიდვებით დაკავებული მეწარმეთა განაწილება სატრანსპორტო საშუალებების რაოდენობის მიხედვით. როგორც ვხედავთ ამ განაწილებიდან, გადამზიდავების აბსოლუტური უმეტესობა ერთეული სატრანსპორტო საშუალებების მფლობელი ინდივიდუალური მეწარმეა. ასეთი დეზინტეგრაციის მიხეზი უნდა ვეძებოთ საავტომობილო სატრანსპორტო გადაზიდვების ბაზრის დაქსაქსულობასა და დაბალი დონის ორგანიზებულობაში. ამასთანავე აუცილებელია საგადასახადო და სამეწარმეო კანონების სრულყოფა ისეთი მიმართულებით, რომ სტიმული მიეცეს საავტომობილო ტრანსპორტით გადამზიდავთა გამსხვილებას რაციონალურ დონემდე, რაც ხელს შეუწყობს პირველ რიგში პარკის განახლებას და გადაზიდვების ეფექტურად წარმართვას. გაუმჯობესდება მომსახურების პირობები; ამაღლდება ეკოლოგიური და მოძრაობის უსაფრთხოების დონე. ბოლო წლებში შეიმჩნევა საავტომობილო ტრანსპორტზე სატვირთო გადაზიდვების მატება, თუმცა მატების ტემპი არაა საგრძნობი. აღნიშნულის საპირისპიროდ შეიმჩნევა ტარიფების საგრძნობი მატება სატვირთო გადაზიდვებზე, თუმცა



მომსახურების ხარისხი არ გაუმჯობესებულა. ტარიფების ზრდა გამოწვეულია პირველ რიგში საავტომობილო



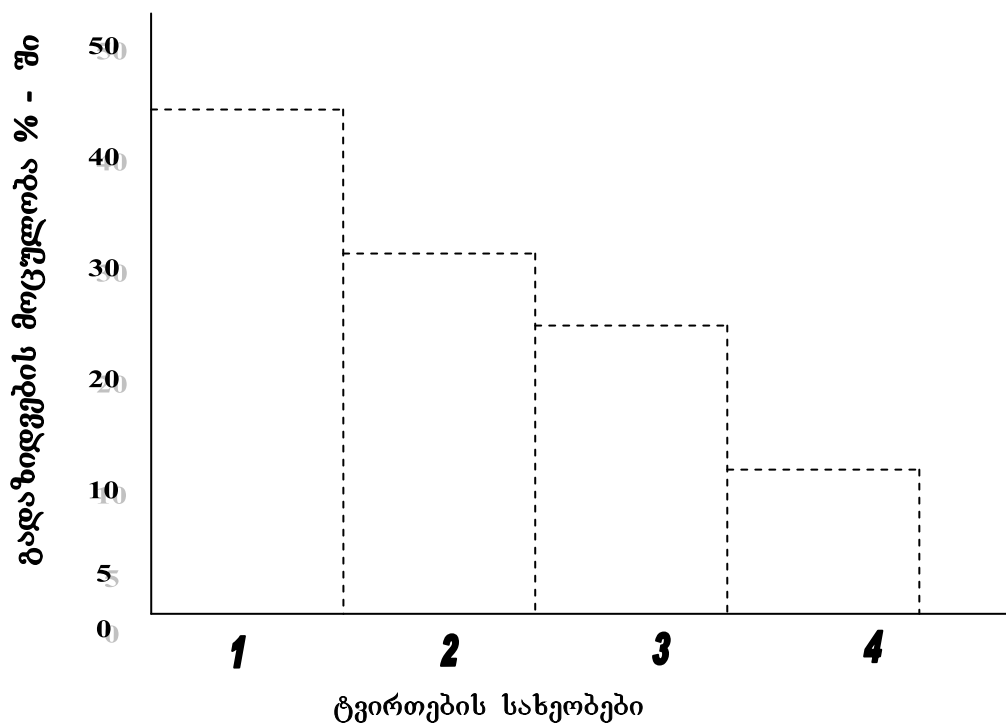
ნახ.1.8. საქართველოში საავტომობილო გადაზიდვებით დაკავებულ მეწარმეთა განაწილება სატრანსპორტო საშუალებების რაოდენობის მიხედვით

პარკის არარაციონალური სტრუქტურით და ხანდაზმულობით, რაც ზრდის მის შენახვაზე დანახარჯებს, და მეორეს მხრივ საექსპლუატაციო მასალებზე ფასების ზრდით. საკმაოდ მაღალია ტარიფების ზრდაში წვრილი მეწარმეობის პირობებში გადაზიდვების ორგანიზაციულ მხარეზე გაზრდილი დანახარჯების გავლენაც.

საქართველოში სატვირთო გადაზიდვებით ყოველდღიურად დასაქმებულია სხვადასხვა თვირთმზიდლობის 10 – 12 ათასამდე ავტოსატრანსპორტო საშუალება; დასაქმებული სატვირთო ავტომობილების 55%-ზე მეტი დიდი ტვირთმზიდლობისაა (5 ტონაზე მეტი), 25-28% საშუალო ტვირთმზიდლობის (2-5 ტონამდე), ხოლო 18-20% მცირე (1-2 ტონამდე) და განსაკუთრებით მცირე (1 ტონამდე) ტვირთმზიდლობის [37][38].

ქვეყნის შიგნით ავტოსატრანსპორტით გადაზიდული ტვირთების მოცულობის 40%-ზე მეტი მოდის სამშენებლო მასალებზე (იხილეთ

ნახ.1.8); 20-25% – ნავთობპროდუქტებზე; დაახლოებით 30% – სასოფლო სამეურნეო დანიშნულების და კვების პროდუქტებსზე; დანარჩენი – სხვადასხვა საყოფაცხოვრებო და კომუნალური დანიშნულების ტვირთებზე [38].



ნახ.1.9. გადაზიდვების მოცულობების განწილება ტვირთების სახეობების მიხედვით: 1– სამშენებლო ტვირთები; 2–სასოფლო სამეურნეო და კვების პროდუქტები; 3– ნავთობპროდუქტები; 4–სხვადასხვა საყოფაცხოვრებო და კომუნალური ტვირთები.

საქართველოში დღეისათვის რეგისტრირებული სატვირთო პარკის მოძრავი შემადგენლობის დიდი ნაწილი ნაკლებ დატვირთულია ან არ ფუნქციონირებს; ამჟამად ხორციელდება საზღვაო პორტებიდან კონტეინერების, ნავთობპროდუქტების, კვების პროდუქტების, სამრეწველო დანიშნულების ტვირთების, საშენმასალების, სოფლის მეურნეობის პროდუქტების და სხვადასხვა სახის შეკვეთებით ტვირთების გადაზიდვები. ქვეყნის შიდა საავტომობილო სატვირთო გადაზიდვების განვითარებისა და პარკის მოძრავი შემადგენლობის სრულყოფისათვის პირველ რიგში აუცილებელია ქვეყნის მასშტაბით ტვირთნაკადების წარმოქმნის შესწავლა, კერძოდ ტვირთების

სახეობათა, ტვირთზიდვის მოცულობების, ყოველდღიურად დასაქმებული ავტომობილების განსაზღვრა დას ხვ.

მაგისტრალური ტვირთზიდვის ძირითადი ეპიცენტრებია: ფოთი  $\rightleftharpoons$  თბილისი; ბათუმი  $\rightleftharpoons$  თბილისი; სამცხე-ჯავახეთის რეგიონი  $\rightleftharpoons$  თბილისი; კახეთის რეგიონი  $\rightleftharpoons$  თბილისი.

შეიძლება დავასკვნათ, რომ საქართველოში საავტომობილო სატვირთო გადაზიდვების ძირითადი ნაწილი სრულდება თბილისის გავლით.

აღნიშნულის გათვალისწინებით, საქართველოს საავტომობილო სატრანსპორტო სისტემის და სატრანსპორტო საშუალებათა მაღალეფექტიანი მუშაობისათვის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი პირობაა ავტომობილების ტექნიკური მაჩვენებლების შერჩევა ქვეყნის საექსპლუატაციო პირობებთან მათი მაქსიმალურად ადაპტირების მიზნით და გადაზიდვების პროცესის შესრულების დროს მათი სრულად რეალიზება.

## II. კვლევის შედეგები და მათი განხილვა

### 2. საქართველოს პირობებში სატვირთო ავტომობილების ეფექტიანობის ამაღლების შესაძლებლობის გამოკვლევა მათი ტექნიკური პარამეტრების რაციონალური სიდიდეების შერჩევით

#### 2.1. საავტომობილო სატვირთო გადაზიდვებისას ასს-ს ეფექტიანობაზე მოქმედი ძირითადი ფაქტორების და მათი მაჩვენებლების დადგენა

სატრანსპორტო საწარმოო პროცესის თავისებურებას შეადგენს ის, რომ ეს პროცესი და პროდუქციის მიღება მიმდინარეობს ერთდროულად, თანხვედრილად დროში და სივრცეში. ტრანსპორტით ტვირთის გადაზიდვა სატრანსპორტო პროცესიცაა და ამ პროცესის პროდუქტიც.

სატრანსპორტო პროცესი იწყება გადასაზიდი ტვირთის სახეობის, მოძრაობის და გადაზიდვის პირობების მიხედვით ავტომობილის ტიპის განსაზღვრით. უკანასკნელის მაღალი ეფექტიანობის უზრუნველსაყოფად, აუცილებელია საექსპლუატაციო პირობების გათვალისწინება, მათ შორის სატრანსპორტო პირობები:

– ცალობრივი დასადები ტვირთების გადასაზიდად გამოიყენება ბორტებიანი ძარის მქონე ავტომობილები; ფხვიერი ან დასაყრელი ტვირთების გადასაზიდად უმჯობესია შევირჩიოთ თვითმცლელი ავტომობილის ტიპი.

– თხევადი და ამტვერებადი ტვირთების გადასაზიდად გამოიყენება ავტომობილ-ცისტერნები; ცისტერნები მზადდება ნახშირბადოვანი ან უჟანგავი ფოლადის ან ალუმინის ფურცლებისაგან. ცისტერნის შიგა სივრცე დაყოფილია ტიხრებით ჰიდროდარტემების შესამცირებლად. ცისტერნებით უმეტესად გადაიზიდება თხევადი საწვავ-საცხები მასალები, თხევადი კვების პროდუქტები და სხვა. კვების პროდუქტების გადასაზიდი ცისტერნები ზოგჯერ შიგნიდან ემალირებულია და გარედან შეღებილია ნათელი ფერის საღებავით მზის სხივების ასარეკლად; საჭიროების შემთხვევაში ცისტერნებს შეიძლება გააჩნდეთ გამაგრილებელი და გამთბობი პერანგი.

– შეკუმშული და თხევადი გაზის ბალონების გადასაზიდად გამოიყენება სპეციალური ბალონების ჩასადები ნაკვეთურების მქონე ძარიანი ავტომობილები;

– კვების პროდუქტების, სამედიცინო წამლების და საშუალებების, საყოფაცხოვრებო სამრეწველო საქონლის გადასაზიდად უნდა შევირჩიოთ ავტომობილ-ფურგონები ან მისაბმელ-ფურგონები, რომელთა შიგნით განთავსებულია სპეციალური მოწყობილობა ტვირთის ჩასალაგებლად და ტემპერატურული რეჟიმის დასაცავად. ავტომობილ-ფურგონები არის უნივერსალური და სპეციალური.

– არაგაბარიტული და დიდწონიანი ტვირთების გადასაზიდად გამოიყენება სპეციალური მისაბმელიანი ავტომობილები.

ყველა შემთხვევაში ავტომობილის შერჩევას გათვალისწინებული უნდა იქნას ტვირთის სახეობის ზემოქმედების საშიშროება ადამიანის ჯანმრთელობაზე და გარემოზე და შესაბამისი ტიპის ავტომობილის შერჩევასთან ერთად დაცული უნდა იქნას ტვირთის გადაზიდვის უსაფრთხოების მოთხოვნები. უნივერსალური, სპეციალური და სპეციალიზირებული ავტოსატრანსპორტო საშუალებების ტიპები და ტექნიკური მონაცემები მოცემულია ცნობარებში [20][24][26].

– განსაკუთრებით მცირე ზომების და წონის ტვირთების, ისეთი როგორცაა მაგალითად, ფოსტა, გადასაზიდად გამოიყენება მსუბუქი ავტომობილის შასის ბაზაზე დამზადებული განსაკუთრებით მცირე ტვირთმზიდაობის (1 ტონამდე) ავტომობილები.

– სამეურნეო, სავაჭრო, საყოფაცხოვრებო მცირე პარტიების ტვირთბრუნვის გადაზიდვები უმჯობესია განვახორციელოთ მცირე ტვირთმზიდაობის (1-2 ტონამდე) ავტომობილებით.

– სამრეწველო საწარმოების მსხვილი პარტიების ტვირთების, ასევე ნედლეულის, საწვავის, სამშენებლო მასალების, სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის, საყოფაცხოვრებო მოხმარების საგნების მასიური გადაზიდვებისათვის გამოიყენება საშუალო (2-5 ტონა) და დიდი (5 ტონაზე ზემოთ გზაზე დასაშვებ წონამდე) ტვირთმზიდაობის ავტომობილები. დიდი მოცულობის ტვირთების და ხანგრძლივი პერიოდით გადაზიდვებისათვის უნდა გამოვიყენოთ სპეციალიზირებული ავტომობილები.

– ტვირთიანი კონტეინერების გადასაზიდად ეფექტურად გამოიყენება სპეციალური კონტეინერშიდი ავტომობილ-გამწე ან ავტომატარებელი.

– მსხვილ სამშენებლო ობიექტებზე და სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვებისას მადანის კარიერიდან გამოსაზიდად უგზობის პირობებში გამოიყენება განსაკუთრებით დიდი ტვირთშიდაობის (არაშეზღუდული საგზაო პირობებით) ავტომობილები.

მოძრაობის საგზაო პირობების მიხედვით ავტომობილის სრული წონა უნდა შეესაბამებოდეს გზის და მასზე არსებული ხიდების დასაშვებ დატვირთვებს. დასაშვები დატვირთვები ნაჩვენებია თვით ხიდებზე და მოცემულია სამარშრუტო რუკაზე. ასფალტბეტონიანი გზისათვის ავტომობილის ღერძზე მოსული დატვირთვა არ უნდა აღემატებოდეს 10 ტონას [27];

საგზაო პირობების მიხედვით ავტომობილის შერჩევას უნდა გავითვალისწინოთ ისეთი თვისებები, როგორცაა დინამიკური თვისებები, გამავლობა, სვლის სიმდოვრე, მანევრულობა, ტვირთშიდაობის გამოყენების შესაძლებლობა, ავტომობილის გაბარიტული ზომები და შემადგენლობა (მისაბმელი, ავტომატარებელი და ა.შ.).

მოძრავი შემადგენლობის **საექსპლუატაციო თვისებების შერჩევას**, ასევე დიდი ყურადღება ექცევა კლიმატურ პირობებს. ცხელ კლიმატურ ზონაში საჭიროა მძღოლის სამუშაო კაბინის გაგრილება, ცივში – გათბობა, საერთოდ მძღოლის კაბინა უნდა ქმნიდეს კომფორტულ პირობებს. შორს მანძილებზე გადაზიდვების შესრულებისას მძღოლს უნდა ჰქონდეს დაძინების საშუალება. ტვირთის დასაცავად წვიმის, თოვლის, ქარის, მტვრის, მზისაგან გამოიყენება სპეციალური გადასაფარებლები და ძარის აღჭურვილობანი. ავტომობილები არჭურვილი უნდა იქნეს ყინვიან, თოვლიან და ქარბუქიან ამინდში უსაფრთხო მოძრაობისათვის საჭირო მოწყობილობებით.

ტვირთის ტრანსპორტირებისას ასს ასრულებს **სატრანსპორტო სამუშაოს**, რომელიც ტოლია ტონებში გამოსახული გადაზიდული ტვირთის რაოდენობის ნამრავლისა გადაზიდვის მანძილზე [8]:

$$P = Q \cdot l_g, \quad \text{ტ.კმ}, \quad (2.1)$$

სადაც:  $P$  – შესრულებული სამუშაოა, ტ.კმ;  $Q$  – გადაზიდული ტვირთის რაოდენობა, ტ;  $l_g$  – ტვირთის გადაზიდვის მანძილი, კმ.

მაგრამ განსაზღვრული სატრანსპორტო სამუშაო  $P$  მხოლოდ ნაწილია სატრანსპორტო პროცესის ციკლისა. უკანასკნელი კი მოიცავს მრავალ ფაქტორს, რომელიც ქვემოთაა წარმოდგენილი.

სატრანსპორტო პროცესის ციკლი მოიცავს დასრულებული ოპერაციების ერთობლიობას, რომლებიც საჭიროა შესრულდეს ტვირთის გადასაზიდად ერთი პუნქტიდან მეორემდე. სატრანსპორტო პროცესის ციკლის შესრულების, ანუ გზობის დრო  $t_{st}$  მოიცავს: ტვირთის ავტომობილზე დატვირთვის  $t_b$ , გადაზიდვის – ტვირთით მოძრაობის  $t_{fg}$ , გადმოტვირთვის  $t_e$  და ასს-ს დატვირთვაზე მიწოდების (უტვირთოდ მოძრაობის)  $t_l$  დროებს. სატვირთო სატრანსპორტო პროცესის ციკლის-გზობის დრო იქნება [29]:

$$t_{st} = t_b + t_{fg} + t_e + t_l, \quad \text{სთ}, \quad (2.2)$$

სადაც:  $t_b$  – დატვირთვის;  $t_{fg}$  – ტვირთით მოძრაობის;  $t_e$  – გადმოტვირთვის;  $t_l$  – უტვირთოდ მოძრაობის დროებია, სთ.

თუ ცნობილია გზობის საერთო გარბენი  $l_{st} = l_{sg} + l_l$ , გზობის საშუალო სიჩქარე  $V_{sg}$  (ტექნიკური სიჩქარე) და დატვირთვა-გადმოტვირთვის დრო  $t_{b-e} = t_b + t_e$ , მაშინ გზობის დრო შეიძლება გამოვთვალოთ ფორმულით:

$$t_{st} = \frac{l_{st}}{V_{sg}} + t_{b-e}, \quad \text{სთ}, \quad (2.3)$$

თუ ავტომობილმა შეასრულა  $Z_{st}$  რაოდენობის გზობა მუდმივი ფაქტიური  $q_f$  დატვირთვით  $l_{sg}$  მანძილზე, მაშინ მის მიერ გადაზიდული ტვირთის რაოდენობა ტოლი იქნება:

$$Q = Z_{st} \cdot q_f, \quad \text{ტონა}, \quad (2.4)$$

შესრულებული სამუშაო (2.1 და (2.4)-ს გათვალისწინებით იქნება:

$$P = Z_{st} \cdot q_f \cdot l_{sg}, \quad \text{ტ.კმ.}, \quad (2.5)$$

ცვალებადი  $q_f$  დატვირთვის შემთხვევაში:

$$Q = \sum_{i=1}^{Z_{st}} q_{if}, \quad (2.6)$$

და

$$P = \sum_{i=1}^{Z_{st}} (q_{if} \cdot l_{sg}) \quad , \quad \text{ტ.კმ.}, \quad (2.7)$$

თუ ტვირთიანი გზობის მანძილები სხვადასხვაა, მაშინ გამოითვლება საშუალო ტვირთიანი გზობის მანძილი გამოითვლება ფორმულით:

$$l_{sg} = \frac{l_{sg1} + l_{sg2} + \dots + l_{sg} \cdot Z_{st}}{Z_{st}} \quad , \quad \text{მ} \quad (2.8)$$

როგორც ცნობილია ტვირთმზიდაობის გამოყენების კოეფიციენტი ახასიათებს ასს დატვირთვის ხარისხს. ტვირთმზიდაობის სტატიკური გამოყენების კოეფიციენტი  $\gamma_s$  ტოლია ასს მიერ ერთ გზობაზე ფაქტიურად გადაზიდული ტვირთის წონის  $q_f$  შეფარდებას მის ნომინალურ  $q$  ტვირთმზიდაობასთან [8][29]:

$$\gamma_s = \frac{q}{q_f} \quad , \quad (2.9)$$

ტვირთმზიდაობის დინამიკური გამოყენების კოეფიციენტი  $\gamma_d$  კი განისაზღვრება ფორმულით:

$$\gamma_d = \frac{\sum(q_f \cdot l_{sg})i}{\sum(q \cdot l_{sg})i} \quad , \quad (2.10)$$



სადაც:  $q_f$  – ერთ გზობაზე ფაქტიურად გადაზიდული ტვირთის წონაა, ტ;  $q$  – ნომინალური ტვირთმზიდაობა, ტ;  $l_{sg}$  – ტვირთით გარბენი, კმ.

გარბენის გამოყენების კოეფიციენტი განსაზღვრავს ასს-ს გამოყენების ხარისხს სატრანსპორტო პროცესში და იგი გამოითვლება ასს ტვირთით გარბენის მანძილის  $L_{sg}$  შეფარდებით მთლიან გარბენთან  $L_w$ :

$$\beta_l = \frac{l_{sg}}{l_w}, \quad (2.11)$$

აბ

$$\beta_l = \frac{l_{sg}}{l_{sg} + l_l}, \quad (2.12)$$

გზობების  $Z_{st}$  რაოდენობისათვის:

$$\beta_l = \frac{\sum l_{sg}}{\sum (l_{sg} + l_l) i}, \quad (2.13)$$

საწვავის საგზაო ხარჯი იზომება 100კმ განვლილ მანძილზე დახარჯული საწვავის რაოდენობით ლიტრებში და გამოითვლება ფორმულით:

$$Q_{st} = G_{st} \frac{100}{V_a}, \quad \text{ლ/100კმ} \quad (2.14)$$

სადაც:  $G_{st}$  – ავტომობილის საწვავის საათური ხარჯია, ლიტრი/სთ;  $V_a$  – ავტომობილის სიჩქარე, კმ/სთ.

სატრანსპორტო პროცესის ორგანიზაციის სრულყოფის მაჩვენებელ პირველად პარამეტრს წარმოადგენს ტვირთზიდვის საქსპლუატაციო (კომერციული)  $V_{ex}$  სიჩქარე, რომელიც ითვალისწინებს ტვირთზიდვის ორგანიზების ხანგძლივობას და ავტომობილის გაჩერებას შუალედ და ბოლო პუნქტებში. დაკვირვებებმა გვაჩვენა, რომ საქართველოში საქსპლუატაციო სიჩქარე არის 25-27 კმ/სთ-ს ფარგლებში, რაც

ეფექტურობის თვალსაზრისით საშუალოზე (30...35, კმ/სთ) დაბალი მაჩვენებელია [37][38].

სატვირთო გადაზიდვებისას ასს-ს გამოყენების ხარისხის შეფასება ხდება წლიური მწარმოებლურობით, რომელიც შეიძლება გამოითვალოს შემდეგი ფორმულით [39]:

$$W_r = \frac{m_t \gamma \cdot \beta V_t T_a \cdot 365 \alpha}{l + \beta V_t T_a} \quad , \text{ ტ. კმ/ლ} \quad (2.15)$$

სადაც:  $W_r$  – წლიური მწარმოებლურობაა ტ.კმ;  $m_t$  – ნომინალური ტვირთმზიდლობა, ტ;  $\gamma$  – ტვირთმზიდლობის გამოყენების კოეფიციენტი;  $l$  – გზობის საერთო მანძილი ტვირთის გარეშე გარბენის ჩათვლით, კმ;  $\beta$  – გარბენის გამოყენების კოეფიციენტი;  $V_t$  – საშუალო ტექნიკური სიჩქარე, კმ/სთ;  $T_a$  – ავტომობილის მუშაობის დრო, სთ;  $\alpha$  – ავტომობილის გამოყენების კოეფიციენტი;  $T_{b-e}$  – დატვირთვა-განტვირთვის დრო ერთ გზობაზე საბუთების გაფორმებაზე დახარჯული დროის ჩათვლით.

როგორც 2.15 ფორმულიდან ჩანს, ავტომობილის მწარმოებლობა იზრდება მისი მოძრაობის სიჩქარის პროპორციულად. თავის მხრივ, ასს-ს სიჩქარის ზრდა დაკავშირებულია მისი საწვავის საგზაო ხარჯის ( $Q_s$ , ლ/კმ) ზრდასთან. ამიტომ ასს-ს წვეით-სიჩქარითი თვისებების ტექნიკური მაჩვენებლების მის ეფექტიანობაზე გავლენის შეფასება უნდა მოვახდინოთ საწვავის საგზაო ხარჯის ერთეულზე,  $Q_s$  ლ/კმ, მოსული სატვირთო გადაზიდვებისას ასს-ს მიერ დროის ერთეულში (1 სთ-ში) შესრულებული სამუშაოს – **კუთრი მწარმოებლურობის** – მიხედვით. ამასთანავე თუ გავითვალისწინებთ, რომ ასს-ს მოძრაობის პროცესში საწვავი იხარჯება მისი მთლიანი წონის (მასში შედის გადასაზიდი ტვირთის წონაც) გადაადგილებაზე, ასს-ს ეფექტიანობის შეფასებისათვის ჩვენს მიერ შემოთავაზებულ კომპლექსურ პარამეტრის, **კუთრი მწარმოებლობის ფორმულას** ექნება შემდეგი სახე:

$$W_p = \frac{G_a \cdot V_t \cdot \gamma \cdot \beta \cdot l}{(l + \beta \cdot V_t \cdot T_{b-e}) \cdot Q_s} \quad , \text{ ტ.კმ/ლ} \quad (2.17)$$

სადაც:  $G_a$ - არის ავტომობილის სრული წონა, ტ;  $\gamma$  - ტვირთშიდაობის გამოყენების კოეფიციენტი;  $l$  -ტვირთიანი გზობის მანძილი, კმ;  $\beta$  - გარბენის გამოყენების კოეფიციენტი;  $V_t$  - მოძრაობის საშუალო ტექნიკური სიჩქარე, კმ/სთ;  $T_{b-e}$  - დატვირთვა-გადმოტვირთვის დრო, სთ;  $Q_s$  - საწვავის საგზაო ხარჯი, ლ/კმ.

ასს-ს კუთრი მწარმოებლურობის გამოსათვლელ (2.17) ფორმულაში შემავალი სიდიდეებიდან გადაზიდვის პროცესში ტვირთის ტრანსპორტირებისას მოძრაობის პირობების და კუთრი სიმძლავრის მიხედვით ცვალებადი სიდიდეებია მოძრაობის საშუალო ტექნიკური სიჩქარის  $V_{\beta}$  და საწვავის საგზაო ხარჯის  $Q_s$  მნიშვნელობები. ეს სიდიდეები, ნომინალური ტვირთშიდაობის  $q_n$  სიდიდესთან ერთად, ასს-ს მახასიათებელი ტექნიკური პარამეტრებია და განსაზღვრავენ მის წვეით-სიჩქარით თვისებებს. (2.17) ფორმულაში შემავალი დანარჩენი სიდიდეები წარმოადგენენ გადაზიდვების ორგანიზაციულ პარამეტრებს და ტვირთის ტრანსპორტირებისას პრაქტიკულად არ იცვლიან მნიშვნელობებს. თუ ზემოთ აღნიშნული არსის მიხედვით დავაჯგუფებთ (2.17) ფორმულაში შემავალ პარამეტრებს, მაშინ ასს-ს კუთრი მწარმოებლურობის გამოსათვლელი ფორმულა შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით:

$$W_P = \frac{G_a \cdot V_t}{Q_s} \cdot \frac{\gamma \cdot \beta \cdot l}{l + \beta \cdot V_t \cdot T_{b-e}} \quad , \quad (2.18)$$

(2.18) ფორმულის პირველი მდგენელი  $W_d = \frac{G_a \cdot V_t}{Q_s}$  ასახავს ასს-ს მწარმოებლურობაზე ასს-ს ტექნიკური მაჩვენებლების გავლენას მოძრაობის საგზაო პირობებისაგან დამოკიდებულებით. ხოლო მეორე მდგენელი  $W_o = \frac{\gamma \cdot \beta \cdot l}{l + \beta \cdot V_t \cdot T_{b-e}}$  კი ასახავს მწარმოებლურობაზე გადაზიდვების ორგანიზაციული ელემენტების სრულყოფის ხარისხის გავლენას. აღნიშნულის გათვალისწინებით საბოლოოდ გვექნება:

$$W_P = W_d \cdot W_o, \quad \text{ტ.კმ/ლ.} \quad , \quad (2.19)$$

სადისერტაციო ნაშრომში ძირითადად გამოკვლეულია ასს-ს ტექნიკური პარამეტრების, ანუ წვეთ-სიჩქარითი თვისებების მხასიათებელი პარამეტრების მოძრაობის საგზაო პირობებთან ადაპტირება და კუთრი სიმძლავრის რაციონალური მნიშვნელობის განსაზღვრისას, ასს-ს კუთრი სიმძლავრის გავლენა კუთრი მწარმოებლურობის პირველ  $W_d$  მდგენელზე.

საწვავის საგზო ხარჯი განისაზღვრება ფორმულით [40]:

$$Q_s = \frac{g_e P_e}{3600 V_t} \quad \text{ლ/100კმ,} \quad (2.20)$$

სადაც,  $g_e$  – საწვავის კუთრი ხარჯია, გ/კვტ.სთ; (თანამედროვე სატვირთო ავტომობილების დიზელის ძრავას საწვავის კუთრი ხარჯის მინიმალური მნიშვნელობა  $g_{emin}$  მოთავსებულია 190-195 გრ/კვტ.სთ-ის ფარგლებში).  $P_e$  – ძრავის სიმძლავრე, კვტ;  $V_t$  – ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარე, მ/წამში.

საავტომობილო სატვირთო გადაზიდვების ეფექტიანობის შემფასებელი ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი კრიტერიუმებში შემავალი პარამეტრებიდან საექსპლუატაციო პირობების მიხედვით ცვალებადია ასს-ს მოძრაობის საშუალო სიჩქარის  $V_t$  და საწვავის გზიური ხარჯის  $Q_s$  მნიშვნელობები. ამიტომ საჭიროა ამ პარამეტრების მნიშვნელობების განსაზღვრა კონკრეტული საექსპლუატაციო პირობების მიხედვით.

## 2.2. სატვირთო ავტომობილების ეფექტიანობის მახასიათებელი პარამეტრების განსაზღვრისათვის მათი მოძრაობის კომპიუტერული მოდელირების მეთოდის დამუშავება

2.2.1 ავტომობილის მოძრაობის საშუალო სიჩქარის  $V_t$  და საწვავის საგზაო ხარჯის  $Q_s$  განსაზღვრის მტემატიკური მოდელის დამუშავება და მისი კომპიუტერზე რეალიზების საფუძვლების გამოკვლევა

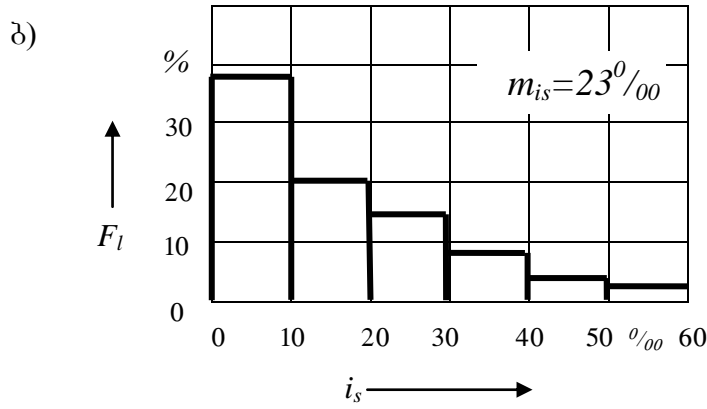
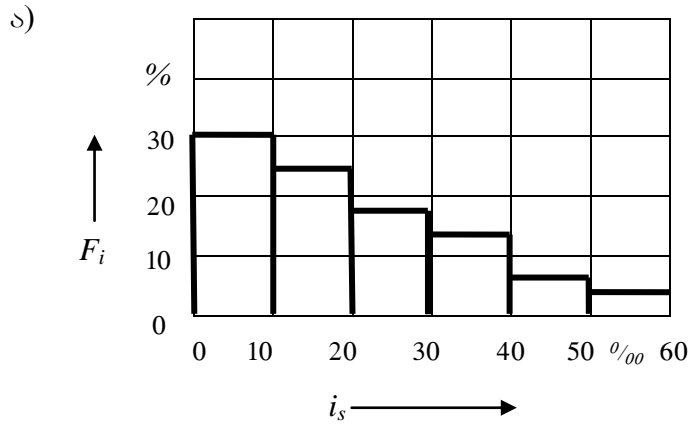
ავტომობილის სიჩქარითი თვისებების დონის შეფასებისათვის გამოიყენება შედარების საკონტროლო, ანალოგიების და სტატისტიკური

მეთოდები. ჩვენ შემთხვევაში ყურადღება გამახვილებული იქნა სტატისტიკურ მეთოდზე, რომელიც ემყარება სხვადასხვა ტიპის ავტომობილების მოძრაობის რეჟიმებზე დაკვირვებას მუშაობის რეალურ პირობებში.

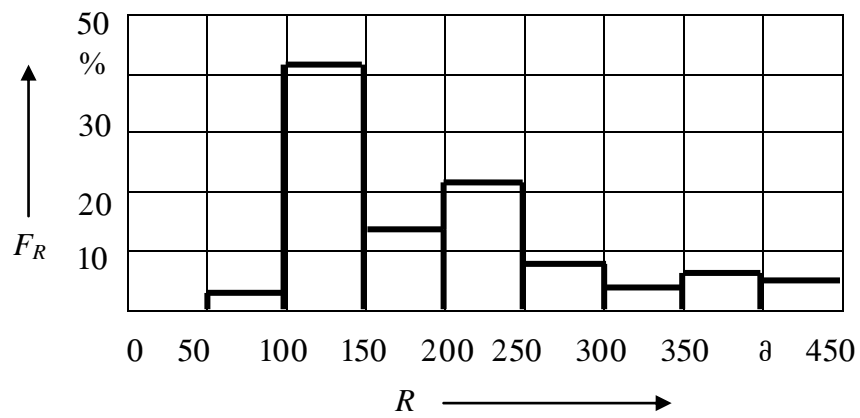
გზებზე ასს-ს მოძრაობის საშუალო სიჩქარის  $V_t$  და საწვავის ხარჯის  $Q_s$  მნიშვნელობები განისაზღვრება გადაზიდვების პროცესში უშუალო გაზომვის ან ანალიტიკური გაანგარიშების მეთოდებით. გაანგარიშების თანამედროვე ანალიტიკური მეთოდი საშუალებას იძლევა მოვახდინოთ ავტომობილის მოძრაობის პროცესის მოდელირება საექსპლუატაციო პირობების გათვალისწინებით საინჟინრო გაანგარიშებისათვის საკმარისი სიზუსტით. ამ მეთოდის უპირატესობა ისაა, რომ შეგვიძლია განვსაზღვროთ ასს-ს გამოყენების ეფექტიანობის მაჩვენებლების სიდიდეები გადაზიდვების დაგეგმარების სტადიაზე დროისა და მატერიალური საშუალებების მინიმალური დანახარჯებით, რაც დაგვეხმარება მოცემულ საექსპლუატაციო პირობებში ასს-ს ტექნიკური და წვეთ-სიჩქარითი თვისებების მახასიათებელი პარამეტრების ისეთი რაციონალური სიდიდეების განსაზღვრაში, რომლებიც უზრუნველყოფენ ასს-ს გამოყენების მაღალ ეფექტიანობას.

პრაქტიკაში გამოიყენება ავტომობილის მოძრაობის მოდელირების ფიზიკური და მათემატიკური მოდელები. ფიზიკური მოდელირება უფრო მეტად გამოიყენება ავტომობილის ცალკეული აგრეგატების და კვანძების დაგეგმარების და კონსტრუქციული სრულყოფის პროცესებში. ავტომობილის მუშაობის ეფექტიანობის შემფასებელი პარამეტრების, კერძოდ, მოძრაობის  $V_t$  სიჩქარის და საწვავის საგზაო  $Q_s$  ხარჯის გამოთვლისათვის უფრო გამართლებულია ავტომობილის მოძრაობის პროცესის მატემატიკური მოდელირება კომპიუტერზე.

სატვირთო გადაზიდვებისას ავტომობილის მუშაობის რეჟიმების ფორმირებაზე და შესაბამისად, მისი ეფექტიანობის განმსაზღვრელ პარამეტრებზე გზის გრძივი და განივი პროფილის ელემენტების ზემოქმედება მუდმივად იცვლება და ატარებს შემთხვევით ხასიათს. საავტომობილო გზებს ადგილმდებარეობის რელიეფის მიხედვით ყოფენ: ვაკე, ბორცვიანი და მთიანი რელიეფის გზებად. მოცემული რელიეფის გზებზე გზის გრძივი და განივი პროფილის ერთიდაიგივე ელემენტები



ნახ.2.1. სამოდულო ვზის გრძივი ქანობების დახრილობათა  $i_s$  განაწილების სიხშირის პისტოგრამა ა) ქანობის სიდიდის მიხედვით  $F_i$ ; ბ) ქანობის სიგრძის მიხედვით  $F_i$ ; ქანობის დახრილობის საშუალო მატემატიკური მოლოდინი  $m_{i_s} = 23^{0}/_{00}$ .



ნახ.2.2. სამოდულო ვზაზე მოსახვევების რადიუსების  $R$  მნიშვნელობების მიხედვით განაწილების პისტოგრამა  $F_R$

მეორდებიან გარკვეული სისწიერით. დაკვირვებებმა გვიჩვენა, რომ მოცემული რეგიონის გზების ან საგზაო ქსელისათვის შეიძლება მოიძებნოს გზის ისეთი მონაკვეთი, რომელიც შეიცავს გრძივი და განივი პროფილის ყველა ელემენტებს ისეთივე მათემატიკური მოლოდინით და განაწილებით, როგორც მთლიანი გზა ან საგზაო ქსელი. გზის ასეთ მონაკვეთს უწოდებენ საგზაო ქსელის **მახასიათებელ – სამოდულო გზას**, ვინაიდან მისი გრძივი და განივი პროფილის ელემენტების პარამეტრები ექვივალენტურია მთლიანი საგზაო ქსელის პარამეტრების, და ისეთივე გავლენას ახდენს ასს-ს მუშაობის მაჩვენებლებზე, როგორსაც მოცემული რეგიონის მთლიანი საგზაო ქსელი. ამიტომ, სადისერტაციო ნაშრომში, საქართველოს საგზაო პირობების სატვირთო ასს-ს კუთრი სიმძლავრის და მისი მუშაობის ეფექტიანობის შემფასებელი პარამეტრების მნიშვნელობებზე გავლენის კვლევაში გამოვიყენეთ საქართველოს მაგისტრალური საავტომობილო საგზაო ქსელის სამოდულო გზის გრძივი და განივი პროფილის ელემენტების ნახ.2.1 ა) ბ) და ნახ. 2.2-ზე წარმოდგენილი მონაცემები.

მახასიათებელი გზის ვაკე რელიეფის მონაკვეთებზე მოსახვევების რადიუსი  $R$  იცვლება  $R=250...1000$  მ-ს ზღვრებში, მოსახვევებს შორის დაშორების საშუალო მანძილი  $L_R=5...7$  კმ-ს ფარგლებშია, მოხვევის კუთხე საშუალოდ შეადგენს  $\alpha_R=15...17^0$ . ბორცვიანი რელიეფის გზებისათვის  $R=150...250$  მ;  $L_R = 2...3$  კმ;  $\alpha_R=20...60^0$ . მთიანი რელიეფის გზებისათვის  $R=100...150$  მ;  $L_R=1...2$  კმ;  $\alpha_R=30...170^0$ .

### ავტომობილის გაქანებით მოძრაობა

ჩვენს მიერ შემუშავებული ავტომობილის გაქანების პროცესის მათემატიკური მოდელი დაფუძნებულია ავტომობილის მოძრაობის დიფერენციალური განტოლების კომპიუტერით ამოხსნაზე **სამოდულო რეალური საგზაო პირობების** და ძრავის გარდამავალ სადატვირთო რეჟიმებზე მუშაობის გათვალისწინებით.

ავტომობილის მოძრაობის დიფერენციალური განტოლება აქვს შემდეგი სახე [41]:

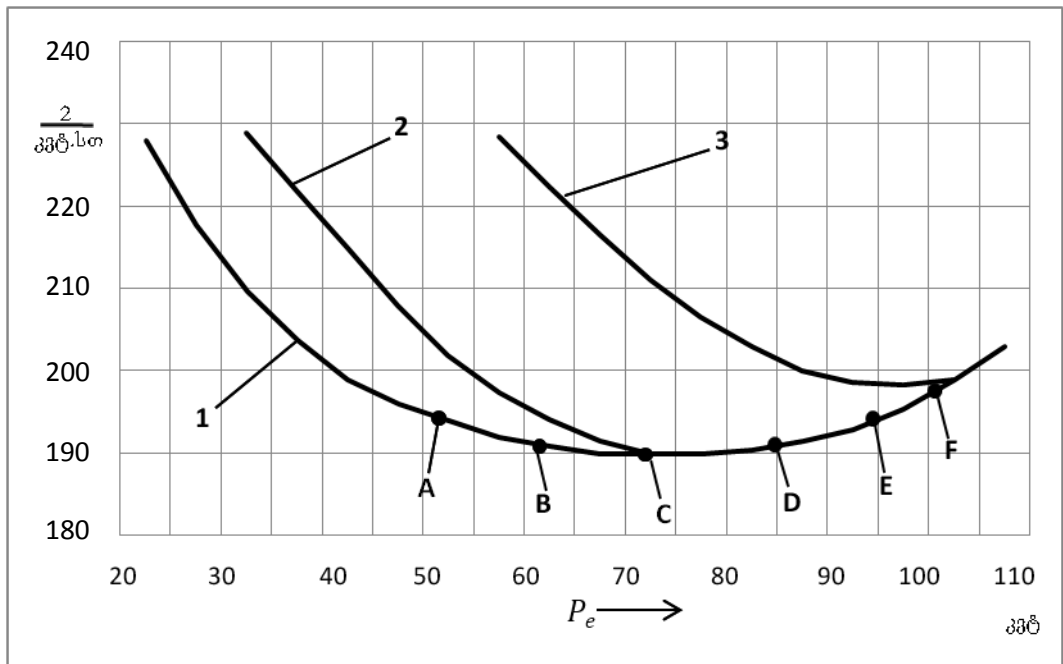
$$\frac{dn}{dt} = \frac{U_t U_0}{r_0} \left( \frac{U_t U_0 \eta_t}{r_0} M(\alpha, n) - G_a f - G_a i_s - C_x \rho A_S \frac{V_t}{2} \right) \frac{q}{G_a \delta} \quad (2.22)$$

სადაც:  $n$  – ძრავის მუხლა ლილვის ბრუნვის სიხშირის მიმდინარე მნიშვნელობებია  $\text{წთ}^{-1}$ ;  $U_t$  – გადაცემათა კოლოფის ტრანსმისიის საფეხურის გადაცემათა რიცხვი;  $U_0$  – მთავარი გადაცემის გადაცემათა რიცხვი;  $r_0$  – თვლების ბუქსაობის გარეშე გორვის რადიუსი, მ;  $\eta_t$  – ტრანსმისიის მ.ქ.კ.;  $M(\alpha, n)$  – ძრავის მუხლა ლილვის მიერ განვითარებული მახრუნი მომენტის მიმდინარე მნიშვნელობები სხვადასხვა დატვირთვებზე და ბრუნვის სიხშირეზე, ნმ;  $G_a$  – სრული წონა, კგ;  $f$  – თვლების გორვის წინააღმდეგობის კოეფიციენტი;  $A_S$  – შუბლის ფართობი,  $\text{მ}^2$ ;  $C_x$  – გარსედინობის კოეფიციენტი;  $\rho$  – ჰაერის სიმკვრივე,  $\text{კგ/მ}^3$ ;  $\delta$  – მბრუნავი მასების გამოვალისწინებელი კოეფიციენტი;  $V_t$  – ავტომობილის მოძრაობის საშუალო ტექნიკური სიჩქარე,  $\text{კმ/სთ}$ .

იმისათვის, რომ მივიღოთ გაქანების პროცესის მართებული მახასიათებლები, მიზანშეწონილია მოდელირებისას გავითვალისწინოთ ტრანსმისიის მ.ქ.კ. –  $\eta_t$ , გორვის წინააღმდეგობის –  $f$  და გორვის რადიუსის  $r_0$  ცვალებადობა ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარის და თვლებზე მიყვანილი მახრუნი მომენტის მიხედვით.

ავტომობილის მოძრაობის მოდელირებისას ძრავის მახრუნი მომენტის მნიშვნელობები აიღება მისი ძრავის ეფექტური ნაწილობრივი სადატვირთო მახასიათებლებიდან (ნახ.2.3) ავტომობილის მოძრაობის რეჟიმით განსაზღვრული წინააღმდეგობის მომენტის  $M(\alpha, n)$  და ბრუნთა სიხშირის  $n$  მიხედვით [40].





ნახ. 2.3. „მაზ-6422“ მარკის ავტომობილის დიზელის ძრავის ნაწილობრივი სადატვირთო მახასიათებლები. მუხლა ლილვის ბრუნვის  $n$  სიხშირეზე, წმ<sup>-1</sup>: 1 - 1400; 2 - 2000; 3 - 2600

ძრავის მახრუნი მომენტის ცვალებადობა მუხლა ლილვის ბრუნვის სიხშირისაგან და კუთხური სიჩქარისაგან დამოკიდებულებით, ძრავის მუშა სადატვირთო დიაპაზონში, შეიძლება გაანგარიშებისათვის საკმარისი სიზუსტით ავლწეროთ მეორე ხარისხის პოლინომით:

$$M_n = a_1 + a_2 n + a_3 n^2, \quad (2.23)$$

სადაც:  $n$  – ძრავის მუხლა ლილვის ბრუნვის სიხშირეა, წმ<sup>-1</sup>;  $a_1, a_2, a_3$  – აპროქსიმაციის კოეფიციენტები;

$a_1, a_2$  და  $a_3$  კოეფიციენტები გამოითვლება შემდეგი თანმიმდევრობით: ძრავის თითოეული ეფექტური ნაწილობრივი სადატვირთო მახასიათებლიდან, კომპიუტერში შეიყვანება მატრიცული ცხრილის სახით მახრუნი მომენტის  $M_n$  და მისი შესაბამისი ბრუნვის სიხშირის  $n$  სამ-სამი მნიშვნელობა; ამრიგად, ძრავას ყოველი ნაწილობრივი სადატვირთო მახასიათებლისათვის ვღებულობთ სამ განტოლებიან სისტემას სამი  $a_1, a_2$  და  $a_3$  უცნობით. ამ სისტემების ამოხსნით კომპიუტერი განსაზღვრავს ავტომობილის ძრავის სადატვირთო მახასიათებლების მუხლა ლილვის ბრუნვის სიხშირის მიხედვით

ცვალებადობის აპროქსიმაციის  $a_1, a_2$  და  $a_3$  კოეფიციენტების მნიშვნელობებს. გაანგარიშებისას მიზანშეწონილია მატრიცულ ცხრილში შევიტანოთ მნიშვნელობები მუხლა ლილვის ბრუნვის შემდეგ სისშირეებზე:  $n_1=(0.5...0.7)n_m$ ;  $n_2=n_m$ ;  $n_3=(1,2...1,3)n_m$ , სადაც  $n_m$  – ძრავას მუხლა ლილვის ბრუნვის სისშირეა, რომელიც შეესაბამება მოცემულ სადატვირთო მახასიათებელზე ძრავას მაქსიმალური მამბრუნი მომენტის მნიშვნელობას.

ავტომობილის თეორიიდან ცნობილია [28], რომ მისი მოძრაობისას გორვის და ჰაერის წინააღმდეგობების ჯამურ ძალასა და სიჩქარეს შორის დამოკიდებულება შეიძლება გამოსახული იქნეს შემდეგი განტოლებით:

$$P_f + P_w = a_4 + a_5 V_a + a_6 V_a^2, \quad (2.24)$$

სადაც:  $P_f$  – გორვის წინააღმდეგობის ძალის მნიშვნელობებია ავტომობილის მოძრაობის სხვადასხვა სიჩქარეებზე;

$P_w$  – ჰაერის წინააღმდეგობის ძალის მნიშვნელობებია ავტომობილის მოძრაობის სხვადასხვა სიჩქარეებზე;

ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარესა და ძრავის მუხლა ლილვის ბრუნვის სისშირეს შორის კავშირის ფორმულას აქვს სახე [28]:

$$V = \frac{r_k n}{U_t U_0}, \quad \text{კმ/სთ}, \quad (2.25)$$

თუ (2.23) და (2.24) გამოსახულებებს ჩავსვამთ (2.22)-ში, ავტომობილის მოძრაობის დიფერენციალური განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$\frac{dn}{dt} = \frac{U_t^2 U_0^2 \eta_t}{r_0^2} (a_1 + a_2 n + a_3 n^2) - \frac{U_t U_0^2 g}{G_a \delta r_0} + \left( a_4 + a_5 \frac{r_0 n}{U_t U_0} + a_6 \left( \frac{r_0 n}{U_t U_0} \right)^2 \right) \mp \left( \frac{U_t U_0 g}{\delta r_0} \sin \alpha \right) \quad (2.26)$$

ან

$$\frac{dn}{dt} = \frac{U_t^2 U_0^2 \eta_t}{r_0^2} (a_1 + a_2 n + a_3 n^2) - \frac{U_t U_0 g a_4}{G_a \delta r_0} + \frac{g n a_5}{G_a \delta r_0} + \frac{r_0 n^2 g}{G_a \delta U_t U_0} \mp \frac{g U_t U_0 \sin \alpha}{\delta r_0} \quad (2.27)$$

შემოვიტანოთ აღნიშვნები:

$$a_7 = \frac{U_t^2 U_0^2 \eta_t}{r_0^2}; \quad a_8 = \frac{U_t U_0 g a_4}{G_a \delta r_0}; \quad a_9 = \frac{a_5 g}{G_a \delta r_0}; \quad a_{10} = \frac{a_6 g r_0}{G_a \delta U_t};$$

$$a_{11} = \frac{g U_t U_0}{\delta r_0}; \quad \sin \alpha = i_s$$

რის შემდეგაც გვექნება:

$$\frac{dn}{dt} = a_7 a_1 + a_7 a_2 n + a_7 a_3 n^2 - a_8 - a_9 n - a_{10} n^2 \pm a_{11} \cdot i_s, \quad (2.28)$$

საბოლოოდ, მარტივი გარდაქმნების შემდეგ მივიღებთ:

$$\frac{dV}{dt} = A_1 + A_2 n + A_3 n^2 \mp A_4 \cdot i_s, \quad (2.29)$$

სადაც:

$$A_1 = (a_7 a_1 - a_8); \quad A_2 = (a_7 a_2 - a_9); \quad A_3 = (a_7 a_3 - a_{10}); \quad A_4 = A_{11}$$

გამოსახულება (2.29) არის არაწრფივი დიფერენციალური განტოლება, რომლის ამოსახსნელად გამოვიყენეთ ეილერ-კოშის სრულყოფილი მეთოდი [42][43]. ამ მეთოდის გათვალისწინებით მოდელირებისას კომპიუტერზე ამოსახსნელი ავტომობილის მოძრაობის დიფერენციალური განტოლება ჩაიწერება შემდეგი სახით:

$$V_{i+1} = V_{ii} + H \cdot (A_1 + A_2 V_i + A_3 V_i^2 \mp A_4 \cdot i_s), \quad (2.30)$$

სადაც,  $H$  – განტოლების ამოხსნის ბიჯია, წმ.

ამ მეთოდის სიზუსტეზე შემოწმებითმა გაანგარიშებებმა გვიჩვენა, რომ სატვირთო ავტომობილის მოძრაობის პროცესის მოდელირებისას, (2.30) განტოლების ციფრული მეთოდით ამოხსნის ბიჯი უნდა ავიღოთ  $H=0.5$  წამი, რაც უზრუნველყოფს გაანგარიშების საკმარის სიზუსტეს რეალურ სიდიდეებთან მიმართებაში. გაანგარიშების დაწყებამდე კომპიუტერში მასივების სახით, გარდა ავტომობილის კონსტრუქციული და მუშაობის რეჟიმების მახასიათებელი პარამეტრებისა, შეგვყავს გზის გრძივი ქანობის მნიშვნელობები  $i_s$ .

ავტომობილების რეალურ პირობებში მუშაობის რეჟიმების კვლევით დავადგინეთ, რომ სატვირთო ავტომობილებში გაქანების რეჟიმზე დროის  $H$  ბიჯის განმავლობაში, ძრავში სწავის მიმწოდებელი

ორგანო გადაადგილდება სრული სვლის 10–12%-ით; ამიტომ ავტომობილის მოძრაობის განტოლების ამოხსნისას კომპიუტერი ყოველი  $H$  ბიჯის (იტერაციის) შემდეგ გადადის ძრავის შემდგომი ნაწილობრივი სადატვირთვო მახასიათებელზე გადაადგილების 10%-იანი ბიჯით; ძრავის მუშაობის გარე მახასიათებლის მიღწევის შემდეგ, გაქანების პარამეტრების მნიშვნელობების გაანგარიშება გრძელდება ამ მახასიათებლის მიხედვით; ზემოთაღნიშნულიდან გამომდინარე, გაქანებისას ავტომობილის ძრავის მუშაობის სადატვირთვო რეჟიმების ცვალებადობა კომპიუტერში შეიძლება ავსახოთ განტოლებით:

$$\alpha = \alpha_0 + 10 \cdot H, \quad \%, \quad (2.31)$$

სადაც:  $\alpha$  – ძრავის დატვირთვაა %-ში;  $\alpha_0$  – გაქანების საწყის მომენტში ძრავის დატვირთვა %-ში, რომელიც განისაზღვრება გაქანების წინა დამყარებული რეჟიმზე მოძრაობის წინააღმდეგობის დაძლევაზე დახარჯული სიმძლავრის მნიშვნელობის მხედვით. ცხადია კომპიუტერზე ავტომობილის გაქანების პროცესის მოდელირებისას დაცული უნდა იქნეს პირობა:  $\alpha < 100\%$ -ზე. კომპიუტერში შეგვყავს აგრეთვე (2.22...2.31) განტოლებებში შემავალი ყველა კოეფიციენტების გამოსათვლელად საჭირო მონაცემები და კომპიუტერი გაქანების მოდელირების პროცესში გამოთვლის მათ მნიშვნელობებს, შეადგენს (2.23) განტოლებას  $\alpha$ -ს მოცემული მნიშვნელობისათვის და გამოთვლის ჯერ ავტომობილის ძრავის მუხლა ლილვის კუთხური სიჩქარის  $\omega$  და ბრუნვის სიხშირეების  $n_i$  მიმდინარე მნიშვნელობებს, ხოლო შემდეგ მოძრაობის სიჩქარისა  $V_{ii}$  და განვლილი მანძილის  $S_i$  მიმდინარე მნიშვნელობებს დროის ყოველ მომდევნო  $H$  ბიჯზე. საბოლოოდ ამ ქვეპროგრამით, კომპიუტერი გამოთვლის მოცემულ დატვირთვაზე ძრავის მახრუნი მომენტის  $M_{\alpha i}$  მიმდინარე მნიშვნელობებს:

$$M_{\alpha i} = a_{1\alpha} + a_{2\alpha} \cdot n_i + a_{3\alpha} \cdot n_i^2, \quad (2.32)$$

სადაც:  $a_1, a_2, a_3$  –  $\alpha$ -ით ნაწილობრივი სადატვირთო რეჟიმზე ძრავის მახასიათებლის აპროქსიმაციის კოეფიციენტებია.

$n, M$  და  $\alpha$  სიდიდეების მნიშვნელობებით გნისაზღვრება ნაწილობრივ სადატვირთო მახასიათებელზე ძრავას მუშაობის მყისა წერტილი.

გაქანებისას ძრავის მიერ განვითარებული სიმძლავრის მყისა მნიშვნელობები გამოითვლება ფორმულით:

$$P_{ex} = \frac{M_{\alpha i} \cdot n_i}{159,255'} \quad \text{კვტ}, \quad (2.33)$$

გაქანების პროცესში გადაცემათა კოლოფში საფეხურის ყოველი გადართვის შემდეგ, ავტომობილის მოძრაობის მოდელირება (2.30) განტოლებით მიმდინარეობს გადართვის შემდგომი საფეხურის შესაბამისი პარამეტრებით.

ავტომობილის ტრანსმისიაში გადაცემათა საფეხურების გადართვის პროცესის მოდელირებისას ვითვალისწინებთ, რომ მძღოლის მიერ ავტომობილის ტრანსმისიის გადაცემათა კოლოფში საფეხურების გადართვაზე დახარჯული დრო  $t_p$ , გადაბმის ქუროს სატერფულზე ზემოქმედების დაწყების მომენტიდან ქუროს ჩართვის მომენტამდე, იცლება ზღვრებში  $t_p = 2...3$  წმ. ეს დრო ნაწილდება ერთის მხრივ გადაბმის ქუროს გამორთვის და გადაცემათა გადართვის ბერკეტის ნეიტრალურ მდგომარეობაში გადართვაზე  $t_{p1}$  და მეორეს მხრივ, სინქარეთა ბერკეტით მომდევნო საფეხურის და გადაბმის ქუროს ჩართვაზე  $t_{p2}$ . გამოკვლევებით [25] დადგენილია, რომ მექანიკურ გადაცემათა კოლოფებში შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ  $t_{p1} = 1$  წმ და  $t_{p2} = 1...2$  წმ-ს.

კომპიუტერული მოდელირებისას მნიშვნელოვანი ცდომილებების გარეშე შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ გადაცემათა კოლოფში გადაცემათა საფეხურის გადართვის პერიოდში ავტომობილი მოძრაობს მოგორვით რეჟიმზე, რომლის ამსახველი განტოლება შეიძლება ჩავწეროთ შემდეგი სახით:

$$\frac{d\omega}{dt} = -(B_1 + B_2\omega + B_3\omega^2) \quad , \quad (2.34)$$

სადაც,

$$B_1 = (a_8 \pm a_{11}); B_2 = a_9; B_3 = a_{10}$$

ზემოაღნიშნულიდან ჩანს, რომ გადაცემათა კოლოფში გადაცემათა გადართვის კომპიუტერზე მოდელირებისას, გაანგარიშებები შესრულება შემდეგი ლოგიკური სქემით:  $t_{p1}$  დროის განმავლობაში გაანგარიშებები მიმდინარეობს (2.30) განტოლების მიხედვით მუხლა ლილვის ბრუნვის სიხშირის  $n_k = n_{k0}$  საწყისი მნიშვნელობისათვის. ამრიგად,  $t_{p1}$  დროის განმავლობაში კომპიუტერი ამოხსნის ავტომობილის მოგორვითი მოძრაობის განტოლებას გადაცემათა კოლოფის პირველადი ლილვის ბრუნვის სიხშირის და საფეხურის ახალ საფეხურზე გადართვის შემდეგ მოძრაობის საწყისი ბრუნვის სიხშირის შემდეგ მნიშვნელობაზე:

$$n_m = n_{m0} \cdot U_m / U_{m-1} , \quad (2.35)$$

სადაც:  $n_{m0}$  – ახალ საფეხურზე გადაცემათა კოლოფის პირველადი ლილვის ბრუნვის სიხშირეა;  $U_{m-1}$  – გადაცემათა რიცხვი წინა საფეხურზე;  $U_m$  – გადაცემათა რიცხვი მომდევნო საფეხურზე;  $n_m$  – გადაცემათა კოლოფის პირველადი ლილვის ბრუნვის სიხშირე წინა საფეხურის გამორთვის მომენტში.

ავტომობილის გადაცემათა კოლოფში გადაცემათა საფეხურების გადართვა ხდება ავტომობილის საუკეთესო დინამიკურობის მიღწევის პირობით. კერძოდ, მაღალ საფეხურებზე გადართვა უმჯობესია ძრავას მუხლა ლილვის ბრუნვის  $n_e = n_p$  სიხშირეზე, ხოლო დაბალ საფეხურებზე ძრავას  $n_e = (n_m + n_p)/2$  ბრუნვის სიხშირეზე, სადაც  $n_p$  – ძრავას მაქსიმალური სიმძლავრის შესაბამისი ბრუნვის სიხშირეა, ხოლო  $n_m$  – ძრავას მაქსიმალური მარბუნი მომენტის შესაბამისი ბრუნვის სიხშირე.

სიმძლავრის მნიშვნელობის განსაზღვრისათვის, რომელიც უნდა განავითაროს ძრავმა ახალ საფეხურზე მოძრაობისათვის, ვსარგებლობთ შემდეგი ფორმულით [28]:

$$P_{ci} = \frac{f_0 [1 + (0,0216 \cdot V_{it})^2] G_a V_{it}}{1000} + \frac{K_S \cdot A_S \cdot V_{it}^3}{1000} \mp \frac{G_a \cdot i_S \cdot V_{it}}{1000} , \quad (2.36)$$

სადაც:  $V_{it}$  – ავტომობილის სიჩქარეა მოგორვის ბოლოს;  $K_s$  – ავტომობილის გარსედინობის კოეფიციენტი;  $f_0$  – თვლების გორვის წინააღმდეგობის კოეფიციენტი დაბალ სიჩქარეებზე.

ძრავის მუხლა ლილვზე განვითარებული მახრუნი მომენტის მიმდინარე მნიშვნელობები გამოითვლება ფორმულით:

$$M_g = 159,255 \cdot P_{ci} / n_m, \quad (2.37)$$

ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარის მიმდინარე მნიშვნელობები გამოითვლება ფორმულით:

$$V_i = 6,28 \cdot r_0 \cdot n_i / U_m, \quad (2.38)$$

ავტომობილის გაქანების დრო  $T_B$  ტოლი იქნება 2.30 განტოლების კომპიუტერზე ამოსხნათა იტერაციის ჯამისა უმაღლეს საფეხურზე ავტომობილის გაქანებისას მაქსიმალურ სიჩქარემდე  $V_i = V_{imax}$ :

$$T_B = \sum_1^i H = i \cdot H, \quad \forall \text{მ}, \quad (2.39)$$

ძრავის მუხლა ლილვის საშუალო მყისიერი ბრუნვის სიხშირის მნიშვნელობა ბიჯის  $t = H$  შუალედში ტოლია:

$$n_i = (n_i + n_{i+1}) / 2, \quad \forall \text{მ}^{-1}, \quad (2.40)$$

ავტომობილის მოძრაობის საშუალო მყისი სიჩქარე  $t = H$  დროის შუალედში იქნება:

$$V_i = (V_i + V_{i+1}) / 2, \quad \forall \text{მ}, \quad (2.41)$$

ავტომობილის მიერ განვლილი მანძილი  $t = H$  დროის შუალედში იქნება:

$$S_i = [(V_i + V_{i+1}) / 2] \cdot t, \quad (2.42)$$

ავტომობილის გაქანების საერთო მანძილი ტოლი იქნება მისი მიმდინარე მნიშვნელობების ჯამისა:

$$S_B = \sum_1^i S_i = \sum_1^i [(V_i + V_{i+1})/2] \cdot t \quad (2.43)$$

ავტომობილის ძრავას მიერ  $t = H$  დროის შუალედში განვითარებული ეფექტური სიმძლავრე იქნება:

$$P_{ei} = (P_{ei} + P_{e(i+1)})/2 \quad (2.44)$$

გაქანების პროცესში საწვავის საგზაო ხარჯის გამოსათვლელად კომპიუტერში შეგვყავს მატრიცული ცხრილის სახით ძრავას სადატვირთო მახასიათებელი  $g_e = F(n, P_e)$  და სპეციალური ქეებროგრამით გამოითვლება სადატვირთო მახასიათებლის აპროქსიმაციის განტოლების  $G_1, G_2, G_3$  კოეფიციენტები და სადატვირთო მახასიათებელი ჩაიწერება შემდეგი განტოლების სახით:

$$g_e = G_1 + G_2 P_e + G_3 P_e^2, \quad (2.45)$$

ავტომობილის საწვავის საგზაო ხარჯის მიმდინარე  $Q_s$  მნიშვნელობები დროის  $t = H$  შუალედში გამოითვლება ფორმულით [44]:

$$Q_{si} = \frac{P_{ei} \cdot g_{ei}}{1000 \cdot V_i}, \quad (2.46)$$

შევნიშნავთ, რომ ავტომობილის გადაცემათა კოლოფში გადაცემათა საფეხურების გადართვისას, ავტომობილის მოგორვით რეჟიმზე მუშაობის პერიოდში, ძრავა მუშაობს უქმი სვლის მიახლოებულ რეჟიმზე და საწვავის შესაბამისი საგზაო ხარჯი გამოითვლება ძრავას უქმი სვლის მახასიათებლისათვის.

გაქანების პროცესის მათემატიკური მოდელის რეალურთან ადეკვატურობის შემოწმების მიზნით „მერსედეს-ბენც აქტროსი-1853“ და „მაზ-6422“ მარკის ავტომობილების სწორ ჰორიზონტალურ ასფალბეტონის საფარიან გზის მონაკვეთზე გაქანების პარამეტრების რეალურად გაზომილი მნიშვნელობები შედარებული იქნა კომპიუტერზე გამოთვლების შედეგებთან. ავტომობილების გაქანების დროის გაზომვა



იწყება გადაცემათა კოლოფის პირველ საფეხურზე მაქსიმალური სიჩქარის მნიშვნელობიდან  $V_0=5\text{კმ/სთ}$  სიჩქარეთა საფეხურების გადართვით  $V=80$  კმ/სთ-მდე სიჩქარემდე. გაზომვების აუცილებელი რაოდენობის დადგენა მოხდა მანქანების სიზუსტის შეფასების აღბათობის თეორიაში ცნობილი [42] მეთოდით. მაგალითისათვის ავტომობილ „მაზ 6422“-ის გაქანების დროის გაზომვის შედეგები, მოტანილი გვაქვს ცხრილში 2.2.

$$\sum /m - t/2 = 65 \quad (2.47)$$

საშუალო კვადრატული გადახრა:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum /m - t/2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{65}{6}} = 3,3 \quad (2.48)$$

ცხრ.2.1. ავტომობილ „მაზ 6422“-ის 80 კმ/სთ-მდე გაქანების დრო

გაზომვის რაოდ.: $n$	1	2	3	4	5	6	7
$t$	89	88	93	94	87	96	92
გადახრა საშუალო არითმეტიკული მნიშვნელობიდან							
გაზომვის რაოდ.: $n$	1	2	3	4	5	6	7
$/m - t/$	1	3	2	3	4	5	1
გადახრების კვადრატები და მათი ჯამი							
გაზომვის რაოდ.: $n$	1	2	3	4	5	6	7
$/m-t/2$	1	9	4	9	16	25	1

ვარიაციულობის კოეფიციენტი

$$S\% = \pm \frac{100\sigma}{m} = \frac{330}{91} = 3,63 \quad (2.49)$$

ვარიაციულობის კოეფიციენტი არ უნდა აღემატებოდეს 20%-ს [42].

საშუალო კვადრატული ცდომილება:

$$M = \pm \sqrt{\frac{\sum/m - t^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{65}{7 \cdot 6}} = 1,24 \quad (2.50)$$

სიზუსტის მაჩვენებელი:

$$P\% = \pm \frac{100M}{m} = \frac{124}{91} = 1,4 \quad (2.51)$$

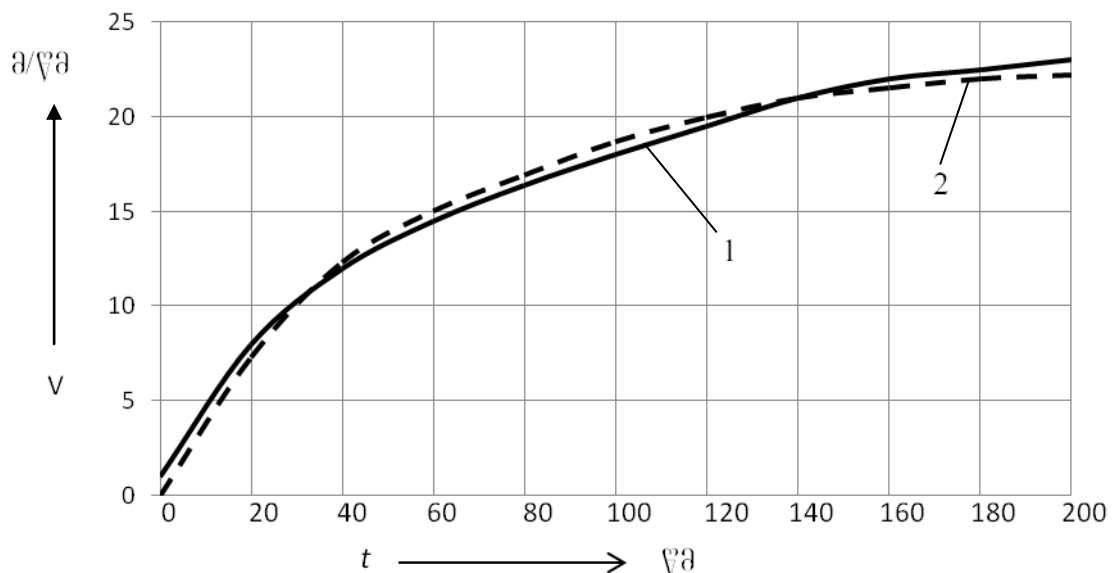
სიზუსტის მაჩვენებელი უნდა იმყოფებოდეს 5%-ის ზღვრებში [42].

გაზომვების სჭირო რაოდენობა დასახული სიზუსტის უზრუნველსაყოფად გამოითვლება ფორმულით:

$$n = \left(\frac{S\%}{P\%}\right)^2 = \left(\frac{3,63}{1,4}\right)^2 = 6,7 \quad (2.52)$$

ამრიგად გაზომვების საჭირო რაოდენობამ შეადგინა 7 გაზომვა.

გაზომვებისას გადცემათა კოლოფში სინქარეთა საფეხურების გადართვა ხდება ავტომობილის მაქსიმალური დინამიკურობის მიღწევის პირობით.



ნახ.2.4. ავტომატარებელ „მზ 6422“-ის გაქანების მახასიათებელი 80 კმ/სთ სინქარემდე: 1 – კომპიუტერული მოდელირებით მიღებული; 2 – ექსპერიმენტებით მიღებული

ექსპერიმენტული და მოდელირებით მიღებული შედეგების სიზუსტეზე შედარებამ გვიჩვენა, რომ ჩვენს მიერ შემუშავებული ასს-ს

გაქანების მოდელი გაანგარიშებებისათვის საკმარისი სიზუსტით ასახავს რეალურ პროცესს, რაც კარგად ჩანს ნახ.2.4-დან.

საბოლოოდ ზემოთაღნიშნული ფაქტორების გათვალისწინებით რეალიზებული ავტომობილის კომპიუტერული მოდელირებით განვსაზღვრავთ ასს-ს სამოდულო გზაზე მოძრაობის სიჩქარეთა  $V_{ii}$  და განვლილი მანძილის  $S_{ai}$  მიმდინარე მნიშვნელობებს, რომელთა მიხედვით აიგება სიჩქარეთა ეპიურა (იხილეთ ეპიურის ფრაგმენტი ნახ.2.6-ზე) ამ მონაცემების ინტეგრირებით დავადგენთ საქართველოს საგზაო პირობებში ასს-ს მუშაობის ეფექტურობის განმსაზღვრელი ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პარამეტრის მოძრაობის საშუალო ტექნიკური სიჩქარის  $V_t$  და განვლილი მანძილის  $S_a$  მნიშვნელობებს (ტოლია სამოდულო გზის სიგრძის).

ასს-ს მუშაობის ეფექტიანობის განმსაზღვრელი მეორე მნიშვნელოვანი პარამეტრის ავტომობილის საწვავის გზიური ხარჯის მიმდინარე  $Q_s$  მნიშვნელობების გამოსათვლელად მოძრაობის კომპიუტერულ მოდელში ხდება (2.46) ფორმულის შეტანა.

### ავტომობილის დამყარებული სიჩქარით მოძრაობა

ავტომობილი დამყარებული სიჩქარით მოძრაობს შემდეგ შემთხვევებში:

- 1) დამყარებული მაქსიმალური სიჩქარით – გზის მუდმივი წინააღმდეგობისას;
- 2) მუდმივი სიჩქარე დამყარებულია მძღოლის მიერ;
- 3) მუდმივი სიჩქარით მოძრაობას მოითხოვს უსაფრთხოების უზრუნველყოფის ან სატრანპორტო ნაკადში მოძრაობის პირობები.

რადგანაც გზაზე ავტომობილის მოძრაობის წინააღმდეგობის ძალები განუწყვეტლივ იცვლება, ძრავის მუშაობის დამყარებულ რეჟიმზე მისი მოძრაობა დამყარებული სიჩქარით იშვიათად მიმდინარეობს. ამიტომ ავტომობილის დამყარებული სიჩქარით მოძრაობის კომპიუტერზე მოდელირებისას, მოძრაობის წინააღმდეგობის დაძლევისათვის საჭირო სიმძლავრე და გადაცემათა კოლოფში გადაცემათა საფეხურის რიგი განისაზღვრება მოძრაობის სიჩქარის და მოძრაობის წინააღმდეგობის ძალის სიდიდის მიხედვით, ხოლო ძრავის

დატვირთვა, მუხლა ლილვის ბრუნვის სიხშირე და საწვავის კუთრი ხარჯი გამოითვლება (2.21...2.25) ფორმულებით.

### ავტომობილის შენელებით მოძრაობა

შენელება შეიძლება განხორციელდეს თვლების დამუხრუჭებით, ძრავით დამუხრუჭებით და ძრავით და თვლებით ერთდროულად დამუხრუჭებით. სიჩქარის შეცვლის მიზნით ავტომობილის შენელება ძირითადად წარმოებს მსამე მეთოდით. იგი უფრო ხშირად გამოიყენება სატრანსპორტო ნაკადებში მოძრაობისას. საექსპლუატაციო პირობებში დამუხრუჭებისას, ავტომობილის მოძრაობის შენელება მიმდინარეობს  $j_a=1...2$  მ/წმ<sup>2</sup> შენელებით.  $t$  დროის პერიოდში ავტომობილის შენელების მოდელირებისას, შენელების ბოლოს ავტომობილის სიჩქარე გამოითვლება ფორმულით [28]:

$$V_v = \sqrt{V_0^2 - 2 \cdot a_\tau \cdot V_0 \cdot t + a_\tau^2 \cdot t^2} \quad , \quad (2.53)$$

სადაც:  $V_v$  – შენელების ბოლოს სიჩქარეა;  $V_0$  – შენელების დასაწყისში სიჩქარე;  $t$  – შენელების დრო, წმ;  $a_\tau$  – შენელების აჩქარება, მ/წმ;

თუ ავიღებთ შენელების  $t$  დროის საკმარისად მცირე ბიჯს, (2.53) ფორმულით გამოვთვლით ავტომობილის შენელებით მოძრაობის სიჩქარეების მიმდინარე მნიშვნელობებს. ძრავას სიმძლავრის, ბრუნვის სიხშირის და საწვავის კუთრი ხარჯის მიმდინარე მნიშვნელობები გამოითვლება იგივე მეთოდით, რაც გაქანებისას.

უნდა აღინიშნოს, რომ რეალურ პირობებში ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარეები ცალკეულ შემთხვევებში შეზღუდულია მოძრაობის უსაფრთხოების ან კომფორტულობის უზრუნველყოფის პირობებით. ამიტომ ავტომობილის მოძრაობის კომპიუტერული მოდელირებისას რეალურ საგზაო პირობებში გათვალისწინებული უნდა იქნას მოძრაობის სიჩქარეების შეზღუდვა უსაფრთხოების და კომფორტულობის პირობების მიხედვით. შესაბამისად გზის ცალკეულ მონაკვეთებზე აგებული უნდა იქნას მოძრაობის დასაშვები სიჩქარეების

გრფიკი, რომელშიც ჩაეწერება მოძრაობის რეალური სიჩქარეები და აიგება ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარეთა ეპიურა.

### ავტომობილის გზაზე მოძრაობის დასაშვები სიჩქარეების

#### განსაზღვრა

ავტომობილის გზებზე მოძრაობის მაქსიმალური დასაშვები სიჩქარეები ნორმირებულია გზების კატეგორიების მიხედვით [31]. ცხრილში 2.3. ნაჩვენებია სხვადასხვა კატეგორიის გზებზე ავტომობილის მოძრაობის დასაშვები სიჩქარეების მნიშვნელობები რელიეფისმიხედვით.

ზოგადად ავტომობილის გზაზე მოძრაობის დასაშვები სიჩქარის მნიშვნელობას ადგენენ პირობიდან, რომ გზაზე ავტომობილის დამუხრუჭების მანძილმა არ უნდა გადააჭარბოს დასაშვებ ნორმას. გაეროს ევროპის ეკონომიკური კომიტეტის რეკომენდაციების მიხედვით ავტომობილების სამუხრუჭე მანძილის საანგარიშო

ცხრ.2.2. ავტომობილის გზებზე მოძრაობის მაქსიმალური დასაშვები სიჩქარეების მნიშვნელობები

გზის კატეგორიები	მოძრაობის დასაშვები სიჩქარე, კმ/სთ რელიეფის მიხედვით		
	ვაკე	ბორცვიანი	მთიანი
I	150	120	80
II	120	100	60
III	100	80	50
IV	80	60	40
V	60	40	30

ფორმულებს აქვთ შემდეგი სახე [22]:

მსუბუქი ავტომობილები –

$$S_e = 0,1 \cdot V_a + V_a^2 / 182, \text{ მ.} \quad (2.54)$$

ავტობუსები 5 ტონაზე მეტი სრული წონით –

$$S_e = 0,15 \cdot V_a + V_a^2 / 156, \text{ მ.} \quad (2.55)$$

სატვირთო ავტომობილები –

$$S_e = 0,15 \cdot V_a + V_a^2 / 143, \text{ მ.} \quad (2.56)$$

ავტომატარებლები 12 ტონაზე მეტი საერთო წონით –

$$S_g = 0,18 \cdot V_a + V_a^2/143, \text{ მ.} \quad (2.57)$$

ამ ფორმულებში  $V_a$  – ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარეა დამუხრუჭების დასაწყისში, (კმ/სთ).

ცხრილში 2.4. მოტანილია სამუხრუჭე მანძილის ნორმატიული მნიშვნელობები, რომლებიც დაცული უნდა იქნეს ავტომობილების საგზაო გამოცდისას ავტომობილის დამუხრუჭების ეფექტიანობის შესამოწმებლად. გამოცდა ტარდება სწორ ჰორიზონტალურ ასფალტბეტონიანი გზის მონაკვეთზე 40 კმ/სთ საწყისი სიჩქარით [27].

ავტომობილის დადმართზე მოძრაობისას ქანობის სიდიდის მიხედვით დასაშვები სიჩქარეების მნიშვნელობები სხვხდასხვა ტიპის ავტომობილებისათვის გაიანგარიშება ქვემოთ მოტანილი ფორმულებით [45][46]:

მსუბუქი ავტომობილები –

$$V_g = 92,67 + 0,002 \cdot i_s - 0,0067 \cdot i_s^2, \quad (2.58)$$

ცხრ.2.3. სამუხრუჭე მანძილის ნორმატიული მნიშვნელობები (მ)

ავტომობილის ტიპი	სამუხრუჭე მანძილი არა უმეტეს:
მსუბუქი ავტომობილები ტვირთის გადასაზიდად	14,5
ავტობუსები 5 ტ სრული მასით	18,7
ავტობუსები 5 ტ-ზე მეტი სრული მასით	19,9
სატვირთო ავტომობილები სრული მასით 3,5 ტ-მდე	19,0
სატვირთო ავტომობილები სრული მასით 3,5 ტ-დან 12 ტ-მდე	18,4
სატვირთო ავტომობილები 12 ტ-ზე მეტი სრული მასით	17,7
ავტომატარებლები ავტომობილ-გამწეით სრული მასით 3,5 ტ-მდე	22,7
ავტომატარებლები ავტომობილ-გამწეით სრული მასით 3,5 ტ-დან 12 ტ-მდე	22,1
ავტომატარებლები ავტომობილ-გამწეით 12 ტ-ზე მეტი სრული მასით	21,9

სატვირთო ავტომობილები –

$$V_g = 80,44 + 0,122 \cdot i_s - 0,0078 \cdot i_s^2. \quad (2.59)$$

ავტომატარებელი –

$$V_g = 80,445 - 0,3055 \cdot i_s - 0,0039 \cdot i_s^2. \quad (2.60)$$

გზის ხილვადობის შეზღუდვის შემთხვევაში, დასაშვები სიჩქარის მნიშვნელობა განისაზღვრება პირობით, რომ სამუხრუჭე მანძილი უნდა იყოს გზის ხილვადობის მანძილზე ორჯერ ნაკლები:

$$S_B = L/2 \quad (2.61)$$

სადაც:  $L$  – გზის ხილვადობის მანძილია, მ;  $S_b$  – დამუხრუჭების მანძილი, მ.

ამ პირობების დაცვით, გზების საამშენებლო ნორმებით და წესებით განსაზღვრულია შემხვედრად მოძრავი ავტომობილების ხილვადობის მანძილები, რომელთა მნიშვნელობები მოყვანილია ცხრილში 2.5.

გზის მოსახვევებში ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარის შეზღუდვა დაკავშირებულია გვერდცდენის, გვერდითი მოსრიალების და გვერდითი აყირაების თავიდან აცილების პირობასთან. თუ მოსახვევში გზის ხილვადობა შეზღუდულია, მაშინ ამ პირობებს ემატება სიჩქარის შეზღუდვა მოსახვევში გზის ხილვადობის მიხედვით. ზოგ შემთხვევაში მოსახვევში ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარე იზღუდება მოძრაობის კომფორტულობის მიხედვით. მოსახვევში ავტომობილის მოძრაობის დასაშვები სიჩქარე პრაქტიკაში მძღოლის მიერ დამყარდება მოსახვევში შესვლამდე და შემდეგ შეიძლება მოახდინოს მისი უმნიშვნელო კორექტირება.

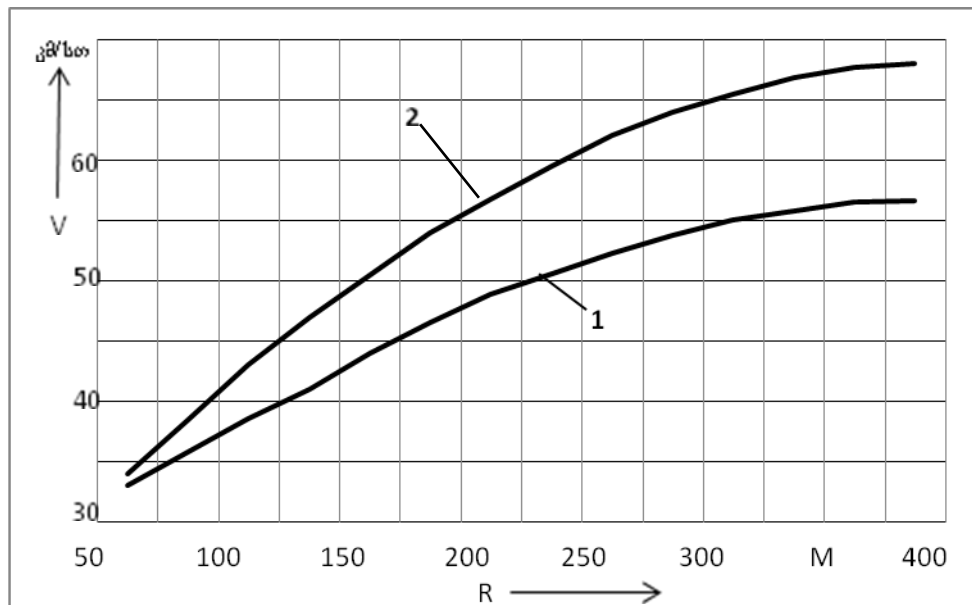
ცხრ.2.4. შემხვედრად მოძრავი ავტომობილების ხილვადობის მანძილების ნორმები

სიჩქარე, კმ/სთ	გზის ხილვადობის მანძილი, მ	შემხვედრი ტრანსპორტის ხილვადობის მანძილი, მ
150	250	–
120	175	350
100	140	280
80	100	200
60	75	150
50	60	120
40	50	100
30	40	80

მოსახვევებში დასაშვები სიჩქარეების  $V_e$  განსაზღვრისათვის ვისარგებლეთ [2.21.....2.24] ფორმულებით.

ნახ.2.5-ზე ნაჩვენებია არახილვად მოსახვევებში სატვირთო ავტომობილების და ავტომატარებლების მოძრაობის დასაშვები სიჩქარეების მნიშვნელობები მოსახვევის რადიუსების მიხედვით.

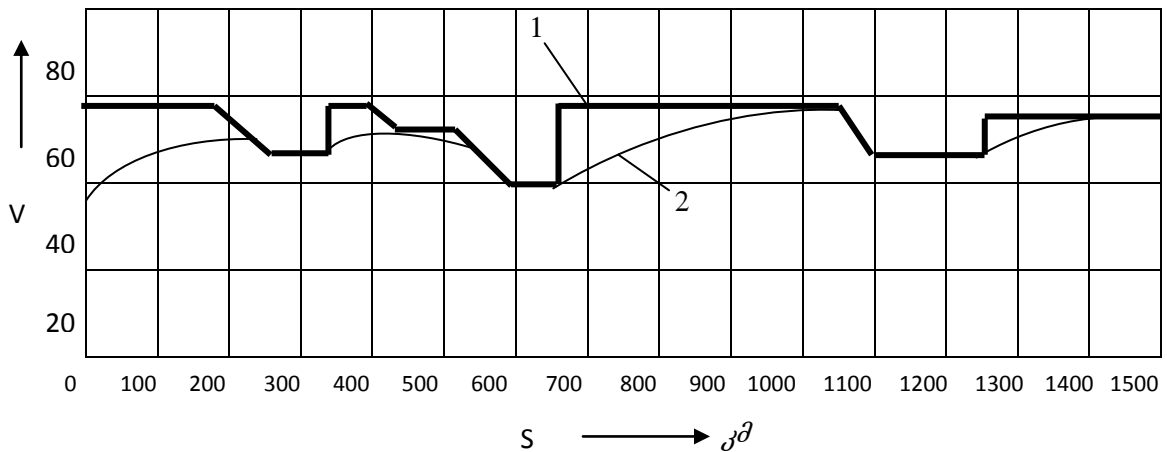
მოსახვევებში და გზის სხვა სახიფათო მონაკვეთებზე ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარეების შეზღუდვა უნდა მოხდეს მათთან ავტომობილის მისვლამდე, იმ გათვლით, რომ მოსახვევში ავტომობილის შესვლისას მისი მოძრაობის სიჩქარე არ აღემატებოდეს დასაშვებ მნიშვნელობას. დაკვირვებებთ დადგენილია, რომ მოსახვევები სიგრძის 80...120 მ რადიუსით მიეკუთვნება ძალიან სახიფათოს, 120...200 მ რადიუსით—სახიფათოს, 200...250 მ რადიუსით – ნაკლებად სახიფათოს;



ნახ.2.5. არახილვად მოსახვევებში მოძრაობის სიჩქარეების ნორმირებული მნიშვნელობების მოხვევის რადიუსზე დამოკიდებულების გრაფიკი

ნახ.2.6-ზე სამაგალითოდ ნაჩვენებია ბორცვიანი გზის მახასიათებელ მონაკვეთზე ავტომობილის მოძრაობის დასაშვები სიჩქარეების გრაფიკი (1) და ამავე მონაკვეთზე სატვირთო ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარეთა ეპიურა (2), რომელიც ეწერება დასაშვები სიჩქარეების გრაფიკში.





ნახ.2.6. სამოდულო გზის მონაკვეთზე ავტომობილის მოძრაობის დასაშვები სიჩქარეების გრაფიკის (1) და ამავე მონაკვეთზე სატვირთო ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარეთა ეპიურის (2) ფრაგმენტები

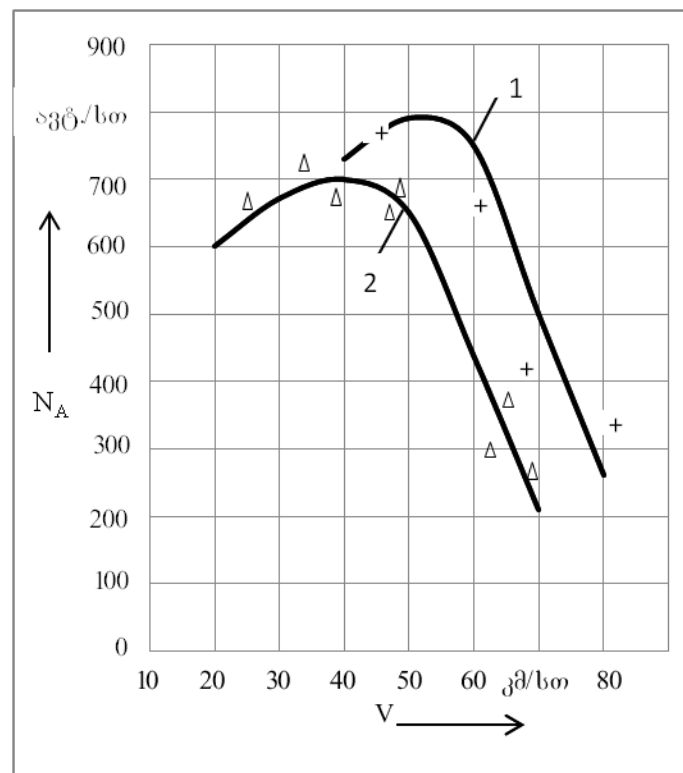
ავტომობილის საექსპლუატაციო მახვენებლების განსაზღვრის მიზნით მისი მოძრაობის პროცესის კომპიუტერზე მოდელირებისას, დასაშვები სიჩქარეების გრაფიკი კომპიუტერში შეიყვანება ცხრილის სახით.

ასს-ს მოძრაობის მოდელირების არსებული მეთოდებისაგან განსხვავებით, ჩვენს მიერ შემუშავებული მოდელი ითვალისწინებს სატვირთო ავტოსატრანსპორტო მოძრაობის შემადგენლობის მოძრაობის პირობებს მაგისტრალურ გზებზე სატრანსპორტო ნაკადებში. სატრანსპორტო ნაკადის ძირითადი მახასიათებელი პარამეტრი მოძრაობის სიჩქარესთან ერთად არის ინტენსიურობა  $N_n$ , რომელიც წარმოადგენს გზის მოცემულ კვეთში დროის ერთეულში გავლილი ავტომობილების რაოდენობას და ნაკადის სიმკვრივე  $q_n$  – ავტომობილების რაოდენობა გზის გრძივ კილომეტრზე. ნაკადში მოძრაე ავტომობილებს შორის დაშორების მანძილები დამოკიდებულია მოძრაობის სიჩქარეზე, ხოლო მოძრაობის სიჩქარე და სიმკვრივე იცვლება მოძრაობის ინტენსიურობის, ნაკადის შემადგენლობის და საგზაო პირობების მიხედვით.

სატრანსპორტო ნაკადებში მოძრაობის სიჩქარითი რეჟიმების მიხედვით ავტოსატრანსპორტო საშუალებები იყოფა **სწრაფმავალ, საშუალო სიჩქარით მოძრაე და ნელმავალ** ავტომობილებად.

სატრანსპორტო ნაკადებში როულ საგზაო პირობებში მოძრაობისას ავტოსატრანსპორტო საშუალებას უნდა გააჩნდეს უნარი იმოძრაოს საჭირო სიდიდის დამყარებული სიჩქარეებით და ასევე შეასრულოს გასწრების მანევრი მოძრაობის პირობებით განსაზღვრულ დროსა და მანძილში.

თუ სატრანსპორტო ნაკადის ინტენსიურობა  $N_a \leq 200$  ავტ/სთ, იგი ითვლება როგორც დაბალი ინტენსიურობის სატრანსპორტო ნაკადად;  $N_a = 200 \dots 500$  ავტ/სთ – ითვლება როგორც საშუალო ინტენსიურობის ნაკადი;  $N_a \geq 600$  ავტ/სთ – როგორც მაღალი ინტენსიურობის ნაკადი. ნახ.2.7-ზე ნაჩვენებია სატრანსპორტო ნაკადების სიჩქარეები ნაკადის სხვადასხვა ინტენსიურობისას საქართველოს ვაკე და ბორცვიან გზებზე. საქართველოს მაგისტრალურ გზებზე მოძრავი სატრანსპორტო ნაკადებზე დაკვირვებამ გვიჩვენა, რომ დაბალი ინტენსიურობის სატრანსპორტო ნაკადში დროის ინტერვალი ავტომობილებს (ან ავტომობილთა ჯგუფებს) შორის შეადგენს 8-10 წამს, საშუალო ინტენსიურობისას კი ინტერვალის სიდიდე მცირდება 5-6 წამამდე.



ნახ.2.7. სატრანსპორტო ნაკადების სიჩქარეები V ვაკე და ბორცვიან გზებზე ნაკადების ინტენსიურობისაგან  $N_a$  დამოკიდებულებით

ჯგუფურად მოძრავ მსუბუქ ავტომობილებს შორის დროის ინტერვალი დაბალი ინტენსიურობისას 2-3 წამია, ხოლო სატვირთო ავტომობილებს შორის 4-6 წამი. სატრანსპორტო ნაკადში ავტომობილების ჯგუფების წარმოშობის მიზეზია გზის გრძივი და განივი პროფილის სირთულე, ასს-ს სიჩქარით თვისებებს შორის სხვაობა და ასს-ს მართვის სხვადასხვა მანერა. ინტენსიურობის მატებით, ნაკადში ჯგუფების სიხშირე კლებულობს.

სატრანსპორტო ნაკადში ჯგუფების მოძრაობის რეჟიმები განისაზღვრება ჯგუფის ლიდერის – თავში მდგომი ავტომობილის მოძრაობის რეჟიმით. ლიდერის მიხედვით შეიძლება გვექონდეს შემდეგი სახის ჯგუფი: I – ლიდერი სატვირთო ავტომობილი; II – ლიდერი ავტომატარებელი; III – ლიდერი 2 სატვირთო ავტომობილი; IV – ლიდერი ავტომატარებელი და სატვირთო ავტომატარებელი; V – ლიდერი 2 ავტომატარებელი. (უნდა შევნიშნოთ, რომ დიდი ტევადობის ავტობუსი, სატრანსპორტო ნაკადებში მოძრაობის თვალსაზრისით, ეთანადება საშუალო ტვირთმზიდობის სატვირთო ავტომობილს).

I ჯგუფი დაბალი ინტენსიურობაზე შეიცავს 2...3, ხოლო საშუალო ინტენსიურობაზე 4...5 სწრაფად მოძრავ ავტომობილს; II ჯგუფი შედგება 5...8 ავტომობილისაგან; V ჯგუფი გვხვდება არც თუ ისე ხშირად და შეიცავს 10...15 ავტომობილს. ეს მონაცემები გვიჩვენებს, რომ ნაკადის ინტენსიურობის ზრდასთან ერთად ჯგუფებში ავტომობილების რაოდენობა პროპორციულად იზრდება და ინტენსიურობაზე  $N_a=800...1000$ ავტ/სთ, ნაკადი ხდება თითქმის უწყვეტი.

მცირე და საშუალო ინტენსიურობის სატრანსპორტო ნაკადებში ხდება სწრაფად მოძრავი ავტომობილების გადანაცვლება ჯგუფებს შორის გასწრების მანევრის შესრულებით. მძღოლები გასწრების მანევრს ასრულებენ გზის ხილვად მონაკვეთებზე შემხვედრ ან გასწრების ზოლში ჯგუფებს შორის საკმარისი ინტერვალის არსებობის პერიოდში.

ქვემოთ მოცემულია ავტომობილებს შორის დაშორების მანძილის მნიშვნელობების ნაკადის მოძრაობის სიჩქარისაგან დამოკიდებულების ემპირიული ფორმულები:

$$\text{მსუბუქი} - \text{მსუბუქი } L_{\text{გგ}}=31-1,35 V_a+0,025 V_a^2;$$

მსუბუქი – სატვირთო  $L_{\text{მს}}=7+0,35 V_a+0,006 V_a^2$ ;

სატვირთო – სატვირთო  $L_{\text{სს}}=7+0,45 V_a+0,005 V_a^2$ ;

სატვირთო – მსუბუქი  $L_{\text{მს}}=27-0,85 V_a+0,015 V_a^2$ .

ავტომობილის გასწრების მანევრის შესრულების დრო მოიცავს მძღოლის მიერ გასწრების მანევრის შესრულებისათვის მომზადებისა და გადაწყვეტილების მიღების, მოძრაობის რიგიდან გამოსვლის და უსაფრთხო დინამიკური მანძილით გასასწრებ ავტომობილზე გასწრების და მოძრაობის რიგში ჩადგომის დროისაგან. საშუალო ინტენსივობის ნაკადში 40 კმ/სთ სიჩქარით მოძრავი ავტომობილის მსუბუქი ავტომობილით გასწრების დრო საშუალოდ შეადგენს 5...7 წმ-ს. გასასწრები ავტომობილის სიჩქარის ზრდასთან ერთად გასწრების დრო იზრდება და 80 კმ/სთ-ს შემთხვევაში აღწევს 17...18 წმ-ს. სატვირთო ავტომობილებისათვის გასწრების დრო გასასწრები ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარის 30...40 კმ/სთ-ზე შეადგენს 10...12 წმ-ს და სიჩქარის გაზრდისას 70 კმ/სთ-მდე, იზრდება 32...35 წმ-მდე.

სატრანსპორტო ნაკადები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს აგრეთვე ავტომობილის ძრავის სადატვირთო რეჟიმებზე. მთავორიანი რელიეფის გზებზე საშუალო ინტენსიურობის სატრანსპორტო ნაკადებში სწრაფმავალი ავტომობილების ძრავის დატვირთვა შეადგენს მაქსიმალურიდან 51...52%. ინტენსიურობის გაზრდისას ძრავის სადატვირთო რეჟიმი მცირდება მაქსიმალურიდან 45...46%-მდე, სამაგიეროდ იზრდება ტრანსმისიის მაღალ გადაცემებზე მუშაობის წილი. სატვირთო ავტომობილები მთავორიან გზებზე საშუალო ინტენსიურობისას მოძრაობენ საშუალოდ ძრავას 70% დატვირთვის ფარგლებში.

სატრანსპორტო ნაკადის პარამეტრების გავლენა ავტომობილის მუშაობის სიჩქარით და სადატვირთო რეჟიმებზე გათვალისწინებულია კომპიუტერული მოდელირებით ასს-ს ეფექტიანობის მაჩვენებელი პარამეტრების განსაზღვრისას.

2.2.2. სატვირთო ავტომობილის ევექტიანობის მახასიათებელი პარამეტრების განსაზღვრა მისი მოძრაობის პროცესის კომპიუტერული მოდელირების ბლოკ-სქემის „AUTOGR“ - პროგრამის მიხედვით რეალიზებით

მოდელირებისას კომპიუტერში, ავტომობილის მოძრაობის პროცესების აღმწერ დიფერენციალურ განტოლებებში შეიყვანება მისი საექსპლუატაციო პირობების მაჩვენებელი პარამეტრების მნიშვნელობები სამოდულო გზის მიხედვით. მოდელირების ეს მეთოდი იძლევა საშუალებას შევირჩიოთ ასს-ს ევექტიანობის მაჩვენებელი პარამეტრების რაციონალური მნიშვნელობები მრავალვარიანტული კვლევის საფუძველზე, რაც კარგად ჩანს სათანადო ბლოკ-სქემიდან (ნახ.2.8), რომლის რეალიზება განხორციელდა ცნობილი პროგრამის – „AUTOGR“-ის მიხედვით (დანართი).

კომპიუტერული მოდელირებისას მოძრაობის საგზაო პირობების აღწერისათვის მიღებული იქნა შემდეგი პარამეტრები:

- გზის გრძივი და განივი პროფილის დახრა  $i_s$  და  $i_\beta$ ;
- აღმართის და დაღმართის სიგრძე  $L_s$ ;
- მოსახვევის რადიუსი  $R$ ;
- მოსახვევის სიგრძე  $L_R$ ;
- გზის ელემენტების გარდამავალი მონაკვეთების სიგრძე  $L_n$ ;
- გზის მდებარეობა ზღვის დონიდან  $H_m$ ;
- გზაზე თვლის გორვის წინააღმდეგობის კოეფიციენტი მოძრაობის დაბალ სიჩქარეებზე გზის საფარის სახეების მიხედვით  $f_0$ ;
- გზის სავალი ნაწილის სიგანე  $B$ ;
- გზის მონაკვეთზე ავტომობილის მოძრაობის დასაშვები სიჩქარის  $V_e$  მნიშვნელობა და მისი სიგრძე  $S_{V_e}$ ;

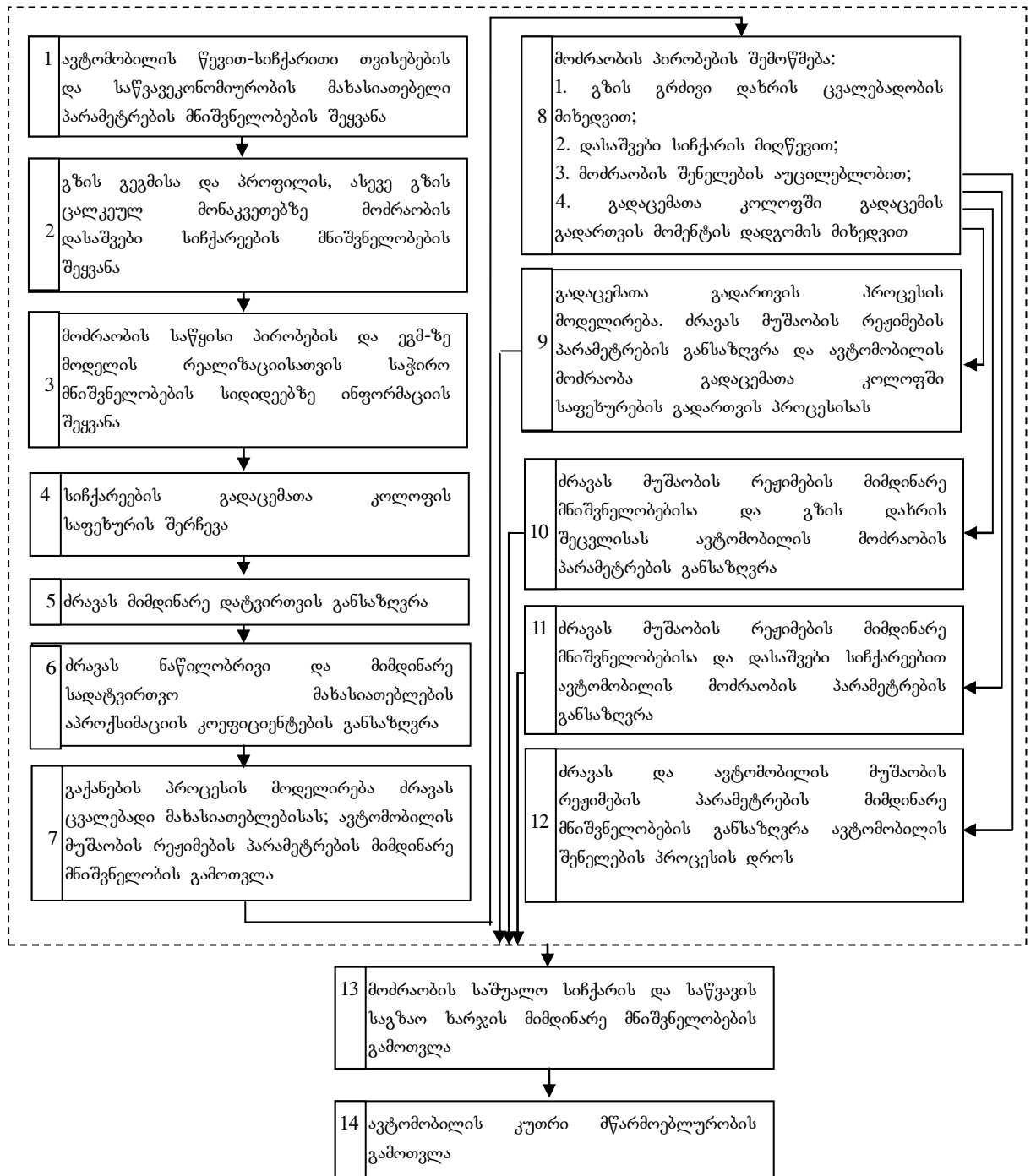
მოდელირებისას კომპიუტერში შეგვყავს ასევე ავტომობილის შემდეგი ტექნიკური მახასიათებელი პარამეტრების მნიშვნელობები:

- სრული წონა  $G_a$ ;
- ავტომობილის წონა აღჭურვილ მდგომარეობაში  $G_{ar}$ ;
- ავტომობილის აგრეგატების მასების სიმძიმის ცენტრის განლაგების სიმაღლე  $h_g$ ;

- გაბარიტული ზომები: სიმაღლე –  $H$ , ნკვალევის სიგანე –  $B$ , ბაზა –  $L_b$ , შუბლის ფართი –  $A_s$ ;
- საბურავების და წამყვანი თვლების რაოდენობა  $n_k$ ;
- თვლის რადიუსი  $r_0$ ;
- გარსედინობის კოეფიციენტი  $K_s$ ;
- კოეფიციენტები  $a_1, a_2, a_3$  (გამოიყენება ავტომობილის მოძრაობის წინააღმდეგობის ძალის სხვადასხვა სიჩქარეებზე გამოსათვლელად);
- სიჩქარეთა კოლოფის საფეხურების რაოდენობა  $K_g$  და გადაცემის რიცხვები  $U_{Tm}$ ;
- მთავარი გადაცემის რიცხვი  $U_0$ ;
- გამანაწილებელი კოლოფის  $U_g$  და ბორტული რედუქტორების  $U_b$  გადაცემათა რიცხვები;
- ტრანსმისიის მარგი ქმედების კოეფიციენტი  $\eta$ ;
- მაქსიმალური ტექნიკური სიჩქარე  $V_{max}$ ;
- მინიმალური ტექნიკური სიჩქარე  $V_{min}$ ;
- ძრავის მაქსიმალური ეფექტური სიმძლავრე  $P_{emax}$  და მისი შესაბამისი ძრავას მუხლა ლილვის ბრუნვის სიხშირე  $n_p$ ;
- ძრავის მაქსიმალური მამბრუნი მომენტი  $M_{max}$  და მისი შესაბამისი ბრუნვის სიხშირე  $n_M$ ;
- ძრავის მუხლა ლილვის მინიმალური მდგრადი ბრუნვის სიხშირე  $n_{min}$ ;
- ძრავის ნაწილობრივი დატვირთვის სიჩქარითი მახასიათებლები  $M_e = \varphi(\alpha, n)$  საწვავის მიმწოდებელი ორგანოს სხვადასხვა მდებარეობისათვის;
- ძრავის სადატვირთო მახასიათებლები მუხლა ლილვის სხვადასხვა მუდმივი ბრუნვის სიხშირეებზე  $g_e = \varphi(n, P_e)$ ;
- ძრავის უქმი სვლის მახასიათებელი.

ავტომობილის მოძრაობის პროცესის კომპიუტერზე მოდელირების ბლოკ-სქემა ნაჩვენებია ნახ.-ზე 2.8, ხოლო პროგრამა – სადისერტაციო ნაშრომის დანართში. ავტომობილის გზაზე მოძრაობის პირობების, წვეთ-სიჩქარითი თვისებების და საწვავეკონომიურობის მახასიათებელი

პარამეტრების მნიშვნელობები კომპიუტერში შეიყვანება სპეციალური ქვეპროგრამების საშუალებით.



ნახ.2.8. ავტომობილის მოძრაობის პროცესის კომპიუტერზე მოდელირების ბლოკ-სქემა

ავტომობილის მოძრაობის საწყისი სიჩქარის მნიშვნელობის მიხედვით კომპიუტერი დაადგენს ძრავის საწყის დატვირთვას და შესაბამისი ნაწილობრივი დატვირთვის სიჩქარით მახასიათებელს, ასევე

განსაზღვრავს გადაცემათა კოლოფის გადაცემას (რომლითაც უნდა იმოდროს ავტომობილმა) და გადაცემების გადართვის მომენტს. ავტომობილის მუშაობის ეფექტიანობის შემფასებელი პარამეტრების მნიშვნელობების განსაზღვრისათვის ყოველი იტერაციის შემდეგ კომპიუტერი ატარებს შემდეგ შემოწმებებს:

ა) ხომ არ გაუტოლდა ავტომობილის მიერ განვლილი მანძილი  $S$  მოცემული ქანობის გზის მონაკვეთის სიგრძეს  $L_s$ . თუ გაუტოლდა, მაშინ შემდგომ გამოთვლებს კომპიუტერი გააგრძელებს გზის შემდგომი, ახალი ქანობის მონაკვეთისათვის და ა.შ.

ბ) ხომ არ გაუტოლდა ავტომობილის მიერ განვლილი მანძილი გზის იმ მონაკვეთის სიგრძეს, რიმელზედაც შეზღუდულია მოძრაობის დასაშვები სიჩქარე  $V_e$ , მაშინ ავტომობილი გააგრძელებს დასაშვები სიჩქარით მოძრაობას.

გ) ხომ არ გახდა ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარის მიმდინარე მნიშვნელობა  $V_i$  ტოლი ან მეტი დასაშვები სიჩქარის  $V_e$  მნიშვნელობაზე. თუ ასეა, მაშინ ავტომობილის გაქანება დამთავრდება და იგი განაგრძობს მოძრაობას დასაშვები სიჩქარით ამ პირობის არსებობამდე. ამ შემთხვევაში ავტომობილის მუშაობის ეფექტიანობის შემფასებელი ყველა პარამეტრები განისაზღვრება დასაშვები, მუდმივი სიჩქარით მოძრაობის მიხედვით. მოძრაობის მოდელირების პროცესში მოწმდება და შეირჩევა გადაცემათა კოლოფში გადაცემები; საჭიროების შემთხვევაში ხდება გადაცემათა გადართვა ზემოთ ან ქვემოთ. გადაცემათა კოლოფში გადაცემის გადართვა დაბალი გადაცემიდან მაღალზე წარმოებს, როცა ძრავის მუხლა ლილვის ბრუნვის სიხშირე გაუტოლდება მაქსიმალური სიმძლავრის შესაბამის ბრუნვის სიხშირეს  $n=n_p$ ; მაღალი გადაცემიდან დაბალზე გადართვა წარმოებს, როცა ძრავის მუხლა ლილვის ბრუნვის სიხშირე შემცირდება მაქსიმალური მახრუნი მომენტის შესაბამისი ბრუნვის სიხშირეზე  $n_m$  მეტად შემცირდება  $n_1=(0,7...0,8)n_m$ .

დ) თუ ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარე გზის მოცემულ მონაკვეთზე მეტია, ვიდრე მომდევნო მონაკვეთზე, მაშინ ამ მონაკვეთზე მოძრაობის დაწყებამდე ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარე შენეულდება



(1,5...2,0) მ/წმ<sup>2</sup>-ის ტოლი სიდიდით, იმ ვარაუდით, რომ მომდევნო მონაკვეთზე მოძრაობის დაწყებისას ავტომობილის სიჩქარე გაუტოლდება ამ მონაკვეთზე დასაშვებ სიჩქარეს.

ე) ყველა შემთხვევაში, როცა ავტომობილის მოძრაობის დასაშვები სიჩქარე გზის მომდევნო მონაკვეთზე მეტია, ვიდრე ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარე მოცემულ მონაკვეთზე, მომდევნო მონაკვეთზე გადასვლისთანავე ავტომობილი იწყებს გაქანებას.

ავტომობილის მოძრაობისას გზის დაღმართის მონაკვეთზე ავტომობილის მოძრაობა მოდელირდება ან წვეით რეჟიმზე ან დამუხრუჭების რეჟიმზე. ამ შემთხვევაში კომპიუტერი გამოთვლის  $P_q$  სიმძლავრის მნიშვნელობას, რომელიც შეესაბამება ავტომობილზე გზის დაქანებით შექმნილ ძალას ქანობზე დასაშვები  $V_e$  სიჩქარით მოძრაობისას.  $P_q$  სიმძლავრის მნიშვნელობას კომპიუტერი ადარებს დაღმართზე ავტომობილის დასშვები სიჩქარით მოძრაობისათვის საჭირო  $P_{qve}$  სიმძლავრეს. თუ  $P_q > P_{qve}$ , მაშინ ავტომობილი დაღმართზე მოძრაობს ძრავათი დამუხრუჭების რეჟიმზე. ამასთანავე ძრავა ამ შემთხვევაში მუშაობს იძულებითი უქმი სვლის რეჟიმზე და ავტომობილის მუშაობის ეფექტიანობის შემფასებელი ყველა პარამეტრი გამოითვლება ამ რეჟიმზე მუშაობის გათვალისწინებით. თუ  $P_q < P_{qve}$ , მაშინ ავტომობილი მოძრაობს დაღმართზე დასაშვები სიჩქარით წვეით რეჟიმზე და ძრავას დატვირთვა შეესაბამება სიმძლავრეთა სხვაობას:  $P_{eq} = P_{qve} - P_q$  და, ამ შემთხვევაში, კომპიუტერი ახდენს ავტომობილის მდგრადი დასაშვები სიჩქარით მოძრაობის მოდელირებას ძრავის  $P_{eq}$  სიმძლავრით დატვირთვის შესაბამისად.

ძრავას მუხლა ლილვის ბრუნვის სიხშირეების  $n_{ei}$  მიმდინარე მნიშვნელობების და შესაბამისი სიმძლავრის მიხედვით სადატვირთვო მახასიათებლებზე კომპიუტერი მოძებნის ძრავის საწვავის კუთრი ხარჯის  $g_{ei}$  შესაბამის მნიშვნელობებს. ამის შემდეგ კომპიუტერი გაიანგარიშებს საწვავის საგზაო  $Q_{si}$  ხარჯის მიმდინარე მნიშვნელობებს. საწვავის საგზაო ხარჯის მიმდინარე მნიშვნელობების ჯამი  $\sum Q_{si}$  მოგვცემს ავტომობილის საწვავის საგზაო ხარჯის სიდიდეს ლიტრებში  $t=\sum H$  დროის მონაკვეთში განლილ მანძილზე. ამდენად,

ავტომობილის მოძრაობის კომპიუტერზე მოდელირებით განისაზღვრება მისი მუშაობის ეფექტიანობის შემფასებელი შემდეგი პარამეტრების მნიშვნელობები:

- ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარე;
- ძრავის მუხლა ლილვის ბრუნვის სიხშირე;
- ძრავის მაბრუნე მომენტი;
- ძრავის დატვირთვა მაქსიმალური სიმძლავრიდან %-ში;
- გადაცემათა კოლოფში გადაცემების გადართვის სიხშირე;
- გარბენის განაწილება გადაცემათა კოლოფის გადაცემებზე;
- მოძრაობის დრო და მანძილი;
- საწვავის კუთრი ხარჯი;
- საწვავის საგზაო ხარჯი.

კომპიუტერზე მოდელირებით მიღებული შედეგების რეალურთან ადექვატურობის შეფასების მიზნით, გზის საცდელ მონაკვეთზე სატვირთო ავტომობილის „მაზ-6422“-ის მოძრაობის საშუალო სიჩქარის, და საწვავის საგზაო ხარჯის გაზომვით მიღებული მნიშვნელობები:  $V_f=43,7$  კმ/სთ და  $Q_s=57,8$  ლ/100კმ შედარებული იქნა კომპიუტერზე მოდელირებით მიღებულ შედეგებთან:  $V_{ტ}=40,5$  კმ/სთ და  $Q_s=52,8$  ლ/100კმ. ამ მონაცემების შედარება გვიჩვენებს, რომ მათ შორის სხვაობა არ აღემატება 8...10%, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ ჩვენს მიერ შექმნილი ავტომობილის მოძრაობის მათემატიკური მოდელი ვარგისია პრაქტიკული ამოცანების გადასაწყვეტად.

### **2.3. საქართველოს საგზაო პირობებში სატვირთო ავტომობილების ეფექტიანობის ამაღლება კუთრი სიმძლავრის რაციონალური მნიშვნელობების და ძრავის შესაბამისი სიმძლავრის შერჩევით**

ავტოსატრანსპორტო საშუალების წევით-სიჩქარითი თვისებების და, შესაბამისად, მოცემულ საგზაო პირობებში მისი მოძრაობის საშუალო სიჩქარის განმსაზღვრელ პარამეტრს წარმოადგენს ავტოსატრანსპორტო საშუალების კუთრი სიმძლავრე, რაც წარმოადგენს ავტომობილის ძრავის მაქსიმალური სიმძლავრის შეფარდება ავტომობილის სრულ წონასთან [8][25]:

$$P_e = \frac{P_{max}}{G_a} , \text{ კვტ/ტ} \quad (2.21)$$

კუთრი სიმძლავრე ახასიათებს ავტომობილის და ავტომატარებლის ენერგოდტურვილობას და წარმოადგენს ძირითად პარამეტრს სხვადასხვა ავტომობილების შესადარებლად გზებზე სატრანსპორტო ნაკადებში მოძრაობისას. მაღალი კუთრი სიმძლავრის ავტომობილები არ აფერხებენ სატრანსპორტო ნაკადის მოძრაობას, უსაფრთხოდ ასრულებენ სატრანსპორტო ნაკადში გასწრების მანევრს და ანვითარებენ მაღალ სიჩქარეებს. დღეისათვის მთელ რიგ ეკონომიკურად განვითარებულ ქვეყნებში გადაზიდვების მაღალი სიჩქარეების უზრუნველსაყოფად დაწესებულია მოთხოვნები ავტომობილის მინიმალური კუთრი სიმძლავრის მიმართ.

მძიმე სავტვითო ავტომატარებლებით საქალაქთაშორისო და საერთაშორისო ტვითზიდვები ხორციელდება შორს მანძილებზე სხვადასხვა რელიეფის I და II კტეგორიის მაგისტრალურ გზებზე. ეს ავტომობილები გადაზიდვებს ეწვიან მაღალ, საშუალო და დაბალ სიჩქარეებზე, რაც კუთრი სიმძლავრის სრულად რეალიზაციისათვის მოითხოვს მრავალსაფეხურიანი გადაცემათა კოლოფის (8-16 საფეხური) გამოყენებას. მოძრაობის მაქსიმალური სიჩქარეები მაგისტრალური ავტომატარებლისათვის, რომელთა სრული მასა 3,5 ტონას აღემატება, ბევრ ქვეყნებში დარეგლამენტებულია – 80-90 კმ/სთ-ს ფარგლებში.

ცხრილში 2.6. მოცემულია ზოგიერთი სავტვითო ავტომობილის და ავტომატარებლის კუთრი სიმძლავრისა და მაქსიმალური სიჩქარეების მნიშვნელობები. როგორც ცნობილია, ასს-ს კუთრი სიმძლავრის მნიშვნელობის განსაზღვრულ სიდიდეზე მეტად გაზრდამ შეიძლება არ მოგვცეს ასს-ს ეფექტიანობის მატება, ვინაიდან არ ხდება კუთრი სიმძლავრის გაზრდილი მნიშვნელობის სრული რეალიზება მოძრაობის მოცემულ პირობებში და, შესაბამისად, მოძრაობის საშუალო სიჩქარის ზრდის ტემპი საგრძნობლად კლებულობს, ხოლო საწვავის საგზაო ხარჯი და გადაზიდვებზე დანახარჯები მკვეთრად მატულობს. შედეგად,

ცხრ.2.5. სატვირთო ავტომობილების და ავტომატარებლების კუთრი სიმძლავრისა და მაქსიმალური სიმძლავრეების მნიშვნელობები

№	ავტომობილის და ავტომატარებლის მარკა	სრული წონა, ტ	ძრავას მაქსიმალური სიმძლავრე, კვტ	კუთრი სიმძლავრე, კვტ/ტ
1.	მანი 8163LC	7,490	118	15,75
2.	მერსედესი 1524L	15,0	177	11,8
3.	ვოლვო FL7/230	18,0	169	9,4
4.	ივეკო 190E34P მისაბმელით	18,0+22,940 41,0	254	6,2
5.	მერსედესი 1853L მისაბმელით	18,0+26,72 44,7	390	8,7
6.	მაზ-6422 მისაბმელით	42,0	235	5,6
7.	მერსედესი 3544K თვითმძღველი	32,0	320	10
8.	მანი 5241DW გამწე	18,0+26,0 44,0	324	7,4

ასს-ს კუთრი სიმძლავრის მნიშვნელობის განსაზღვრულ სიდიდეზე მეტად გაზრდით მისი კუთრი მწარმოებლურობა მცირდება.

ამიტომ შეიძლება დავასკვნათ, რომ ასს-ს მოძრაობის საშუალო სიჩქარის და კუთრი მწარმოებლურობის დამოკიდებულებას მისი კუთრი სიმძლავრისაგან გააჩნია მაქსიმუმი, რომელიც ითვლება მოცემულ საგზაო პირობებში ასს-ს კუთრი სიმძლავრის რაციონალურ მნიშვნელობად. აქედან გამომდინარე, სადისერტაციო ნაშრომის ერთერთ ამოცანად დავისახეთ საქართველოს პირობებში სატვირთო ავტოსატრანსპორტო საშუალებების მუშაობის ეფექტიანობის ამაღლებისათვის მათი კუთრი სიმძლავრის რაციონალური მნიშვნელობების განსაზღვრა, რაც გათვალისწინებული უნდა იქნას სატვირთო ავტოსატრანსპორტო საშუალებების პარკის ფორმირებისას.

საქართველოს საგზაო პირობებში სატვირთო ასს-ს კუთრი სიმძლავრის მისი მუშაობის ეფექტიანობაზე გავლენის გამოკვლევის მიზნით, ჩვენს მიერ დამუშავებული ავტომობილის მოძრაობის პროცესის მოდელირების მეთოდით გამოკვლეული იქნა სხვადასხვა მარკის სატვირთო ავტომობილებისათვის კუთრი სიმძლავრეების გავლენა მათი მუშაობის (ტვირთოზიდვის) ეფექტიანობის მაჩვენებლებზე;

მოძრაობის საშუალო სიჩქარეზე  $V_i$ , საწვავის საგზაო ხარჯზე  $Q_s$  და კუთრ მწარმოებლურობაზე  $W_d$ .

ჩვენს წინაშე დასმული ამოცანის გადაწყვეტისას, საქართველოს საგზაო პირობების გათვალისწინებისათვის გამოყენებული იქნა კვლევების „სამოდელი გზაზე“ ჩატარების მეთოდი.

საქართველოს საგზაო პირობებში სატვირთო ასს-ს კუთრი სიმძლავრის მისი მუშაობის საშუალო სიჩქარეზე, საწვავის საგზაო ხარჯზე და კუთრ მწარმოებლურობაზე გაკვლევის გამოკვლევის მიზნით, ჩვენს მიერ დამუშავებული ავტომობილის მოძრაობის მოდელის შესაბამისად კომპიუტერში მატრიცების სახით შევიტანეთ გზის გრძივი და განივი პროფილის პარამეტრები. აღმართების და დაღმართების სიგრძეების და დახრილობების, მოსახვევების რადიუსების და სიგრძეების, მათ შორის დაშორებების, გზის ცალკეულ მონაკვეთებზე მოძრაობის დასაშვები სიჩქარეების მნიშვნელობები, რითაც მიიღწევა ასს- მოძრაობის მოდელირება რეალურ საგზაო და სატრანსპორტო პირობებში. მოდელირებისას ავტომობილის ძრავას მახასიათებლები კუთრი სიმძლავრის თითოეული მნიშვნელობისათვის შეესაბამება საბაზო ძრავის მახასიათებლებს.

საქართველოში გავრცელებული სატვირთო ავტომობილებების “მაზ-6422” და “მერსედეს-ბენც აქტროსი 1853” „სამოდელი გზაზე“ მოძრაობის მოდელირებით განსაზღვრული მოძრაობის საშუალო სიჩქარის  $V_i$ , საწვავის საგზაო ხარჯის  $Q_s$  და კუთრი მწარმოებლურობის  $W_d$  მნიშვნელობები სხვადასხვა კუთრი სიმძლავრეებზე ნაჩვენებია ცხრ.2.6.-ში, ხოლო ამ მონაცემებით აგებული გრაფიკები – ნახ.2.9.-ზე.

ნახ.2.9 ა) და ბ)-ზე ნაჩვენები დამოკიდებულებებიდან ჩანს, რომ  $P_s$  კუთრი სიმძლავრის გაზრდით ასს-ს მოძრაობის საშუალო  $V_i$  სიჩქარე იზრდება დასაწყისში ჩქარი ტემპით, ხოლო  $P_s$  კუთრი სიმძლავრის გარკვეული მნიშვნელობის შემდეგ მისი ზრდის ტემპი ნელდება და ბოლოს საშუალო სიჩქარის მნიშვნელობა პრაქტიკულად მუდმივი ხდება. საწვავის საგზაო ხარჯის მრუდს კი გააჩნია მინიმუმი კუთრი

ცხრ.2.6. მოძრაობის საშუალო სიჩქარის  $V_t$ , საწვავის საგზაო ხარჯის  $Q_s$  და კუთრი მწარმოებლურობის  $W_d$  მნიშვნელობები სხვადასხვა კუთრი სიმძლავრეებზე ავტომატარებლებისათვის - „მაზ-6422” და “მერსედეს-ბენც აქტროსი 1853”

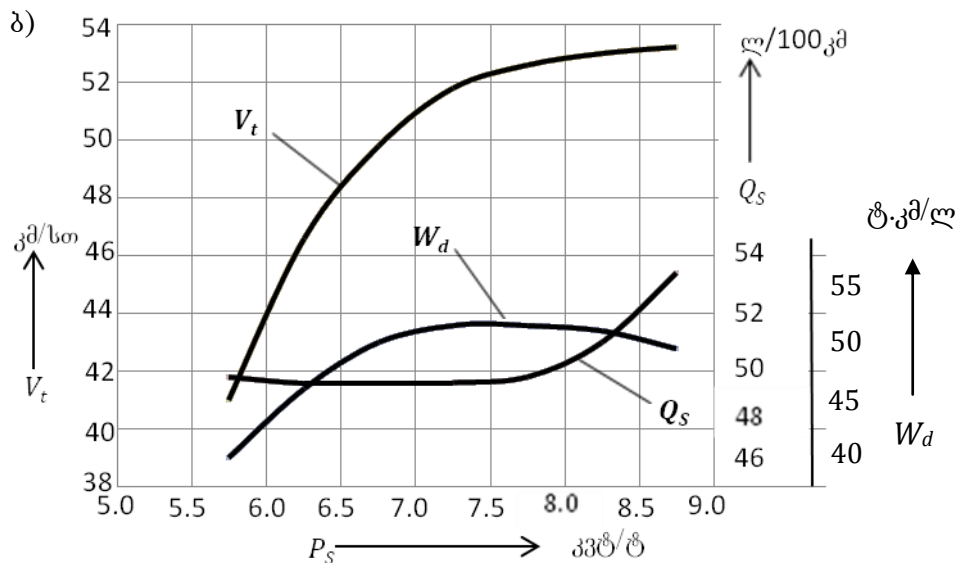
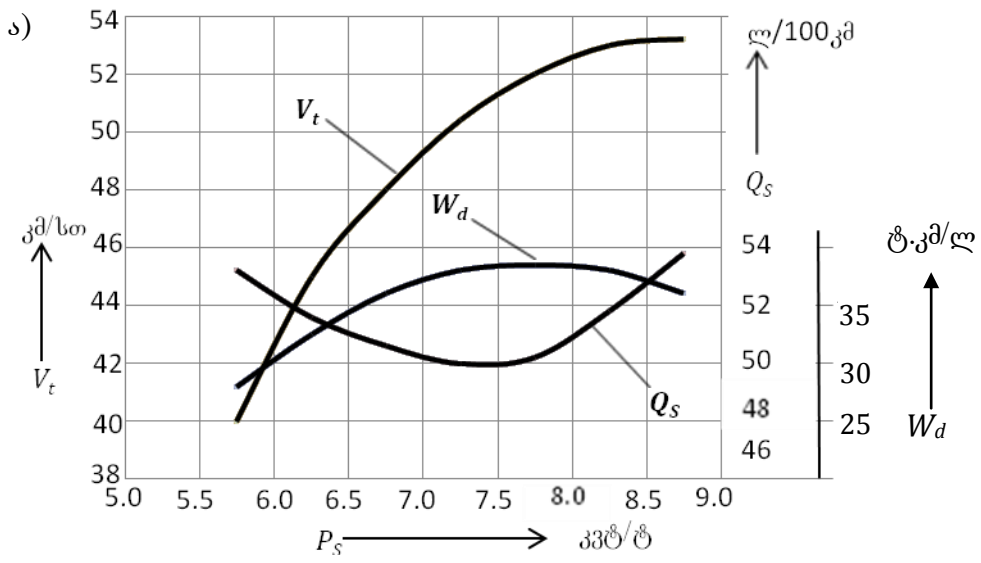
მაზ-6422				მერსედეს-ბენც აქტროს-1853			
$P_s$	$V_t$	$Q_s$	$W_d$	$P_s$	$V_t$	$Q_s$	$W_d$
5,6	40,5	52,8	32,2	5,6	40,7	49,8	41,7
6,5	46,3	51,0	38,1	6,5	48,3	49,5	49,8
7,0	49,3	50,5	41,0	7,0	50,3	49,5	51,8
7,5	51,2	49,8	43,2	7,5	52,3	49,4	54,0
8,0	52,6	51,3	43,1	8,0	52,8	50,5	53,3
8,5	52,8	53,0	41,8	8,5	53,1	52,3	51,8

სიმძლავრის გარკვეულ მნიშვნელობაზე; ეს აიხსნება იმით, რომ კუთრი სიმძლავრის გაზრდით თავდაპირველად, გარკვეულ სიდიდემდე, იზრდება ასს-ს მოძრაობის სიჩქარეები და ასევე მისი გადაცემათა კოლოფის მაღალ გადაცემაზე მოძრაობის ხვედრითი წილი, რის გამოც მცირდება ავტომობილის ძრავის მუხლა ლილვის ჯამური ბრუნთა სიხშირე ერთეულ განვლილ მანძილზე და, შესაბამისად, ძრავის საწვავის ხარჯი. ყველაფერი ეს განაპირობებს ავტომობილის საგზაო ხარჯის კლებას.

კუთრი სიმძლავრის შემდგომი გაზრდით, სიჩქარის მატება იზღუდება, ავტომობილის ძრავის მუხლა ლილვის ჯამური ბრუნთა სიხშირე პრაქტიკულად არ იცვლება, ხოლო ძრავის საწვავის ხარჯი მატულობს სიმძლავრის გაზრდის გამო, რაც განაპირობებს საბოლოოდ მიყვევართ საწვავის საგზაო ხარჯის ზრდას.

ავტომობილის  $W_d$  კუთრი მწარმოებლურობის კუთრი სიმძლავრისაგან  $P_s$  დამოკიდებულებით ცვალებადობის ხასიათი მისი საშუალო სიჩქარის  $V_t$  და საწვავის საგზაო  $Q_s$  ხარჯის ცვალებადობის ხასიათითაა განპირობებული და მას მაქსიმუმი გააჩნია დაახლოებით კუთრი სიმძლავრის იმ მნიშვნელობებზე, რომელზეც საწვავის საგზაო ხარჯის მინიმუმი შენარჩუნებულია, ხოლო მოძრაობის საშუალო სიჩქარე ჯერ კიდევ მტულობს.

ამ მეთოდით ჩატარებული კვლევების საფუძველზე დავადგინეთ, რომ საქართველოს მთაგორიანი რელიეფის საგზაო პირობებში  $N_2$  კატეგორიის III და IV კლასის სატვირთო ასს-ს კუთრი სიმძლავრის



ნახ.2.9. სატვირთო ავტომობილების - “მავ-6422” (ა) და “მერსედეს-ბენც აქტროს - 1853” (ბ) სამოდულო ვაზზე მოძრაობის საშუალო სიჩქარის  $V_t$ , საწვავის სავალი ხარჯის  $Q_s$  და კუთრი მწარმოებლურობის  $W_d$  მდგენელის დამოკიდებულება ავტომობილის კუთრი სიმძლავრისაგან  $P_s$

რაციონალური მნიშვნელობა შეადგენს  $P_{sr}=12,5...13,0$  კვტ/ტ-ს, ხოლო  $N_3$  კატეგორიის V, VI და VII კლასის ასს-ს კუთრი სიმძლავრე  $P_{sr}=7,5...8,0$  კვტ/ტ-ს; კუთრი სიმძლავრეების ამ მნიშვნელობებზე ავტოსატრანსპორტო საშუალების კუთრი მწარმოებლურობა აღწევს მაქსიმუმს, ხოლო გადაზიდვებზე დანახარჯების და გარემოს ეკოლოგიური დტუჭყიანების მაჩვენებლები მინიმუმალურია.

სატვირთო ავტომობილების კუთრი სიმძლავრეების ჩვენს მიერ მიღებული რაციონალური სარეკომენდაციო მნიშვნელობები გათვალისწინებული უნდა იქნეს საქართველოში გადამზიდავების მიერ სატვირთო ავტომობილების შექენისას, სატვირთო საავტომობილო პარკის ფორმირებისას, რითაც მიიღწევა პარკის მუშაობის მაღალი ეფექტიანობა. ამასთანავე, კუთრი სიმძლავრეების მიხედვით ასს-ს შერჩევისას, მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული ასს-ს ღერძზე მოსული დატვირთვით გზის მზიდიუნარიანობის დადგენილი ნორმები, რომლის მიხედვითაც ასს-ები იყოფიან “ა” და “ბ” ჯგუფებად. “ა” ჯგუფის ასს-ის ღერძზე მოსული დასაშვები დატვირთვა არ აღემატება 10 ტონას, ხოლო “ბ” ჯგუფის - 6 ტონას. ზოგიერთი ქვეყნები თვითონ აწესებენ თავიანთი საგზაო ქსელისათვის ღერძზე მოსული დატვირთვის დასაშვები სიდიდის ნორმას. მაგალითად, გერმანიის გზებზე იგი შეადგებს 8 ტონას. შესაბამისად, იმისათვის, რომ სსხვადასხვა ტვირთმზიდი უნარის მქონე საგზაო ქსელისათვის შენარჩუნებული იქეს ასს-ს კუთრი სიმძლავრის სარეკომენდაციო მნიშვნელობები, საჭიროა ასს-ს შერჩევისას გათვალისწინებული იქნას მისი ღეძების საჭირო რაოდენობა ან შერჩეული იქნას შესაბამისი ფაქტიური საექსპლუატაციო ტვირთმზიდაობის რაციონალური მნიშვნელობა. ასს-ს მოძრაობისას სხვადასხვა საგზაო და სატრანსპორტო პირობებში, მისი მაღალი ეფექტიანობით მუშაობის უზრუნველყოფის მიზნით, დამამზადებელი ქარხნები ითვალისწინებენ მათ ექსპლუატაციას ძრავის სხვადასხვა მაქსიმალური სიმძლავრის მნიშვნელობებით. მაგალითად, “მერსედეს-ბენც აქტროს 1853” მარკის სატვირთო ასს გამოდის ავტომობილის და ორი და სამ ღერძიანი ავტომობილ-გამწის სახით, რომელთა ნომინალური ტვირთმზიდაობა შეადგენს 40 ტ-ს ძრავის



მაქსიმალური სიმძლავრის  $N_{max}$  ექვსი სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის (ცხრ.2.8).

ცხრ.2.7. “მერსედეს-ბენც აქტროს-1853”-ის ტექნიკური მონაცემები.

ორღერძიანი მოდელი	1831	1835	1840	1843	1848	1853	1857
ძრავის სიმძლავრე, კვტ	230	260	290	315	350	390	420
გამწეს სრული წონა, კგ	18 000						
დასაშვები ტვირთმზიდლობა, კგ	40 000						
სამღერძიანი მოდელი	2531	2535	2540	2543	2548	2553	1857
ძრავის სიმძლავრე, კვტ	230	260	290	315	350	390	420
გამწეს სრული წონა, კგ	25 000						
დასაშვები ტვირთმზიდლობა, კგ	40 000						

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, კუთრი სიმძლავრის რაციონალური მნიშვნელობის მიხედვით ასს-ს შერჩევას თუ მისი ძრავის მაქსიმალური სიმძლავრეა  $N_e=230$  კვტ და  $N_e=260$  კვტ, მისი გამოყენება მიზანშეწონილია ვაკე რელიეფის გზებზე; ბორცვიანი რელიეფის გზებზე რაციონალურია  $N_e=315$  კვტ და  $N_e=350$  კვტ სიმძლავრიანი ძრავების მქონე ავტომობილების გამოყენება.  $N_e=390$  კვტ და  $N_e=420$  კვტ სიმძლავრის ძრავები გამოიყენება ავტომატარებლებზე, რომლებიც ასრულებენ მთიანი რელიეფის და ჩქაროსნულ მაგისტრალურ გზებზე შორეულ გადაზიდვებს, სადაც სატვირთო ასს-ს მოძრაობის დასაშვები სიჩქარეები არაა შეზღუდული და აღემატება 80...90 კმ/სთ-ს.

საქართველოს და მისი მსგავსი ცვალებადი რელიეფის ქვეყნების გზებზე “მერსედეს-ბენც აქტროს 1853”-ის ტიპის ასს-ზე რაციონალურია  $N_e=315$  კვტ მაქსიმალური სიმძლავრის მქონე ძრავის გამოყენება.

თუ ასს-ს მუშაობს ღერძზე მოსული დატვირთვით სხვადასხვა მზიდუნარიანობის გზებზე, მაშინ მისი კუთრი სიმძლავრის რაციონალური მნიშვნელობის შენარჩუნების მიზნით სჭირია ასს-ს

ფაქტიური რაციონალური ტვირთშიდაობის განვსაზღვრა  $G_f$  ამ შემთხვევაში ავტომობილის სრული წონა  $G_a$  გამოითვლება ფორმულით:

$$G_a = \frac{N_{emax}}{N_e} , \quad \text{ტ}, \quad (2.62)$$

სადაც,  $N_{emax}$  – ძრავას მაქსიმალური ეფექტური სიმძლავრეა;  $N_e = P_{sr}$  – ავტომობილის კუთრი სიმძლავრის რაციონალური მნიშვნელობები, ტ/კვტ.

თუ ასს-ს სრული წონის მიღებულ მნიშვნელობას  $G_a$  გამოვაკლებთ მის სკუთარ წონას  $G_g$  მივიღებთ ასს-ს ფაქტიური რაციონალური ტვირთშიდაობის  $G_f$  მნიშვნელობას:

$$G_f = G_a - G_g , \quad \text{ტ}, \quad (2.63)$$

მაგალითად, “მაზ-6422” ავტომატარებლის კუთრი სიმძლავრეა  $P_s = 5,64$  კვტ/ტ და მისი ტვირთშიდაობა  $Q_n = 28$  ტ. ჩვენი გამოთვლებით, ამ ავტომატარებლის რაციონალური კუთრი სიმძლავრე შეადგენს  $P_{sr} = 7,5$  კვტ/ტ-ს. მაშინ მისი ფაქტიური რაციონალური ტვირთშიდაობა საქართველოს საგზაო პირობებში იქნება  $G_f = 20$  ტ. მეორეს მხრივ, იმისათვის, რომ შენარჩუნებული იქნას „მაზ-6422“ ავტომატარებლის ნომინალური ტვირთშიდაობა (28 ტ), მასზე უნდა დაყენდეს  $N_e = 315$  კვტ მაქსიმალური სიმძლავრიანი ძრავი. ამრიგად, ჩვენს მიერ შემუშავებული კუთრი სიმძლავრის რაციონალური სიდიდის შერჩევის მეთოდი, საშუალებას იძლევა ასს-ს ძრავის მიხედვით განვსაზღვროთ რაციონალური ტვირთშიდაობა ან ასს-ს დასაშვები მაქსიმალური ტვირთშიდაობის მიხედვით განვსაზღვროთ მისი ძრავის მაქსიმალური სიმძლავრის რაციონალური მნიშვნელობა. ორივე შემთხვევაში მიღებული მონაცემები აამაღლებს ასს-ს და, შესაბამისად, საავტომობილო პარკის მუშაობის ეფექტიანობას.

### 3. კვლევის შედეგების ეკონომიკურ და ეკოლოგიურ ეფექტიანობათა დადგენა

#### 3.1. კვლევის შედეგების ეკონომიკური ეფექტი

კვლევის შედეგების ეკოლოგიური ეფექტიანობა შეიძლება განისაზღვროს კუთრი მწარმოებლურობის  $W_p$  ან გადაზიდვების თვითღირებულების  $C_p$  მიხედვით. ჩვენ შემთხვევაში იგი განსაზღვრულია მეორე მეთოდით, რომელშიც გამოყენებულია პირველი მეთოდით დადგენილი  $W_p$ -ს განმსაზღვრელი პარამეტრების ავტომობილის მოძრაობის საშუალო ტექნიკური სიჩქარის  $V_t$  და საწვავის საგზაო ხარჯის  $Q_s$  სიდიდეები (ნახ. 2.9).

გადაზიდვებზე დანახარჯების ტექნიკურ-ეკონომიკური გაანგარიშებისათვის საჭირო პარამეტრებია:

ავტომობილის ტვირთშიდაობა  $q_r$ , ტ;

სრული წონა  $G_a$ , ტ;

კუთრი სიმძლავრე  $P_s$ , ტ/კმ;

ავტომობილის ფასი  $C_a$ , ლარი;

საწვავის ფასი  $C_k$ , ლარი;

მოძრაობის საშუალო ტექნიკური სიჩქარე  $V_t$ , კმ/სთ;

დატვირთვა-გადმოტვირთვაზე დგომის დრო  $T_o$ , სთ;

ტვირთიანი გზობის მანძილი  $L_e$ , კმ;

კალენდარული დღეების რაოდენობა წელიწადში  $D_c$ , დღე;

განწესის დრო  $t_n$ , სთ;

გარბენის გამოყენების კოეფიციენტი  $\beta$ ;

ტვირთშიდაობის გამოყენების კოეფიციენტი  $V$ ;

ავტომობილის გამოყენების კოეფიციენტი  $\alpha$ ;

სწვავის საგზაო ხარჯი  $Q_s$ , ლიტრი/100კმ;

სწვავის საგზაო ხარჯი ტვირთის გარეშე მოძრაობისას  $Q_x$ , ლიტრი/100კმ;

დანახარჯები ზეთზე და საპოხ მასალებზე  $C_o$ , ლიტრი/100კმ;

ავტომობილის ამორტიზაციის ვადა  $N_a$ , წელი;

ავტომობილის ნარჩენი ღირებულება  $C_l$ , ლარი;

ავტომობილის წლიური გარბენი  $L_y$ , კმ;

საბურავების რაოდენობა  $n_r$ , ცალი;

საბურავის ფასი  $C_r$ , ლარი;

ყოველდღიური ტექნიკური მომსახურების საათური ტარიფი  $C_u$ , ლ/ავტ.სთ ;

განწესში ყოფნის დრო  $T_i$ , საათი;

მძღოლის ხელფასის ნორმას ვიღებთ დახარჯული საწვავის ფასის 30%-ს;

დამატებითი დანახარჯებად 1კმ გარბენზე ვიღებთ საწვავის ხარჯის 25%-ს;

კუთრი სიმძლავრისაგან დამოკიდებულებით ავტომობილის ფასის ცვალებადობის გასათვალისწინებლად ვსარგებლობთ ასს-ების ფასების სტატისტიკური მონაცემებით, რომლის მიხედვითაც ავტომობილის კუთრი სიმძლავრის 1 ტ/კვტ-ით გაზრდით ავტომობილის ფასი იზრდება დაახლოებით 2.5...3%-ით.

“მაზ-6422” ავტომობილისათვის სერიული ძრავით  $N_{emax}=235$ კვტ, საქართველოს პირობებში გადაზიდვებზე დანახარჯების ტექნიკურ-ეკონომიკური გაანგარიშებისათვის საწყისი მონაცემებს აქვთ შემდეგი მნიშვნელობები:

$q_n=28$  ტ;  $P_s=5,84$  ტ/კმ;  $C_a=110000$  ლარი;  $G_a=42$  ტ;  $C_k=2,25$  ლარი;  $V_f=40,5$  კმ/სთ;  $T_o=1$  სთ;  $L_e=100$  კმ;  $D_c=365$  დღე;  $t_n=10$  სთ;  $\beta=0,7$ ;  $\gamma=0,85$ ,  $\alpha=0,7$ ,  $Q_s=52,8$  ლიტრი/100კმ;  $Q_{xx}=37$  ლიტრი/100კმ;  $C_r=800$  ლარი;  $C_l=5000$  ლარი;  $L_y=84315$  კმ;  $n_r=10$  ცალი;  $C_r=800$  ლარი;  $C_u=0,25$  ლარი/ავტ.სთ;  $T_i=10$  საათი.

დანახარჯების გაანგარიშება მიმდინარეობს ქვემოთ ნაჩვენები თანმიმდევრობით:

1. საშუალო საექსპლუატაციო სიჩქარე

$$V_e = \frac{L_e \cdot V_t}{L_e + \beta \cdot V_t \cdot T_0} = 32,5 \text{ , კმ/სთ.} \quad (3.1.)$$

2. წლიური გარბენი

$$K_y^- = D_c \cdot \alpha \cdot V_t \cdot t_n = 83037 \text{ , კმ.} \quad (3.2.)$$

3. წლიური მწარმოებლობა

$$W_y = K_y \cdot g_n \cdot \gamma \cdot \beta = 1383405 \text{ , ტ.კმ.} \quad (3.3.)$$

4. საწვავის საექსპლუატაციო ხარჯი

$$Q_\varepsilon = \beta \cdot Q_\varepsilon + (1 - \beta) \cdot Q_x = 47,4 \text{ , ლ/100კმ.} \quad (3.4.)$$

5. საწვავზე დანახარჯები 1 კმ გარბენზე

$$B_k = \frac{C_k \cdot Q_\varepsilon}{100} = 1,09 \text{ , ლარი/კმ.} \quad (3.5.)$$

6. დანახარჯი ზეთზე 1კმ გარბენზე აიღება საწვავზე დანახარჯების 5...7% [44]:

$$B_o = n_o \cdot B_k = 0,054 \text{ , ლარი/კმ.} \quad (3.6.)$$

7. დანახარჯები ყოველდღიურ ტექნიკურ მომსახურებაზე

$$B_{tb} = \frac{\alpha \cdot D_y \cdot C_u \cdot T_i}{\beta \cdot L_y} \cong 0,011 \text{ , ლარი/კმ.} \quad (3.7.)$$

8. დანახარჯები ამორტიზაციაზე

$$B_a = \frac{0,05 \cdot (C_a - C_l)}{L_y \cdot N_a} = 0,0062 \text{ , ლარი/კმ.} \quad (3.8.)$$

9. დანახარჯები საბურავების განახლებაზე

$$B_r = \frac{C_r \cdot n_r}{L_r} = 0,032 \text{ , ლარი/კმ.} \quad (3.9.)$$

10. დანახარჯები მძღოლის ხელფასზე – ვიდებთ საწვავზე დანახარჯის 30%-ს

$$B_f = 0,3 \cdot B_k = 0,327 \text{ , ლარი/კმ.} \quad (3.10.)$$

12. დამატებითი დანახარჯები

$$B_z = 0,25 \cdot B_k = 0,273 \text{ , ლარი/კმ.} \quad (3.11.)$$

13. საბოლოოდ ტვირთის გადაზიდვის 1 კმ გარბენზე ჯამური დანახარჯები იქნება

$$B_e = B_k + B_o + B_{tb} + B_a + B_r + B_f + B_z = 1,829 \text{ , ლარი/კმ.} \quad (3.12.)$$

14. წელიწადში გადაზიდვაზე დანახარჯი:

$$B_{ey} = K_y^- \cdot B_e = 151875 \text{ , ლარი/წ.} \quad (3.13.)$$

15. გადაზიდვის თვიღირებულება:

$$C_s = \frac{B_{ey}}{W_y} = 0,1125 \text{ , ლარი/ტ.კმ.} \quad (3.14.)$$

16. 1 მილიონი ტკმ გადაზიდვის ღირებულება:

$$C_{sm} = \frac{B_{ey}}{W_y} \cdot 1000000 = 112500 \text{ , ლარი.} \quad (3.15.)$$

„მაზ-6422“ ავტომატარებლის ძრავის რაციონალური კუთრი სიმძლავრის  $P_{sr}=7,5$  შემთხვევაში (როცა  $V_t=51,2$ , კმ/სთ და  $Q_s=49,8$ , ლიტრი/100კმ), ანალოგიური გაანგარიშებებით ვღებულობთ, რომ 1 მილიონი ტკმ გადაზიდვის ღირებულება  $C_R=111044$  ლარს.  $C_{sm}$  და  $C_R$  სიდიდეების მნიშვნელობების შედარება გვიჩვენებს, რომ რაციონალური კუთრი სიმძლავრის შემთხვევაში „მაზ-6422“ ავტომატარებლის მიერ 1 მილიონი ტკმ გადაზიდვის ღირებულება შემცირდა 1450 ლარით.

ავტომატარებლის „მერსედეს-ბენც აქტროს-1853“ რაციონალური კუთრი სიმძლავრისათვის ზემოთ აღწერილი მეთოდით გაანგარიშებამ გვიჩვენა, რომ 1 მილიონი ტკმ გადაზიდვის ღირებულება შემცირდა 1000 ლარით.

### 3.2. კვლევის შედეგების ეკოლოგიური ეფექტი

კუთრი სიმძლავრის ჩვენს მიერ დადგენილი მნიშვნელობები რაციონალურია არა მარტო ასს-ს ეფექტიანობის მაჩვენებელი ეკონომიკური პარამეტრების, არამედ ეკოლოგიური მაჩვენებლების მიხედვითაც, რადგან კუთრი სიმძლავრის მიღებული მნიშვნელობები უზრუნველყოფენ ავტომატარებლების ძრავის მუშაობას საწვავის მინიმალური კუთრი და საგზაო ხარჯების დიაპაზონებში. ჩვენს მიერ ჩატარებული იქნა ძრავის გამონაბოლქვ აირებში ნახშირჟანგის – CO-ს შემცველობის კვლევა გამონაბოლქვ აირებში CO-ს კუთრი შემცველობის გამოსაანგარიშებელ ფორმულით [47]:

$$g_{CO} = \frac{2,78 \cdot Q_o \cdot C_{CO} \cdot \rho_{CO}}{V_a}, \text{ გრ/კმ}, \quad (3.16.)$$

სადაც,  $g_{CO}$  – CO-ს შემცველობაა გამონაბოლქვ აირებში, გრ/კმ;  $Q_o$  – გამონაბოლქვი აირების მოცულობითი რაოდენობაა, მ<sup>3</sup>;  $C_{CO}$  – გამონაბოლქვ აირებში CO-ს კონცენტრაციაა %-ში;  $\rho_{CO}$  – ნახშირჟანგის სიმკვრივეა და ნორმალურ პირობებში უდრის 1,25 კგ/მ<sup>3</sup>;  $V_a$  – ავტომობილის მოძრაობის საშუალო სიჩქარეა მისი კუთრი სიმძლავრის  $P_s$  მოცემულ მნიშვნელობაზე.

ძრავადან გამობოლქვილი აირების მოცულობითი რაოდენობა გაიანგარიშება ფორმულით:

$$Q_o = B \cdot V_h \cdot n_e \cdot \eta_v, \quad \text{მ}^3, \quad (3.17.)$$

სადაც,  $V_h$  – ძრავას ლიტრაჟია, ლ;  $\eta_v$  – ძრავის ცილინდრების შევსების კოეფიციენტი;  $n_e$  – მუხლა ლილვის ბრუნვის სიხშირე, წთ<sup>-1</sup>;  $B$  – ემპირიული კოეფიციენტი და დიზელის ძრავებისათვის = 0,0004.

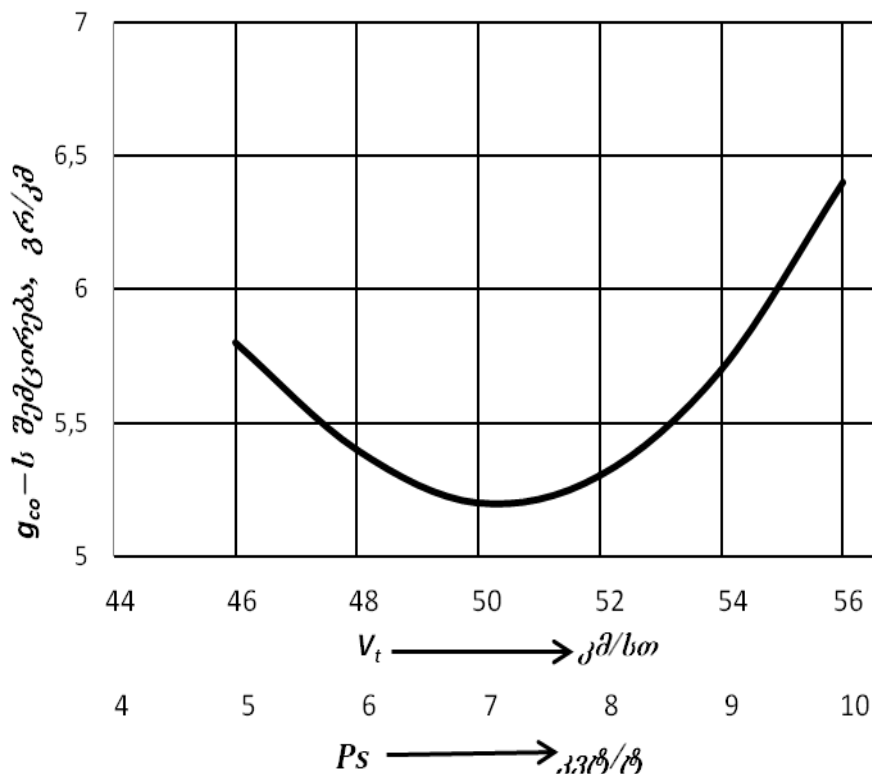
ძრავადან გამონაბოლქვ აირებში CO-ს კონცენტრაცია დამყარებულ რეჟიმებზე მუშაობისას გამოითვლება ფორმულით:

$$C_{CO} = 1 + 12,9 \cdot (1 - \alpha_T) + 48,3(1 - \alpha_T)^2 \quad (3.18.)$$

სადაც,  $\alpha_T$  – საწვავ ნარევეში ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი.

ამ მეთოდით ჩვენს მიერ ჩატარებული გაანგარიშებების მიხედვით აგებული იქნა დიზელის ძრავიანი ავტომატარებლების გამონაბოლქვ აირებში CO-ს მოცულობითი რაოდენობის დამოკიდებულება ავტომობილის კუთრი სიმძლავრის  $P_s$  შესაბამისი საშუალო სიჩქარისაგან  $V_t$ , რომელიც მოცემული არის ნახ. 3.1-ზე.

ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევების შედეგებმა აჩვენა, რომ დიზელის ძრავიანი ავტომატარებლების გამონაბოლქვ აირებში CO-ს მოცულობითი რაოდენობის მინიმუმის ზონა საქართველოს პირობებში მძიმე სატვირთო ავტომობილებისათვის შეესაბამება სიდიდეს –  $N_{კუთ.}=7-7.5$  კვტ/ტ. ეს აიხსნება იმით, რომ კუთრი სიმძლავრის ამ მნიშვნელობებზე ასს მოძრაობს ტრანსმისიის დაბალ გადაცემათა



ნახ.3.1. დიზელის ძრავიანი ავტომატარებლის „მაზ 6422“-ის გამონაბოლქვ აირებში CO-ს მოცულობითი რაოდენობის შემცირების დამოკიდებულება ავტომობილის კუთრი სიმძლავრისა ( $P_s$ ) და შესაბამისი მოძრაობის საშუალო სიჩქარისაგან ( $V_t$ )



რიცხვებზე და განვლილი მანძილის ერთეულზე მოსული ძრავას მუხლა ლილვის ჯამური ბრუნთა რიცხვი მინიმუმია, რის გამოც ძრავა მუშაობს საწვავის მინიმალური კუთრი ხარჯის მახასიათებლების დიაპაზონში და საწვავის საგზაო ხარჯიც მინიმალურია, ამიტომ ძრავადან ატმოსფეროში გამონაბოლქვი ნამწვი აირების და შესაბამისად CO-ს რაოდენობა კუთრი სიმძლავრის რაციონალურ მნიშვნელობებზე მინიმალურია [48].

ნახ. 3.1-ის მიხედვით, ასს-ს რაციონალური კუთრი სიმძლავრის რეალიზაციით

გამონაბოლქვ აირებში CO-ს მოცულობითი რაოდენობა შემცირდება 5...7%-ით, რადგან საწვავის საგზაო ხარჯი მცირდება 3...4%-ით. აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ საავტომობილო სატრანსპორტო პარკისათვის კუთრი სიმძლავრეების რაციონალური მნიშვნელობების შერჩევით შეიძლება მიღწეული იქნას მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური ეფექტიც [49].

## ძირითადი დასკვნები

1. სადისერტაციო ნაშრომის ფარგლებში ჩატარებული გამოკვლევებით დადგენილი იქნა, რომ საქართველოში სატვირთო საავტომობილო სატრანსპორტო სისტემას გააჩნია მნიშვნელოვანი რეზერვი გადაზიდვების ეფექტიანობის ასამაღლებლად, რისი რეალიზებაც მნიშვნელოვანწილადაა დამოკიდებული ასს-ს კუთრი სიმძლავრის მოძრაობის პირობებთან ადაპტირების ხარისხზე. ადაპტირების ხარისხის გაზრდა უზრუნველყოფს მოძრაობის საშუალო სიჩქარის და მწარმოებლურობის ამაღლებას საწვავის და სხვა მატერიალური საშუალებების მინიმალური დანახარჯებით, რაც საბოლოო ჯამში იძლევა საქართველოში სატვირთო საავტომობილო გადაზიდვების ეფექტიანობის 15–20%-ით გაზრდის შესაძლებლობას.

2. სატვირთო ავტოსატრანსპორტო საშუალებების მუშაობის ეფექტიანობის შემფასებელი პარამეტრების შედარებითი ანლიზის შედეგად დასაბუთებულია, რომ საქართველოს საგზაო საექსპლუატაციო პირობებში სატვირთო გადაზიდვებისას ასს-ს მუშაობის ეფექტიანობის ამაღლების ფაქტორია კუთრი სიმძლავრის რაციონალური მნიშვნელობა, რომელიც ასს-ს საექსპლუატაციო თვისებების სრულად რეალიზების პირობებში უზრუნველყოფს ტვირთის გადაზიდვის მაქსიმალურ კუთრ მწარმოებლურობას .

3. დამუშავებულია მთემატიკური მოდელი, რომელიც ასს-ს კუთრი მწარმოებლურობის განმსაზღვრელი პარამეტრების – მოძრაობის საშუალო სიჩქარის და საწვავის საგზაო ხარჯის გაანგარიშების კომპიუტერზე რეალიზებისას, არსებულისაგან განსხვავებით ითვალისწინებს ასს-ს მოძრაობის რეალური პირობების შესაბამისად გზის გრძივი და განივი პროფილის ელემენტების და სატრანსპორტო ნაკადების პარამეტრების ცვალებადობას; ძრავის ნაწილობრივ და ცვალებად სადატვირთო რეჟიმებზე მუშაობას; ასს-ს ტრანზისის საფეხურის გადართვის გარდამავალ პროცესს.

4, დამუშავებულია ასს-ს კუთრი სიმძლავრის რაციონალური მნიშვნელობის განსაზღვრის მეთოდი, რომლის შემფასებელი კრიტერიუმის – კუთრი მწარმოებლურობის საანგარიშო ფორმულაში გათვალისწინებულია კუთრი სიმძლავრისაგან დამოკიდებულებით ასს-ს საკუთარი წონის ცვალებადობის კანონზომიერება.

5. საქართველოს საგზაო პირობებისათვის დადგენილია, რომ  $N_2$  კატეგორიის III და IV კლასის საშუალო ტვირთმზიდაობის ასს-ს კუთრი სიმძლავრის რაციონალური მნიშვნელობა შეადგენს  $P_{sr}=12,5...13,0$  კვტ/ტ-ს, ხოლო  $N_3$  კატეგორიის V, VI და VII კლასის მძიმე ტვირთმზიდაობის ავტომობილების და ავტომატარებლებისათვის –  $P_{sr}=7,5...8,0$  კვტ/ტ-ს;

6. კვლევის შედეგების რეალიზება საშუალოდ 20%-ით აამაღლებს საქართველოში სატვირთო ავტომობილების კუთრი მწარმოებლურობას (კერძოდ „მაზ-6422“ მარკის ავტომატარებლის მიერ შესრულებული 1 მლნ.ტ.კმ სამუშაოს ღირებულება მცირდება დაახლოებით 1450 ლარით,

ხოლო „მერსედეს-ბენც აქტროს-1853“ მარკის ავტომატარებლისათვის დაახლოებით – 1000 ლარით) და უზრუნველყოფს საწვავის საგზაო ხარჯის შემცირებას 3..4%-ით და, შესაბამისად, გამონაბოლქვ აირებში CO-ს მოცულობითი რაოდენობის შემცველობის 5..7%-ით შემცირებას.

## ბამოყენებული ლიტერატურა

1. სატრანსპორტო ტემინების განმარტებითი ლექსიკონი (ენციკლოპედიურ-ტერმინოლოგიური ცნობარი) პროფესორ მერაბ ადგიშვილისა და საქართველოს ბიზნესის აკადემიის აკადემიკოსის რევაზ ბერულავას რედაქციით. გამომცემლობა „იბერთ პრესი“, თბილისი, 2000, –176გვ.
2. Prof. R. Forst- Luerken. Umdruck 531- E. Kombinierten Verker/Intermodaler Transport. Fachbereich Transport und Verkehrswesen Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbuettel, 01.09.2000, s241.
3. Говорушенко Н.Я. Основы теории эксплуатаций автомобилей. Киев, Вища школа, 1971, 232с.
4. Литвинов А.С., Фаробин Я.Е. Автомобиль. Теория Эксплуатационных свойст. М.: Машиностроение, 1989, 237с.
5. Рун Элвик, Аннэ Боргер Мюсен, Трюле Во. Справочник по безопасности дорожного движения. Перевод с норвежского под редакцией проф. В.В. Сильянова. М. МАДИ, 2001 -754с.
6. საქართველოს სტატისტიკური წელიწადეული; 2011. თბილისი, საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური, 2011. –189გვ.
7. Transportation and traffic engineering handbook. Prenice-haal, Inc. Enlewoord Clifts. New Jersey. 1976. By the Institute of traffic engeneers. p23-28.
8. Л.Л. Афанасьев, С.М. Цукенберг. Автомобильные перевозки Изд-во “Транспорт” 1973, стр. 320.
9. ვ.ქართველიშვილი, დ.ძოწენიძე, ნ.ნავაძე. “საავტომობილო გადაზიდვები”, სტუ, 2006 წ. 384 გვ.
10. გ.თედორაძე, რ.თედორაძე საქართველოში საავტომობილო ტრანსპორტის მოძრაობისა და ეკოლოგიური უსფრთხოების გაუმჯობესების გზები. სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „ტრანსპორტი“ №3-4 (23-24), თბილისი 2006, გვ 29-31.
11. ჯ.იოსებიძე, გ.აბრამიშვილი დას ხვ. ავტომობილების ექსპლუატაცია და ეკოლოგია. სახელმძღვანელო სტუ-ს გრიფით.,” სტუ”, თბილისი, 2009 184 გვ.
12. ვ.ფ.კუტენიოვი. ძრავების საწვავის ეკონომიურობის მაჩვენებლების ტოკსიკურობის გაუმჯობესების პროგრესიული მიმართულებები. რუსულ ენაზე. ჟურნალი „საავტომობილო მრეწველობა“, მოსკოვი, №2. გვ 2-3. 1982წ.

13. Жигалин О.И. Лупачев П.Д. Снижение токсичности автомобильных двигателей. М. “Транспорт” 1985 -120с.
14. აჩხეიძე, ჯ.ოსებოძე, ვ.ბოგველიშვილი, გ.აბრამიშვილი, გ.ხუციშვილი. საავტომობილო ძრავების ნამუშევარი ზეთების ეკოლოგიურად უსაფრთხო უტილიზირება. სამეცნიერო – ტექნიკური ჟურნალი „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“ №4(16), თბილისი,2009, გვ.21-25.
15. Гуджаян О.П. Троицкая Н.А. Перевозка специфических грузов автомобильным транспортом. Учебник для ВУЗ-ов М. “Транспорт”, 2001 160с.
16. Топалиди В.А., Сидикназаров К.М., Садыков И.С. и др. Международные автомобильные грузовые перевозки. Уч. пособие под редакций В.А. Топалиди. 2-е изд. Ташкент, 2005. Том 1 - 252 с. Том 2 - 260 с.
17. გ.წიფურია. საერთაშორისო საავტომობილო გადაზიდვები. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი, 2012. 317გვ.
18. The European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR) was done at Geneva 30 September 1957 [www.unece.org](http://www.unece.org)
19. Высоцкий М.С. Гришкевич А.И. Выгонный А.Г. Гилелес Л.Х. и др. Специализированный подвижной состав. Минск “Вышеишая школа” 1989. стр.7-27.
20. Mercedes-Benz Nutzfahrzeuge. Mercedes-Benz AG, Stuttgart VL/MK 6360.0300.00-00/0896 Pined in Federal Republic of Germany. 2003, 61s.
21. Гришкевич А.И. Ломако Д.М. и др. Автомобили, конструкция, конструирование и расчет. “Вышеишая школа” 1987. с200.
22. Высоцкий М.С. Выгонный А.Г. Гилелес Л.Х. Автомобили Основы проектирования. Минск, Выща школа, 1987, 152с.
23. UNECE - United Nations Economic Comission of Europe. [www.unece.org](http://www.unece.org)
24. 3600 Nutzfahrzeuge aus aller Welt. Katalog '97, Deutz Motor GmbH. Koeln. s378
25. Фаробин Я.Е. Шупляков В.С. Оценка эксплуатационных свойств автопоездов для международных перевозок. М. “Транспорт”, 1983, 200с.
26. Краткий автомобильный справочник НИИАТ. М. “Транспорт”, 1983 стр.5-15.
27. Европейское соглашение, касающееся работы экипажей транспортных средств, производящих международные автомобильные перевозки (ЕСТР). заключено в Женеве 1 июня 1970. Минск, бамап, 1993, 154 с.

28. დვალი რ.რ. ავტომობილების თეორია. გნათლება, 1970, 230გვ.
29. Фаробин Я.Е. Теория эксплуатационных свойств Автомобиля. М. Машиностроение, 1989, 258с.
30. Фаробин Я.Е. Теория поворотов транспортных машин. М. Машиностроение, 1970, 176с.
31. Сильянов В.В. Ситников Ю.М. Сапегин Л.Н. Расчеты скоростей движения на автомобильных дорогах. М. МАДИ, 1978, 115с.
32. Der Transport-Information-Service (TIS) des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft. [www.tis-gdv.de](http://www.tis-gdv.de)
33. ISO 2631-71 „ვიბრაცია გადაადგილებული ადამიანის სხეულზე სახლმძღვანელო ადამიანზე ზემოქმედების შესაბამისად“.
34. ტექნიკური რეგლამენტი საქართველოში ავტოსატრანსპორტო საშუალებების გზაზე მოძრაობის ტესტირების შესახებ. საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტროს საავტომობილო ტრანსპორტის ადმინისტრაცია. თბილისი, 2007, 27გვ.
35. დ.დ.ძოწენიძე საქართველოს სამგზავრო საავტომობილო გადაზიდვების სისტემის სრულყოფის მეთოდების დამუშავება. დისერტაცია მეცნიერებათა დოქტორის ხარისხის მოსაპოვებლად. თბილისი, 2002, -35გვ.
36. საინფორმაციო-სტატისტიკური ბიულეტენი – თბილისი: საქართველოს შინაგან საქმეთა სამინისტრო, 2011. -58გვ.
37. გ.თედორაძე ჯ.იოსებიძე. რ.თედორაძე. საქართველოში საავტომობილო ტრანსპორტით გადაზიდვების ძირითადი მაჩვენებლები და თავისებურებები. საქართველოს საავტომობილო-საგზაო ინსტიტუტი. „საავტომობილო ტრანსპორტისა და ავტოსაგზაო ინფრასტრუქტურის განვითარების პრობლემები“. საერთაშორისო ს/ტ კონფერენციის შრომების კრებული, №4, თბილისი, 2009, გვ. 202-209.
38. გ.თედორაძე, რ.თედორაძე, ლ.ზურაბიშვილი საქართველოს საავტომობილო ტრანსპორტის მართვის სისტემის განვითარება. ს/სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“, №4(16), თბილისი, 2009, გვ. 43-48.
39. Токарев А.А. Топливная экономичность и тягово-скоростные качества автомобиля. М. Машиностроение, 1982, 222с.
40. Ерохов В.И. Иванов В.Н. Экономия топлива на автомобильном транспорте. М. “Транспорт”, 1984 стр.28-50.
41. Чудаков Е.А. Теория автомобиля. М. Машгиз, 1950. -343с.

42. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М. Физматгиз, 1962. 564с.
43. Панов Д.И. Цифровые методы решения дифференциальных уравнений. Том II. изд. „Наука“ М. 1975.-206с.
44. РТМ 37.031.007-78. Методы комплексного исследования и оптимизации тягово-скоростных качеств и топливной экономичности автомобиля. Дмитров ЦНИИАП, 1978. -178с.
45. ვ.ბოგველიშვილი, ჯ.იოსებიძე, თ.აფაქიძე, ე.დარჩიაშვილი. რეკომენდაციების დამუშავება საქართველოში საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევების შემცირებისათვის. ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა №1(23), თბილისი, 2012, გვ 49-55.
46. გ.არჩვაძე. დადმართზე ავტომობილების მოძრაობის რეჟიმების ოპტიმიზაცია. დისერტაცია მეცნიერებათა კანდიდატის ხარისხის მოსაპოვებლად. თბილისი, 1986, 205გვ.
47. Волков Е.В. Проектный расчет параметров и тягово-экономических характеристик автомобиля. Новосибирск. СИБАДИ, “Транспорт”, 1987, 115с.
48. გ.თედორაძე, ჯ.იოსებიძე, თ.აფაქიძე. ავტომობილის ეკოლოგიურობაზე კუთრი სიმძლავრის და აირდიზელის გავლენის გამოკვლევა. საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის - „გარემოს დაცვა და მდგრადი განვითარება“ შრომების კრებული. თბილისი, 2010, გვ. 165-168.
49. გ. თედორაძე. საქართველოში საავტომობილო სატვირთო გადაზიდვების ეფექტიანობის ამაღლება მახასიათებელი პარამეტრების მათემატიკური მოდელირებით. სტუდენტთა სტუ-ს 90 წლისთავისადმი მიძღვნილი საიუბილეო მე-80 საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის მოხსენებათა თეზისები. თბილისი, სტუ, 2012, (გადაცემულია გამოსაქვეყნებლად).

ავტომობილების მოძრაობის მოდელირების პროგრამა  
 “AUTOGR”

```

REAL NNØ (5ØØ),NC (5ØØ),MM(3,8),NOB(3,8),NE1(5ØØ),NAC(3)
REAL KAK (3),NNE(7),NNC(7),MM1(5ØØ),NE(5ØØ),NNAC(3),KKAK(3)
REAL IGE(3,1ØØ),NEE(3,1ØØ),NCA,MMO,NN,NEMAX,MM
DIMENSION BB1B(2Ø),35(5ØØ)
DIMENSION AV(5ØØ),AN(5ØØ)
DIMENSION V(1ØØ),S(1ØØ), SS(1ØØ), SII(1ØØ),AN1(2Ø)
DIMENSION V1(2Ø),DE(2Ø), AAN(5ØØ)
DIMENSION G(8),G1(8),P(8),P1(8),V1(5ØØ)
DIMENSION QS(5ØØ),GE (5ØØ)
COMMON/SUB/NM(2ØØ),AA(2Ø)IKK(2ØØ),IND(2Ø),KN,KP
COMMON/SEL/A(3,3)B(3),X(3)
TYPE *,”SeiyvaneT i.d. gzaze moZraobisas”
CALL ASFILE(1)
READ(1,4Ø4)MR
READ(1,4Ø4)NR
READ(1,4Ø7)(SII(I),I=1,MR)
READ(1,4Ø7)(SS(I),I=1,MR)
READ(1,4Ø7)(S(I),I=1,NR)
READ(1,4Ø7)(V(J),J=1,NR)
READ(1,4Ø7)VØ
FORMAT(1Ø18)
FORMAT(1ØF8,Ø)
CALL CLOSE(1)
TYPE *,”SeiyvaneT i.d. AVTOMOBILIS”
CALL ASFILE(1)
READ(1,4Ø7)GA,AKW,F,RK,B1Ø,BR
READ(1,4Ø7) ANMAX,NEMAX,GEXX,GEMAX,ANKP
READ(1,4Ø7)A(7),A(8)
READ(1,4Ø4)KP,K1N,K2N,KNK
READ(1,4Ø7)(BB1B(I),I=1,KP)
READ(1,4Ø7)(DE(I),I=1,KP)
READ(1,4Ø4)(IND(I),I=1,KP-1)
READ(1,4Ø7)(AA(I),I=1,KP-1)
READ(1,4Ø7)(AN1(I),I=1,KP)
READ(1,4Ø4)KNM
READ(1,4Ø7)(NM(I),I=1,KNM)
READ(1,4Ø4)(IKK(I),I=1,KNM)
DO 45Ø I=1, 8
READ(1,4Ø7)(NOB(J,I),J=1, 3)
DO 451 I=1, 8
READ(1,4Ø7)(MM(J,I),J=1, 3)
READ(1,4Ø7)(G(I),I=1, 8)
READ(1,4Ø7)(G1(I),I=1, 8)
READ(1,4Ø7)(P(I),I=1, 8)
READ(1,4Ø7)(P1(I),I=1, 8)
READ(1,4Ø4)KNX
    
```



```

READ(1,404)KN
DO 460 I=1,KNX
READ(1,407)(IGE(J,I),J=1, 3)
CONTINUE
DO 461 I=1, KNX
READ(1,407)(NEE(J,I),I=1, 3)
CONTINUE
CALL CLOSE(1)
H=0.5
H1=0.25
S1=0.
S2=0.
S3=0.
SS1=0.
EPS=0.1
I=0
J1=1
K7=1

```

```

J=1
F0=0.012
A33=2.5
TR=0.85
TR1=0.92
I1=1
VV=V0
AV(I1)=V0
M=1
N=1
NC(I1)=(F0*(1.+(0.0216*VV)**2)*GA*VV)/(1000.*TR)+(AKW*F*VV**3
'(1000.*TR)+(GA*SII(M)*VV)/(1000.*TR)
NCA=NC(I1)
CALL SUBAL (VV,NCA,IK)
PRINT 201,VV,NCA,IK
FORMAT(GX,'VV=',F5.2,3X,'NC=',F6.0,3X,'IK=',I2)
BIK=BB1B(IK)
NN0(I1)=VV*BIK*BR*B10/(6.28*RK)
AN(1)=NN0(I1)
MMO=159.255*NC(I1)/NN0(I1)
PRINT 209,NC(I1),IK,NN0(I1),MMO
FORMAT(14X,'NC——IK——NN0——MMO',/,6X,F8.0,I8,F12.3,F6.0/)
DO 56 II=1,8
IF(((GII).LE.NN0(I1)).AND.(NN0(I1).LE.G1(I1))).AND.((P(I1).
LE.MMO).AND.(MMO.LE.P1(I1))))GO TO 997
CONTINUE
PRINT *, ' MONACEMtA Secdoma P,P1,G,G1'

```

```
KALPA=II
K=KALPA+1
```

```
IF(K.GE.8)K=8
PRINT 728,IK,K
FORMAT(9X,'IK=',I34X,'K=',I1)
DO 5 II=1,3
NAC(II)=MM(II,K)
KAK(II)=NOB(II,K)
CONTINUE
DO 6 IJ=1,3
A(IJ,1)=1
A(IJ,2)=KAK(IJ)
A(IJ,3)=KAK(IJ)**2
DO 53 K8=1,3
B(K8)=NAC(K8)
CALL SELIM(3)
A4=(BIK**2*B1Ø**2*BR**2*TR*9,81)/(6.28*RK**2*GA*DE(IK))
A5=(A7*BIK*B1Ø*9.81*BR)/(GA*DE(IK)*6.28*RK)
A6=(6.32*9.81*RK*AB)/(GA*DE(IK)*BIK*B1Ø*BR)
AA1=A4*B(1)-A5
AA2=A4*B(2)
AA3=A4*B(3)-A6
AA4=A9
I=I+1
AN(I+1)=AN(I)+H*(AA1+AA2*AN(I)+AA3* AN(I)**2-AA4*SII(M))
IF(AN(I+1).GE.ANMAX)AN(I+1)=ANMAX
MM1(I+1)=B(1)+B(2)*AN(I+1)+B(3)*AN(I+1)**2
NE(I+1)=MM1(I+1)*AN(I+1)/159.255
AV(I+1)=(6.28*AN(I+1)*RK)/(B1Ø*BIK*BR)
INN=I
FORMAT(6X,'AN=',F6.2,3X,'MM=',F6.Ø,3X,'NE=',F5.Ø,3X,'V=',F6.3)
PRINT 2Ø3,AN(I+1),MM1(I+1),NE(I+1),AV(I+1)
IF((AN(I+1)-AN(I)).LT.Ø.AND.AN(I+1).LT.35.) GO TO 231
CONTINUE
S5(J)=((AV(I)+AV(I+1))/2.)*H
SS1=S5(J)+SS1
J=J+1
```

```
PRINT 2Ø4,SS1,I
FORMAT(15X,'S=',F8.3,5X,'I=',15)
IF(SS1-SS(M))37,37,38
IF(SS1-S(N))3,4,4
N=N+1
PRINT 211,N
FORMAT(9X,'N=',12)
S(N)=S(N)+S(N-1)
IF(N-NR)67,67,68
```

```

IF(AV(I+1)-V(N))12,12,78
IF(ABS(AV(I+1)-V(N))-EPS)43,43,13
I=I+1
AV(I+1)=V(N)
NE(I+1)=(F0*(1.+(0.0216*AV(I+1))**2)*GA*AV(I+1))/
(1000.*TR)+(AKW*F*AV(I+1)**3)/(1000.*TR)+(GA*SII(M)*
AV(I+1))/(1000.*TR)
IF(NE(I+1).GT.NEMAX) NE(I+1)=NEMAX
IF(NE(I+1).GE.0.) GO TO 999
NCA=ABS(NE(I+1)*TR*TR1)
IF(NCA.GT.NEMAX) NCA=NEMAX
VV=V(N)
CALL SUBAL (VV,NCA,IK)
PRINT 299,VV,NCA,IK
FORMAT(6X,'VV=',F5.2,3X,'NC=',F5.0,3X,'IK=',12)
BIK=BB1B(IK)
AN(I+1)=AV(I+1)*BIK*B10*BR/(6.28*RK)
IF(AN(I+1).GE.ANMAX)AN(I+1)=ANMAX
S5(J)=AV(I+1)*H
SS1=S5(J)+SS1
PRINT 204,SS1,I
J=J+1
GO TO 131
I11=I
IF(AN(I+1)-AN1(IK))67,26,26
A5=(A7*BIK*B10*9.81*BR)/(GA*DE(IK)*6.28*RK)
A6=(6.32*9.81*RK)/(GA*DE(IK)*BK*B10*BR)
C1=(A5+A9*SII(M))
C2=A6
PRINT 513,C1,C2
FORMAT(15X,'KOEICIENTEBI C1,C2',4X,12F11.4)
I2=I+1
I4=I2+3
DO 73 I12=I2,I4
I=I12
J=J+1
AN(I)=AN(I-1)-H1*(C1+C2*AN(I-1)**2)
AV(I)=(6.28*AN(I)*RK)/(B10*BIK*BR)
AAN(I)=AN(I)*60.
S5(J)=((AV(I)+AV(I-1))/2.)*H1
SS1=S5(J)+SS1
PRINT 418,I,AN(I),I,AV(I),SS1
FORMAT(6X,'AN(',13,')=' ,F5.2,3X,'AV(',13,')=' ,
*F5.23X,'SS1=' ,F8.3)
CONTINUE
IR=I4-I11
IF(IR.GE.8) GO TO 205
IK=IK+1
IF(IK.GE.KP) IK=KP
BIK=BB1B(IK)
AN(I)=0.925*BB1B(IK)*AN(I)/BB1B(IK-1)

```

```

PRINT *'GADARtVA ZEDA GVERDZE.'
GO TO 26
I=I11
DO 83 L=1,8
I=I+1
NC(L)=(FØ*(1.+(Ø.Ø216*AV(I))**2)*GA*AV(I))/

1 (1ØØØ.*TR)+(AKW*F*AV(I)**3)/(1ØØØ.*TR)+(GA*SII(M)*AV(I))/
2 (1ØØØ.*TR)
PRINT 438,L,NC(L)
FORMAT (18X,'NC('I1,')=',F8.3)
CONTINUE
NN=ABS(NC(1))
IF(NN.GT.NEMAX) NN=NEMAX
NNE(1)=NN
NE(I11+1)=NN
I=I11+1
DO 85 L=2,8
I=I+1
PRINT 481,L,NN
NNC(L)=ABS(NC(L)-NC(L-1))
NNE(L)=ABS(NN-NNC(L))
NN=NNE(L)
NE(I)=NN
FORMAT (15X,'NNE('I1,')=',F5.Ø)
CONTINUE
MMO=159.255*Ø.85*NN/AN(I)
NNØ(I1)=AN(I)
PRINT 2ØØ,MMO,IK
FORMAT(1ØX,'MMO=',F6.Ø,3X,'IK=',12)
I=I-1
GO TO 55
IK=IK-1
IF(IK.BQ.1)K=K+4
IF(IK.BQ.2)K=K+3
IF(IK.GT.2)K=K+2
PRINT 217
FORMAT (11X,'GADARtVA QVEDA GVERDZE.')
AN(I+1)=Ø.925*BB1B(IK)*AN(I+1)/BB1B(IK+1)
IF(AN(I+1).GE.ANMAX)AN(I+1)=ANMAX
BIK=BB1B(IK)
GO TO 11Ø
M=M+1
PRINT 2Ø7,M
FORMAT (9X,'M=',12)
SS(M)=SS(M)+SS(M-1)
IF(M-MR)812,812,68
I1=I1+1

```

```

GO TO 110
K=K+1
IF(K.GT.8)GO TO 918
GO TO 110
K=8
GO TO 901
I=I+1
AV(I+1)=SQRT(AV(I)**2-2.*A33*AV(I)*H+A33**2*H**2)
IF(AV(I+1).LE.V(N))AV(I+1)=V(N)
AN(I+1)=AV(I+1)*BIK*B10*BR/(6.28*RK)
IF(AN(I+1).GE.ANMAX)AN(I+1)=ANMAX
NE(I+1)=(F0*(1.+(0.0216*AV(I+1))**2)*GA*AV(I+1))/(1000.*TR)
+(AKW*F*AV(I+1)**3)/(1000.*TR)+(GA*SII(M)*AV(I+1))/(1000.*TR)
IF(NE(I+1).GT.NEMAX) NE(I+1)=NEMAX
S5(J)=((AV(I+1)+AV(I))/2.)*H
SS1=S5(J)+SS1
PRINT 206,AV(I+1),AN(I+1),NE(I+1)
FORMAT (10X,'V=',5.2,3X,'AN=',F7.3,3X,'NE=',F5.0)
PRINT 204,SS1,I
J=J+1
GO TO 131
QSS=0.
KKI=I
DO 881 I5=1,KKI
K1K=K1N
K2K=K2N

```

```

DO 811 JJ2=1,KNX
AAN(I5)=AN(I5)*60
IF(AAN(I5).GE.KIK.AND.AAN(I5).LT.K2K)GO TO 871
K1K=K2K
K2K=K2K+KNK
DO 851 KKJ=1,3
NNAC(KKJ)=IGE(KKJ,JJ2)
KKAK(KKJ)=NEE(KKJ,JJ2)
CONTINUE
DO 854 II=1,3
A(II,1)=1.
A(II,2)=KKAK(II)
A(II,3)=KKAK(II)**2
B(II)=NNAC(II)
CALL SELIM(3)
IF(IK.BO.I)K=K+4
IF(IK.BQ.2)K=K+3
IF(IK.GT.2)K=K+2
PRINT 217

```

```

FORMAT (11X,'GADARtVA QVEDA SAFEXURZE')
AN(I+1)=0.925*BB1B(IK)*AN(I+1)/BB1B(IK+1)
IF (AN(I+1).GE.ANMAX)AN(I+1)=ANMAX
BIK=BB1B(IK)
GO TO 110
M=M+1
PRINT 207,M
FORMAT(9X,'M=',I2)
SS(M)=SS(M)+SS(M-1)
IF(M-MR)812,812,68
I1=I1+1
GO TO 118
K=K+1
IF(K.GT.8)GO TO 918
GO TO 110
K=8
GO TO 901
I=I+1
AV(I+1)=SQRT(AV(I)**2-2.*A33*AV(I)*H+A33**2*H**2)
IF(AV(I+1).LE.V(N))AV(I+1)=V(N)
AN(I+1)=AV(I+1)*BIK*BI0*BR/(6.28*RK)
IF(AN(I+1).GE.ANMAX)AN(I+1)=ANMAX
NE(I+1)=(F0*(1.+(0.0216*AV(I+1))**2)*GA*AV(I+1))/1000.*TR
+(AKW*F*AV(I+1)**3)/1000.*TR+(GA*SII(M)*AV(I+1))/1000.*TR
IF(NE(I+1).GT.NEMAX)NE(I+1)=NEMAX
S5(J)=((AV(I+1)+AV(I))/2.)*H
SS1=S5(J)+SS1
PRINT 206,AV(I+1),AN(I+1),NE(I+1)
FORMAT(10X,'V=',F5.2,3X,'AN=',F7.3,3X,'NE=',F5.0)
PRINT 204,SS1,I
J=J+1
GO TO 131
QSS=0.
KKI=I
DO 881 I5=1,KKI
K1K=K1N
K2K=K2N

```

```

DO 811 JJ2=1,KNX
AAN(I5)=AN(I5)*60
IF(AAN(I5).GE.K1K.AND.AAN(I5).LT.K2K) GO TO 871
K1K=K2K
K2K=K2K+KNK
DO 851 KKJ=1,3
NNAC(KKJ)=IGE(KKJ,JJ2)
KKAK(KKJ)=NEE(KKJ,JJ2)
CONTINUE
DO 854 II=1,3

```

```

A(II,1)=1.
A(II,2)=KKAK(II)
A(II,3)=KKAK(II)**2
B(II)=NNAC(II)
CALL SELIM(3)
DO 41Ø J=K,N
TEMP=A(K,J)
A(K,J)=A(L,J)
A(L,J)=TEMP
TEMP=B(K)
B(K)=B(L)
B(L)=TEMP
IF(A(K,K))5Ø1,5Ø5,5Ø1
DO 3ØØ I=1,N
AM=A(I,K)/A(K,K)
A(I,K)= Ø
DO 3Ø1 J=1,N
A(I,J)=A(I,J)-AM*A(K,J)
B(I)=B(I)-AM*B(K)
IF(A(N,N))3Ø2,5Ø5,3Ø2
X(N)=B(N)/A(N,N)
I=N-1
IP1=I+1
SUM=Ø
DO 7ØØ J=IP1,N
SUM=SUM+A(I,J)*X(J)
X(I)=(B(I)-SUM)/A(I,I)
I=I-1
IF(I)8ØØ,8ØØ,71Ø
DO 321 II=1,N
B(II)=X(II)
RETURN
PRINT 8
FORMAT('MirEBULI MATRICA')
STOP
END

```