

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
საინჟინრო-ტექნიკური ფაკულტეტი

ხელნაწერის უფლებით

კონსტანტინე ბოლქვაძე

**საქართველოს შავიზღვისპირა აკვატორიაში მცირე სიმძლავრის
პორტების შექმნის პერსპექტივების დასაბუთება და მათი
ტექნიკურ-ეკონომიკური პარამეტრების გამოკვლევა**

ტრანსპორტის ინჟინერიის დოქტორის (0716.1.1) აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად წარმოდგენილი

დისერტაცია

სამეცნიერო ხელმძღვანელი:
ბათუმის სახელმწიფო საზღვაო აკადემიის
პროფესორი ირაკლი შარაბიძე

ქუთაისი 2021

სარჩევი	გვ.
შესავალი	4
თავი 1. საზღვაო პორტების ჩამოყალიბების ისტორია დანიშნულება და კლასიფიკაცია	14
1.1. საზღვაო პორტების ჩამოყალიბების ისტორიული წინამძღვრები	14
1.2. საზღვაო პორტების კლასიფიკაცია და ძირითადი ფუნქციები	23
1.3. მცირე პორტების როლი რეგიონში მცირე და საშუალო ბიზნესის განვითარების თვალსაზრისით	30
თავი 2. საპორტო ინფრასტრუქტურის პარამეტრების გათვლის ანალიტიკური მეთოდები	40
2.1. პროექტირების მეთოდების განვითარების ეტაპები და ამოცანები	40
2.2. საპორტო მშენებლობის გაანგარიშების ნორმატიული მეთოდის ანალიზი.....	45
2.3. ტექნოლოგიურ პროექტირებაში გამოყენებული მასობრივი მომსახურების სისტემის მახასიათებლები	52
2.4. ტექნოლოგიური პროექტირების ნორმატიული მეთოდის გამოყენების პრობლემები	55
2.5. საპორტო ტერმინალების გაანგარიშების ალტერნატიული მეთოდები	57
თავი 3. მცირე პორტების ნავმისადგომების საექსპლუატაციო-ტექნიკური მდგომარეობის კვლევა	70
3.1. ნავმისადგომის ნაგებობებზე მოქმედი გარე ფაქტორების ზემოქმედების მახასიათებლები	70
3.2. მცირე საპორტო ნაგებობების ტექნიკური ექსპლუატაცია	77
3.3. გარემო პირობების გავლენა მცირე ნავმისადგომების ნაგებობების ტექნიკურ მდგომარეობაზე	80
3.4. მცირე პორტების ნაგებობების სადატვირთო დეფორმაციულ მდგომარეობაზე გრუნტის გარემოს გავლენის კვლევის ანალიზი	82
3.5. ნავმისადგომის ჰიდროტექნიკური ნაგებობების დაძაბული და დეფორმაციული მდგომარეობის რიცხვითი მეთოდებით გამოკვლევა რთულ საინჟინრო ტექნოლოგიურ პირობებში.....	92
3.6. ნავმისადგომის ნაგებობების საექსპლუატაციო პარამეტრებზე ტექნიკური მახასიათებლების გავლენის გამოკვლევა	98
თავი 4. მცირე საზღვაო საპორტო ინფრასტრუქტურული ობიექტების გამოკვლევა	103

4.1. მცირე საზღვაო საპორტო სასაწყობო სისტემის ფუნქციონალური დანიშნულება	104
4.2. პორტის სასაწყობო სივრცეში ტვირთების ერთობლივი შენახვის საშუალო და მაქსიმალური მოცულობის შეფასება	110
4.3. საზღვაო საპორტო საწყობის ზომების შეფასება სტატისტიკური კვლევის მეთოდით	115
4.4. მცირე პორტების ნავმისადგომების სასაწყობო ფართის განსაზღვრის მეთოდიკა და ძირითადი ტექნიკური პარამეტრების განსაზღვრა	122
5. ძირითადი დასკვნები	133
6. გამოყენებული ლიტერატურა	135

შესავალი

საყოველთაოდ ცნობილია, რომ საქართველოს შავი ზღვის სახით გააჩნია უდიდესი რესურსული პოტენციალი, თუმცა ამ რესურსის გამოყენების ხარისხი ვერავითარ კრიტიკას ვერ უძლებს. საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო, რომლის სიგრძე 310 კმ-ია, იძლევა მცირე პორტების ქსელის განვითარების საუკეთესო საშუალებას, რაც სხვა სიკეთეებთან ერთად ხელს შეუწყობს როგორც ქვეყნის შიგნით, ასევე ზღვაზე მცირე და საშუალო ბიზნესის ინტენსიურ განვითარებას, ქვეყნის მაკროეკონომიკური მაჩვენებლების (მშპ ერთ სულ მოსახლეზე, დასაქმების და უმუშევრობის ინდექსები) გაუმჯობესებას და შესაბამისად ქვეყნის ეკონომიკის განვითარებას.

საქართველო არის ძირითადი სახმელეთო-საზღვაო სატრანზიტო კვანძი მთელს სამხრეთ კავკასიაში, ამიტომაც სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის გაუმჯობესება აუცილებელი ფაქტორია ქვეყნის ეკონომიკური და სოციალური განვითარებისათვის. პორტები და ნავსადგურები განეკუთვნებიან რა სასაზღვრო კონტროლის, გადატვირთვის, ადმინისტრაციული მომსახურების და სავაჭრო პროცედურების განხორციელების ადგილს, აგრეთვე მიწისზედა და საზღვაო სატრანსპორტო მარშრუტების დამაკავშირებელ კვანძებს, წარმოადგენენ სატრანსპორტო - ლოჯისტიკური ჯაჭვის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს რგოლს.

TRACECA-ს სატრანსპორტო დერეფანში მათ განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭებათ, რამდენადაც ეს სატრანსპორტო დერეფანი გადაკვეთს შავ და კასპის ზღვებს, ხოლო მისი ეფექტური ფუნქციონირება საერთაშორისო სატრანსპორტო დერეფნის რანგში მრავალმხრივადაა დამოკიდებული ნავსადგურების და საზღვაო გადაზიდვების სექტორის წარმატებულ მუშაობაზე.

ნაოსნობა შავ ზღვაზე სათავეს ანტიკურ ხანაში იღებს, ამრიგად, შავი ზღვის რეგიონის ქვეყნებს და ხალხებს აქვთ უძველესი საზღვაო ტრადიციები და ისტორია, მათ შორის საერთაშორისო მიმოსვლების კუთხით. ეს ისტორიული გარემოებები კვლავ ასრულებს მნიშვნელოვან როლს ჩვენს ქვეყანაში საზღვაო საქმის განვითარების მიზნით წამოჭრილი გამოწვევების გონივრული გააზრების პროცესებში.

მიუხედავად მნიშვნელოვანი ინვესტიციებისა, საპორტო ოპერაციები და საზღვაო სატრანსპორტო საშუალებები უმეტეს შემთხვევაში კვლავ არასტანდარტული არიან, რაც აფერხებს საზღვაო გადაზიდვების სექტორის განვითარებას. გადახედვას მოითხოვს საზღვაო საქმის მარეგულირებელი ნაციონალური პოლიტიკა ეკონომიკური გლობალიზაციის და მიწოდებთა ჯაჭვის კონცეფციის პოპულიარობის განუწყვეტელი ზრდის გათვალისწინებით.

მსოფლიო ეკონომიკური ფორუმის მიერ შემუშავებული „მსოფლიო კონკურენტუნარიანობის ინდექსი“-ს მიხედვით საქართველოს უჭირავს 67-ე ადგილი, ხოლო ამ ინდექსის „ინფრასტრუქტურის კრიტერიუმში“, მათ შორის საპორტო ინფრასტრუქტურის ხარისხში – 69 - ე ადგილი.

მსოფლიო ბანკის მიერ შემუშავებულ ცალკეულ რეიტინგებში საქართველოს აქვს კიდევ უფრო რთული მდგომარეობა, მათ შორის: სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის ხარისხით - 102-ე ადგილი; კონკურენტუნარიანი ფასებით საერთაშორისო გადაზიდვების ორგანიზების სიმარტივით - 124-ე ადგილი; ლოჯისტიკური მომსახურების ხარისხით - 139-ე ადგილი; საქონლის მიწოდების დროულობით - 105-ე ადგილი. ამრიგად, ლოჯისტიკის განვითარების ინდექსის მიხედვით რეგიონის სხვა მეზობელ ქვეყნებთან შედარებით საქართველოს გააჩნია სუსტად განვითარებული სატრანსპორტო ლოჯისტიკური სისტემები. ასეთი მდგომარეობა უარყოფითად აისახება:

- მცირე და საშუალო ბიზნესის განვითარების ტემპებზე;
- ქვეყნის საინვესტიციო მიმზიდველობაზე;
- ეკონომიკაზე, დასაქმების და ცხოვრების დონეზე.

არსებული გამოწვევების დასაძლევად საქართველოს მთავრობამ ქმედითი ღონისძიებები უნდა გაატაროს სატრანსპორტო-ლოჯისტიკური სისტემების შემდგომი განვითარების და მისი კონკურენტუნარიანობის ამაღლების მიმართულებით, რაშიც დიდი როლის შესრულებას შეძლებს ქვეყანაში მცირე პორტების ქსელის შექმნა და განვითარება. იმავე დროს ეს კვლევები გახდება მნიშვნელოვანი საფუძველი საქართველოში „საზღვაო ბიზნესის განვითარების სტრატეგიის“ შესამუშავებლად.

კვლევის მიზნები და ამოცანები

უნდა აღინიშნოს, რომ დიდი დედვეიტის გემების ექსპლუატაციას თან სდევს მათი პორტებში პირდაპირი შესვლების რაოდენობრივი შემცირება (რადგანაც ტექნიკურ-ტექნოლოგიური თვალსაზრისით ყველა პორტს არ ძალუძს ამ ტიპის გემების მომსახურება), რის გამოც საჭირო ხდება „hub and spoke“ პრინციპით გადატვირთვის სისტემის გამოყენება, რაც დაბლა წევს პროცესის მოქნილობის ხარისხს და სავარაუდოდ ვიღებთ რეისების სიხშირის უფრო დაბალ ეფექტურობას.

ტვირთგამგზავნები თვლიან, რომ ყოველივე ამის შედეგია ჩავარდნები მიწოდებათა ჯაჭვში, შეფერხებები, დიდი მარაგების შექმნა, და აქედან გამომდინარე, მოთხოვნილების გაზრდა საბრუნ საშუალებებზე, რაც ხშირად ხდება მძლავრი პორტის-ჰაბის ძირითადი პრობლემა.

ღრმაწყლოვან პორტებში უმეტეს შემთხვევაში ტვირთის მიზიდვა ხდება სარკინიგზო ტრანსპორტით, რისთვისაც საჭიროა ტვირთმფლობელმა ვაგონები შეუკვეთოს მინიმუმ ერთი თვით ადრე, გარდა ამისა ღრმაწყლოვან ტერმინალში ქვოტის მიღება შედარებით გაძნელებულია. საბოლოოდ გადატვირთვას ჭირდება უფრო მეტი დრო, დოკუმენტები და ძალისხმევა. ზოგიერთი სახეობის ტვირთის ექსპორტზე გაგზავნა (მაგალითად მარცვლეულის), ღრმაწყლოვანი მსხვილი პორტი-ჰაბი-დან მოითხოვს სამ თვემდე დროს მაშინ, როდესაც მცირე ნავსადგურიდან იგივე პროცესის ორგანიზება შეიძლება შესრულდეს რამდენიმე კვირაში.

ამრიგად, დღეისათვის საზღვაო ქვეყნებში მცირე და საშუალო ბიზნესის განვითარების საქმეში მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს მცირე ნავსადგურების ქსელის შექმნას. მაგალითისათვის, ლატვიას მსხვილ პორტ-ჰაბებთან (ლიეპაია, ვენტსპილსი, რიგა და სხვა) ერთად ბალტიის ზღვაზე აქვს შვიდი მცირე ნავსადგური (პავილოსტა, როია, მერსრაგსი და სხვა). ისინი არიან ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი იმ ინსტრუმენტებს შორის, რომლებიც დადებითად მოქმედებენ ქვეყანაში მცირე და საშუალო ბიზნესის მდგრად და თანაბარ განვითარებაზე. მცირე ნავსადგურები გვევლინებიან რეგიონალური ეკონომიკური აქტივობის ცენტრებად.

მცირე ნავსადგურიდან ექსპორტის ტექნოლოგიური პროცესი მსხვილ ღრმაწყლოვან პორტ-ჰაბებთან შედარებით სრულდება უფრო სწრაფად და მარტივად. რადგანაც მცირე პორტებში შესაძლებელია ტვირთის საავტომობილო ტრანსპორტით მიწოდება პირდაპირ ტერმინალზე, ეს კი ძალიან ეკონომიურია, რადგან გამოირიცხება სატვირთო ერთეულის წინასწარი გადატვირთვა და ტრანსპორტირება სატვირთო ეზოდან ან საწყობიდან გემში ჩასატვირთ ტერმინალამდე. ასეთი ტექნოლოგიით გადაზიდვის შემთხვევაში შესაძლებელია მცირე ნავსადგურში დღეში დაიტვირთოს 3-5 ათას ტონამდე ტვირთმზიდაობის რამდენიმე გემი სწრაფად, პირდაპირ ავტომობილებიდან.

მცირე ნავსადგურების შექმნაში და მათი ინფრასტრუქტურის გასაუმჯობესებლად ჩადებული სახელმწიფო თუ კერძო ინვესტიციები დადებითად აისახება საზღვაო გადაზიდვების რისკების შემცირებაზე და უსაფრთხოების გაზრდაზე, ამცირებს გარემოს მასშტაბური დაბინძურების რისკებს და ხელს უწყობს მცირე ნავსადგურების ფუნქციონირების გარემოს მოწესრიგებას.

პატარა ნავსადგურების საშუალებით შესაძლებელია ტვირთების გადატვირთვა მცირე დანახარჯებით. აქ პრიორიტეტულია რეგიონში წარმოებული მცირეპარტიული სასოფლო-სამეურნეო, სამშენებლო, სანედლეულო და სხვა სახის ტვირთების მომსახურება. ნავსადგურების ტერიტორიაზე ან მასთან ახლოს შეიძლება განლაგდეს თევზის გადასამუშავებელი კომბინატი და ადვილად განხორციელდეს როგორც თევზის ტრანსპორტირება, ასევე მზა პროდუქციის ექსპორტი. მცირე ნავსადგურს ადვილად შეუძლია საიახტო და საკრუიზო ტურიზმის განვითარება.

კვლევის მეთოდოლოგია

თანამედროვე მცირე პორტების კონკურენტურობის საფუძველს მიმზიდველ გეოგრაფიულ მდებარეობასთან და გამართულ ინფრასტრუქტურასთან ერთად სერვისის მაღალი სტანდარტებით საქმიანობა წარმოადგენს. სატვირთო გადაზიდვების ზრდა სამხრეთ კავკასიის და ცენტრალური აზიის ქვეყნებში და აგრეთვე ჩინეთიდან ევროპის მიმართულებით, ამას დამატებული მზარდი მოთხოვნები, პერსპექტივები და კონკურენცია მოითხოვს განსაკუთრებულად ეფექტური ხერხების გამოყენებას

გადაზიდვების პროცესებსა და ლოჯისტიკური გადაწყვეტილებების მიღებაში. ეს გადაწყვეტილებები უნდა ეფუძნებოდეს შემდეგ ძირითად კრიტერიუმებს:

1. ლოჯისტიკური ჯაჭვის ოპტიმიზაცია;
2. ლოჯისტიკური მანქანების/კონტეინერების გამოყენების მაქსიმიზაცია;
3. საწყობების გამოყენების ოპტიმიზაცია;
4. შრომის ორგანიზაციის, საოგანიზაციო სტრუქტურების და ხელფასების ოპტიმიზაცია;
5. საერთო სატრანსპორტო დანახარჯების შემცირება;
6. ტრანსპორტირების საერთო დროის შემცირება და საბაჟოებზე დგომის დროის მინიმიზაცია;
7. სატრანსპორტო ოპერატორების ხელისშეწყობა სამხრეთ კავკასიის რეგიონში ტრანსპორტის და სატვირთო ნაკადების მოზიდვის მიზნით;
8. პერსონალზე გაწეული დანახარჯების ოპტიმალური მართვა;
9. რეალური და გაზომვადი ეკონომიკური სარგებლის წარდგენა;
10. კერძო სექტორის სატრანსპორტო ოპერატორების მხარდაჭერა მათ მიერ შესრულებული ტვირთბრუნვის და ადგილობრივი სამუშაო ბაზის გაუმჯობესების მიზნით.

გასული საუკუნის ბოლოსა და მომდინარე საუკუნის პირველ ათწლეულებში აღმოცენებულმა ახალმა ტექნოლოგიებმა თანამედროვე კომპიუტერული სისტემების გამოყენებით უზრუნველყვეს ინფორმაციის სწრაფი, ზუსტი და შეუზღუდავი რაოდენობით გადაცემა, რამაც ლოჯისტიკაში შექმნა ახალი ეპოქა-რეალურ დროში მუშაობის და კვლევის ეპოქა. მან საფუძველი დაუდო ლოჯისტიკაში ადრე მიუღწეველი დონის შედეგების მიღებას და ისეთი ახალი სტრატეგიების შექმნას როგორცაა: მატერიალურ - ტექნიკური მომარაგების „ზუსტად დროში“ სტრატეგია, სწრაფი რეაგირების სტრატეგია, მარაგების უწყვეტი შევსების სტრატეგია, მარაგების ავტომატურად შევსების სტრატეგია და ა.შ. ამ და სხვა მსგავსი სტრატეგიების საფუძველზე ჩატარებული

კვლევები იძლევა სატრანსპორტო-ლოჯისტიკური სისტემების ფუნქციების გაზრდის შესაძლებლობას ერთდროულად არსებული მარაგების შეცირებით.

ნაშრომში კვლევის თეორიულ-მეთოდოლოგიურ საფუძვლად გამოყენებულია დიალექტიკური მეთოდი, რომლის დროსაც კვლევებთან დაკავშირებული ეკონომიკური მოვლენები განიხილება მკაცრ მიზეზ-შედეგობრივ კავშირში. ხოლო შედარებითი ანალიზის მეთოდით ჩატარდა კვლევის შედეგების ანალიზი მიზეზ-შედეგობრივი კავშირების გამოკვლევის საფუძველზე.

კვლევებში აგრეთვე გამოყენებულია იქნება სისტემური ანალიზის ნაცადი მეთოდი, რომელიც გულისხმობს სისტემის ცალკეული ფუნქციების ისეთი ერთიანი მთლიანის შექმნას, რომელიც თავისი ეფექტურობით აჭარბებს მისი შემადგენელი ნაწილების ან ფუნქციების ჯამურ ეფექტურობას. ასეთი მიდგომა საშუალებას გვაძლევს ჯამური ეფექტურობის გაზრდის მიზნით უზრუნველყოთ მცირე პორტების ცალკეული რგოლებს შორის სინერგიული დამოკიდებულება მისი ფუნქციონირების საერთო ეფექტურობის გაზრდის თვალსაზრისით. კვლევებში გამოყენებულია ალბათურ-სტატისტიკურ ხერხები და მოდელები, სატრანსპორტო ამოცანების გადაწყვეტის როგორც კლასიკური, ასევე კონკრეტული კერძო სიტუაციების შესაბამისი მეთოდები.

მოსალოდნელ სირთულედ შესაძლოა ჩაითვალოს ტვირთნაკადების გათვლის სიზუსტე, რადგანაც პროექტირების პროცესზე ამას აფერხებს:

1. სატრანსპორტო კომპანიებს შორის წარმოქმნილი კონკურენცია;
2. ტრანზიტულ სახელმწიფოებს შორის წარმოქმნილი საბაჟო ტარიფების შეუთანხმებლობა;
3. გადაზიდვების ოპერატორი კომპანიების ტვირთიძვის ზუსტი მოცულობების განსაზღვრა შესაძლებელი იქნება მხოლოდ მცირე პორტების გაშვებიდან გარკვეული პერიოდის შემდეგ, როდესაც ოპერატორები დარწმუნდებიან მათთვის მიმზიდველი ბიზნეს გარემოს შექმნაში და მიიღებენ გადაწყვეტილებას არსებული ტვირთნაკადების ახალი მცირე პორტების ქსელით მომსახურებაზე და პერსპექტივაში მათ გაზრდაზე.

თეორიული გაანგარიშებების ადეკვატურობის დადგენის თვალსაზრისით ნატურულ-ექსპერიმენტალური მეთოდებით ჩატარებულამცირე პორტის განაშენიანების ტერიტორიის და სატრანსპორტო საშუალებების მოძრაობის მარშრუტების გამოკვლევები GIS-ს სხვა თანამედროვე სისტემების გამოყენებით.

კვლევის მოსალოდნელი შედეგები.

ჩვენი ქვეყნის ხელისუფლების მიერ გაცხადებული ბიზნეს საწარმოების და სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის ობიექტების ეფექტური სივრცითი მოწყობის გეგმის განხორციელების ერთ-ერთ მიმართულებად საქართველოს შავი ზღვის სანაპიროზე მცირე ნავსადგურების ქსელის მოწყობა შეიძლება ჩაითვალოს.

საქართველოს შავიზღვისპირეთში მცირე პორტების ქსელის შექმნის იდეა მჭიდრო კავშირშია რეგიონში არსებული სოციალურ-ეკონომიკური და ეკოლოგიური პრობლემების მოგვარებასთან, კონფლიქტურ ზონებთან მშვიდობიანი ურთიერთობების განმტკიცებასთან და ურთიერთდობის ამაღლებასთან. პორტების ქსელის შექმნით შესაძლებელი იქნება ქვეყნისათვის და სრულიად რეგიონისათვის შემდეგი ინოვაციური შედეგების მიღწევა:

- მცირე პორტების შექმნა და ინფრასტრუქტურული აღჭურვა გამოიწვევს ქვეყნისშიგა და ტრანზიტული მცირე და საშუალო ტვირთაკადების მოძრაობის ინტენსივობის გაზრდას, რაც გაამარტივებს სოფლის მეურნეობასა და გადამამუშავებელ სფეროში დასაქმებული მცირე და საშუალო ბიზნესისათვის საერთაშორისო სავაჭრო ურთიერთობებში ჩართვის შესაძლებლობებს და მისცემს მათ დამატებით სტიმულს თავიანთი ბიზნესის ინტენსიური განვითარებისათვის.
- მცირე პორტებს საშუალება ექნებათ მარტივად გადაწყვიტონ ზღვის პროდუქტების მოპოვების, პირველადი გადამამუშავების და რეგიონის სამომხმარებლო ბაზრებზე მათი მოთხოვნის შესაბამისი „ზუსტად დროში“ მიწოდების დღემდე არსებული პრობლემები.
- საიახტო და საშუალო საკრუიზო გემების მომსახურების თანამედროვე ინფრასტრუქტურის შექმნით და განვითარებით მცირე პორტები ადვილად შეძლებენ რეგიონში დღეს არსებული მზარდი ტურისტული პოტენციალის კიდევ უფრო

მნიშვნელოვან გაზრდას, მით უმეტეს, როდესაც მათი ტურიზმის სფეროში საქმიანობა დაფუძნებული იქნება სინერგიზმის მეთოდების სრულყოფილ გამოყენებაზე.

- უხსოვარი დროიდან ალებ-მიმცემლობითი, დღეს კი სავაჭრო-ეკონომიკური ურთიერთობები ყოველთვის მიიჩნეოდა ადამიანებს შორის მშვიდობიანი თანაარსებობის მთავარ ფაქტორებად. ამ თვალსაზრისით შავიზღვისპირეთში მცირე პორტების ქსელის შექმნა და განვითარება გახდება ერთ-ერთი მთავარი წინაპირობა საქართველოს კონფლიქტურ რეგიონებთან ურთიერთობის ნორმალიზაციის საქმეში.

- მცირე პორტების შექმნით ქვეყანა შეძლებს მცირე და საშუალო ბიზნესის შემდგომ ინტენსიფიკაციას როგორც ზღვაზე, ასევე ხმელეთზე, რასაც შესაბამისად მოჰყვება დამატებითი სამუშაო ადგილების შექმნა და დასაქმების პრობლემის შემცირება.

ჩატარებული კვლევის შედეგების საფუძველზე შესაძლოა მოხდეს ცალკეული ტექნოლოგიური აქტივობის პრაქტიკული განხორციელების დაწყება, რაც მნიშვნელოვნად შეამცირებს კვლევის პროცესებში პროექტის მდგრადობის მიმართ წარმოშობილ რისკებს და გზას გაუხსნის მისი შემდგომი პრაქტიკული განხორციელების შესაძლებლობებს.

კვლევების საფუძველზე შექმნილი ტექნოლოგიებით დაინტერესებულ სამთავრობო და ბიზნეს-სტრუქტურებს შორის ნაყოფიერი ურთიერთთანამშრომლობის შედეგად მოხდება მცირე პორტების ქსელის სატრანსპორტო-ლოჯისტიკური სისტემების ხარისხობრივი დახვეწა, რის შედეგადაც დამუშავებული ტექნოლოგიების პრაქტიკაში რეალიზაციის საკითხებთან დაკავშირებული რისკები მინიმუმამდე შემცირდება. რაც მისი პრაქტიკული რეალიზაციის საფუძველი გახდება.

კვლევების განხორციელების პროცესში, შესაბამისი დაინტერესებული სამთავრობო და ბიზნეს სტრუქტურების ჩართულობით, შეიქმნება საქართველოში ზღვასთან დაკავშირებული მცირე და საშუალო ბიზნესის განვითარების სტრატეგიული გეგმა, რომელიც დღეისათვის არ არსებობს.

კვლევებში საერთაშორისო და ადგილობრივი თანამშრომლობა

კვლევების ფარგლებში შედგა თანამშრომლობა როგორც საზღვარგარეთის, ასევე ადგილობრივ ინსტიტუციებთან. შავ ზღვაზე მცირე პორტების პროექტის მიმართ

ინტერესი გამოხატეს: ვისმარის უნივერსიტეტმა გერმანიიდან, სოფიის ტრანსპორტის უნივერსიტეტმა, ვარნას და ბურგასის ტექნიკურმა უნივერსიტეტებმა ბულგარეთიდან; ოდესის ნაციონალური ეკონომიკური უნივერსიტეტმა უკრაინაიდან; კასპიის სახელმწიფო უნივერსიტეტმა (აქტაუ) და ლ.ნ.გუმილიოვის სახელობის ევრაზიის ნაციონალურმა უნივერსიტეტმა (ასატანა) ყაზახეთიდან. კვლევების ფარგლებში საკონსულტაციო თანამშრომლობის საკითხები განხილული იყო შეხვედრებზე საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციების მუშაობის პროცესში (trans&MOTAUTO; “HIGH TECHNOLOGIES. BUSINESS. SOCIETY , EUROPE – ASIA TRANSPORT BRIDGE).

თემის კვლევის ფარგლებში აგრეთვე ჩატარდა მუშაობა ადგილობრივ ინსტიტუციებთან: სსიპ საზღვაო ტრანსპორტის სააგენტოსთან, რომელიც მონიტორინგს უწევს საქართველოს საზღვაო პორტებს; საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტროსთან - ტვირთნაკადების პერსპექტიული მოცულობების დაზუსტების თვალსაზრისით; ზღვისპირა რეგიონების სამხარეო ადმინისტრაციებთან, პროექტთან დაკავშირებული ინფრასტრუქტურული ობიექტების და მიმდებარე სარეაქრიაციო ზონებისა განლაგების ადგილის შერჩევის მიზნით და სხვა.

საქართველოს საზღვაო-სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის განვითარებით და მისი ხელშეწყობით დაინტერესებული არიან როგორც უშუალოდ მეზობელი ქვეყნების: თურქეთის, აზერბაიჯანის, ბულგარეთის, უკრაინის, სომხეთის, ყაზახეთის მთავრობები და ბიზნესორგანიზაციები, ასევე უდიდესი ეკონომიკური პოტენციალის მქონე ჩინეთის ხელისუფლება. ასე მაგალითად: შავი ზღვის აუზის ქვეყნებისათვის პრიორიტეტული მიმართულება შავ ზღვაზე მცირე პორტებით მულტიმოდალური ტვირთზიდვის პროცესების განვითარებაა, ხოლო ჩინეთის და საქართველოს მთავრობის წარმომადგენლები მართავენ ინტენსიურ შეხვედრებს თავისუფალი ვაჭრობის განვითარების და საქართველოს საერთაშორისო სატრანსპორტო პროექტებში ჩინელი ინვესტორების ფართომასშტაბიანი ჩართულობის მიზნით. ჩინეთში წარმოებული პროდუქციით დატვირთული პირველი სარკინიგზო კონტეინერმზიდი მატარებელი

საქართველოში უკვე შემოვიდა, რამაც შექმნა ამ მიმართულებით მოძრავი ტვირთნაკადების შემდგომი გაზრდის რეალური წინაპირობები.

ბოლო ცნობებით ირანის ხელისუფლება აქტიურად განიხილავს საქართველოს გავლით ევროპის ქვეყნებისაკენ ტვირთზიდვის მოცულობების გაზრდის რეალურ პერსპექტივებს.

თავი 1. საზღვაო პორტების ჩამოყალიბების ისტორია დანიშნულება და კლასიფიკაცია

1.1. საზღვაო პორტების ჩამოყალიბების ისტორიული წინამძღვრები

ძნელია შეაფასო პორტების მნიშვნელობა ქვეყნების და ტერიტორიების ეკონომიკურ განვითარებაში. იმის გამო, რომ საზღვაო გადაზიდვები უმრავლეს შემთხვევაში უფრო ეფექტურია, ვიდრე მიწისზედა ტრანსპორტი, პორტების არსებობა ხელს უწყობდა ქვეყნებს და რეგიონებს შორის ტვირთბრუნვის სწრაფ განვითარებას. საზღვაო გადაზიდვები, და როგორც აქედან გამომდინარე სამდინარო და საზღვაო პორტები უზრუნველყოფდნენ კავშირს მსოფლიოს ეკონომიკურად განვითარებულ ცენტრებს და ნაკლებად განვითარებულ პერიფერიულ რეგიონებს შორის, ანუ წარმოადგენდნენ თავისი დროის მსოფლიო სამეურნეო კავშირების მთავარ ფაქტორს. ასეთი როლის შესრულებით პორტები ასრულებდნენ ქალაქების ზრდის და ეკონომიკური გაძლიერების ფუნქციებს და წარმოადგენდნენ რეგიონების განვითარების კერებს.

პირველი ცივილიზაცია, რომლის განვითარებაც მოხდა საზღვაო პორტების წყალობით დაახლოებით 3000 წლის წინათ ჩვენს ერამდე, იყო მესოპოტომია, რომელიც მდებარეობდა ორი დიდი მდინარის ტიგროსის და ევფრატის შუა. მესოპოტომია სამდინარო-საზღვაო სავაჭრო გზებით უკავშირდებოდა ბაჰრეინს და დასავლეთ ინდოეთს. გადასაზიდ ტვირთებს შორის ჭარბობდა ზეთი, სპილენძი და სპილოს ძვალი. ამ მდინარეების ბასეინებში ცხოვრობდა დაახლოებით 750 000 ადამიანი, რაც საშუალოდ 10-ჯერ აღემატებოდა მაშინდელ ჩრდილოეთ ევროპის მოსახლეობას. მსოფლიო ეკონომიკურ ცენტრად იქცა ბაბილონი, ქალაქი, რომელმაც თავისი განვითარების „ოქროს ხანას“ მიაღწია ჩვენს წელთაღრიცხვამდე მე-18 საუკუნეში მეფე ჰამურაპის მმართველობის დროს. ამ დროისათვის მესოპოტომიას უკვე ჰქონდა განვითარებული საზღვაო კოდექსი, რომელიც იყო მეფე ჰამურაპის კანონების შემადგენელი ნაწილი. საზღვაო კოდექსი საზღვრავდა გადაზიდვების ტარიფებს, რომლებიც დამოკიდებული იყო გადასაზიდი ტვირთის სახეზე და გემის ტვირთშიდაობაზე. ახალი გემების ფასები ისაზღვრებოდა მათი გაბარიტებით და მშენებელი ვალდებული იყო გემისათვის მიეცა ერთ წლიანი

გარანტია. სავალდებულო იყო გადაზიდვის საფასურის წინასწარ გადახდა, ხოლო სავაჭრო აგენტი პასუხს აგებდა ყველა წარმოქმნილ დანახარჯებზე [2].

მოგვიანებით ახალი ეკონომიკური ცენტრი ჩამოყალიბდა ქალაქ ტირის გარშემო (თანამედროვე ლიბანის ქალაქი სური), რომელიც მდებარეობდა აღმოსავლეთის და დასავლეთის სავაჭრო გზების გადაკვეთაზე. ამ რეგიონის დაბალმოსავლიანი ნიადაგის გამო მოსახლეობის ძირითადი ნაწილი ხდებოდა მეზღვაური. ტირის სავაჭრო ქსელი ვრცელდებოდა მემფისიდან ეგვიპტეში და ბაბილონის გავლით მდინარე ევფრატის სათავეებამდე, ბაღდადიდან 80 კილომეტრზე. ამ მარშრუტის ცენტრში განლაგებული ქალაქი ტირი მდიდარი და უძლიერესი გახდა სწორედ საზღვაო ტვირთბრუნვის წყალობით. ფინიკიელები აგებდნენ გემებს და ძირითადად ახორციელებდნენ სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტების, მეტალის, ხეტყის და სამოხელეო ნაწარმის ტვირთზიდვის ოპერაციებს. ჩვენს წელთაღრიცხვაზე უკვე მე-10 საუკუნეში ფინიკიელები აკონტროლებდნენ ხმელთაშუა ზღვის ძირითად სავაჭრო მარშრუტებს, ახდენდნენ რა ტვირთზიდვებს მცირე ნავეებით, რომელთა ედკიპაჟი 4 წევრისაგან შედგებოდა. ჩვენს წელთაღრიცხვამდე I ათასწლეულში საზღვაო ვაჭრობის და შესაბამისად გადაზიდვების მოცულობები მდგრადად იზრდებოდა. ესპანელების მიერ პირინეის ნახევარკუნძულის აღმოჩენის შემდეგ იგი გახდა აღმოსავლეთ ხმელთაშუაზღვისპირეთში მეტალის მიწოდების მთავარი წყარო, რითაც კიდევ უფრო გაიზარდა ქალაქ ტირის წამყვანი როლი რეგიონის საზღვაო ვაჭრობაში. ამავდროულად აქლემების მოშინაურებამ შესაძლებელი გახდა ხმელთაშუაზღვისპირეთის და არაბეთის ნახევარკუნძულის სავაჭრო მარშრუტების გაზრდა „მინისახმელეთო ხიდის“ მეშვეობით მდინარე განგსა და სპარსეთის ყურეს შორის. უფრო მოგვიანებით, ჩვენს წელთაღრიცხვამდე V საუკუნეში სპარსეთის მეფე დარიუს პირველმა ვაჭრობის განვითარების მიზნით, ბრძალა სუეცის არხის გაჭრა, იმ მიზნით, რომ სავაჭრო გემები თავისუფლად გასულიყვნენ წითელი ზღვიდან ხმელთაშუა ზღვაში. ქალაქ ტირის ბატონობას ხმელთაშუა ზღვაზე ბოლო მოღო ალექსანდრე მაკედონელმა, რომელმაც ხანგრძლივი ალყის შემდეგ ჩ.წ.- მდე 332 წელს დაიპყრო ქალაქი.

ამის შეწმდეგ ზღვაზე ბატონობა ფინიკიელებისაგან გადავიდა ბერძნების ხელში. აქტიურად ვითარდებოდა ქალაქი ათენი. მოსახლეობის განუხრელი ზრდის გამო ქალაქი სულ უფრო და უფრო მეტი ხორბლის იმპორტს ახდენდა. 200 წლის შემდეგ ხმელთაშუა ზღვის აღმოსავლეთი გახდა მნიშვნელოვანი საზღვაო ვაჭრობის რეგიონად, სადაც დომინირებდნენ ქალაქები ათენი, როდოსი, ანტიოქია და ალექსანდრია. ბერძნები ვაჭრობდნენ ღვინით, ზეთით, სამეთუნეო ნაწარმით და ცვლიდნენ მათ კართაგენის და ეტრურიის მეტლზე, ასევე ეგვიპტის და აღმოსავლეთის ტრადიციულ ნაწარმზე (ს/ს პროდუქცია, მინა, კერამიკა).

ჩ.წ-მდე I საუკუნეში რომის ეკონომიკური და პოლიტიკური გაძლიერების შედეგად სავაჭრო ცენტრმა გადაინაცვლა იტალიაში და რომის იმპერიამ ჩამოაყალიბა სავაჭრო ურთიერთობების საკუთარი ფართო სისტემა. რომი ესპანეთიდან ეწეოდა სასარგებლო წიაღისეულის იმპორტს, ხოლო ჩრდილო აფრიკიდან, სიცილიიდან და ეგვიპტედან შემოჰქონდა ხორბალი. ხორბლის დიდი პარტიების ტრანსპორტირებისათვის (800 000 ტონაზე მეტი წელიწადში) სპეციალურად ააგეს ხორბალსაზიდი გემების ფლოტი. შემდგომი 200 წლის განმავლობაში რომის იმპერია აკონტროლებდა საზღვაო გადაზიდვებს ხმელთაშუა და შავი ზღვების ბასეინებში, აგრეთვე სამხრეთ ბრიტანეთის მიმდებარედ ატლანტის ოკეანეში. რომის იმპერიის დროს მნიშვნელოვანი ბიძგი მიეცა ტვირთზიდვის განვითარებას ხმელთაშუა ზღვაზე, ამასთან, დიდი საპორტო ქალაქები და შესაბამისად საზღვაო-სატრანსპორტო მარშრუტები უფრო მეტად განლაგებული იყვნენ აღმოსავლეთის სანაპიროებზე დასავლეთთან შედარებით. აღმოსავლეთ ხმელთაშუაზღვისპირა ქალაქები ისეთი „განვითარებადი“ ქვეყნებიდან, როგორებიც იყვნენ ესპანეთი და ბრიტანეთი, ეწეოდნენ სასარგებლო წიაღისეულის იმპორტს, ჩრდილო აფრიკიდან ხორბალს, ხოლო ლიბანიდან, ეგვიპტიდან და შავიზღვისპირეთიდან ხორბალს და სამეწარმეო ნაწარმს.

IV საუკუნის ბოლოს რომის იმპერია გაიხლიჩა დასავლეთ და აღმოსავლეთ ნაწილებად, ამ უკანასკნელს ახალი დედაქალაქ კონსტანტინეპოლით მოგვიანებით ეწოდა ბიზანტიის იმპერია. შემდგომი 200 წლის განმავლობაში უფრო მეტად სტაბილური რომის

აღმოსავლეთ იმპერია, შავი ზღვის პირზე მდებარე დედაქალაქით კონსტანტინეპოლი, აკონტროლებდა ზღვებსა და ტერიტორიებს სიცილიიდან აღმოსავლეთით საბერძნეთამდე და თურქეთამდე.

VII საუკუნეში არაბეთის ხალიფატმა დაიპყრო სამხრეთ და აღმოსავლეთი ხმელთაშუა ზღვისპირეთი, და რადგანაც არაბები ვაჭრობას აწარმოებდნენ ძირითადად სახმელეთო გზებით საზღვაო გზებით ტვირთზიდვა და ვაჭრობა გახდა შედარებით უსაფრთხო. ამ დროისათვის საზღვაო სახმელეთო ვაჭრობის ცენტრი ხდება კონსტანტინეპოლი, რომელიც სიცილიიდან და შავისღვისპირეთიდან ახდენდა ხორბლის, სპილენძის და ხე-ტყის იმპორტს, ხოლო აღმოსავლეთთან სავაჭრო-საქარავნო მარშრუტები გადიოდა ბაღდადის გავლით - დიდი აბრეშუმის გზით.

X საუკუნეში ევროპის ეკონომიკა კვლავ განიცდის აღმავლობას უმთავრესად ინგლისში მატყლის წარმოების და ფლანდრიაში კი ტექსტილის მრეწველობის განვითარებით. ჩრდილო-აღმოსავლეთ ევროპის განვითარებადმა ქალაქებმა (ნოვგოროდი, რიგა, კენინგსბერგი, გდანსკი) გააჩაღეს გაცხოველებული ვაჭრობა ბალტიკის და ხმელთაშუაზღვის ქვეყნებთან. რის შედეგადაც XI საუკუნეში ხმელთაშუა ზღვაში ჩამოყალიბდა ორი უდიდესი საზღვაო ცენტრი - ვენეცია და გენუა, ხოლო ბალტიის ზღვაზე და ჩრდილოეთის ზღვებზე - განზეის კავშირი.

ხმელთაშუა ზღვის ქალაქებში საქონლის მიზიდვა ხდებოდა სამი მარშრუტით:

1. წითელი ზღვის და კაიროს გავლით;
2. სპარსეთის ყურის, ბაღდათის და ალეპოს გავლით;
3. შავი ზღვის და კონსტანტინოპოლის გავლით.

შემდეგ საქონლის მიზიდვა ხდებოდა ვენეციაში ან გენუაში, ეზიდებოდნენ ალპებით და შემდეგ მდინარე რეინით ჩრდილოეთ ევროპაში. უკუმიმართულებით ტვირთები გადაიზიდებოდნენ აგრეთვე ჩრდილოეთ იტალიის გავლით, რაც გახდა ხმელთაშუა ზღვაზე ვენეციის და გენუის განვითარების ერთ-ერთი მთავარი ფაქტორი.

ვენეციის აღმავლობას უპირველესად ხელი შეუწყო მისმა პოლიტიკურმა დამოუკიდებლობამ, მიმზიდველმა კუნძულოვანმა მდებარეობამ და კომერციულმა

კავშირებმა ბიზანტიის იმპერიასთან, რომელიც ამ დროისათვის უკვე განიცდიდა ეკონომიკურ ვარდნას. ვენეციის გონივრულმა პოლიტიკამ, რომელიც ითვალისწინებდა დაბალი საგადასახადო განაკვეთების დაწესებას, გამოიწვია ის, რომ ბიზანტიის ზღვაოსნები კონკურენციაში ყოველთვის აგებდნენ ვენეციელებთან შიგა საზღვაო მარშრუტებზედაც კი. ამის გამო ვენეციური გემები თანმიმდევრულად აძევებდნენ გადაზიდვების პროცესებიდან ბიზანტიურ გემებს. ბიზანტიისაგან სიუზერენიტეტის (ვასალიტეტი) მიღების შემდეგ ვენეცია გახდა ათმოსავლეთ-დასავლეთის საზღვაო-სახმელეთო სავაჭრო გზების გამაკონტროლებელი. გაწეული სატრანსპორტო მომსახურების სანაცვლოდ ბიზანტიელებს შეეძლოთ საქმიანობის წარმოება დაბეგვრის ნაწილში პრეფერენციალური პირობებით, ხოლო 1081 წლიდან მათ მიიღეს სავაჭრო საქმიანობის უფლება ბიზანტიის იმპერიაში ყოველგვარი დაბეგვრის და შეზღუდვების გარეშე.

მე-13 საუკუნის დასაწყისიდან საზღვაო ვაჭრობამ გადინაცვლა დასავლეთით. დასუსტებულმა ბიზანტიის იმპერიამ ანატოლიაზე კონტროლი დაუთმო თურქ-სელჩუკებს და 1200 წლიდან ბიზანტიის იმპერიის პერიოდში ვენეციის მიერ მიღწეულმა პრივილეგიებულმა მდგომარეობამ დაიწყო თანდათანობით ვარდნა.

ამ დროისათვის ბელგიაში ყალიბდება ვენეციის კონკურენტი - ქალაქი ბრიუგე. ქალაქს ჰქონდა საუკეთესო ადგილ-მდებარეობა მდინარე ზვინის შესართავთან. ხმელთაშუა ზღვიდან პირდაპირი საზღვაო მარშრუტების დაწყებამ გაამყარა ბრიუგეს მონოპოლიური მდგომარეობა ინგლისურ მატყლზე. მალე მას შემდეგ, რაც გენუელების გემები პირველად შევიდნენ ბრიუგეში 1277 წელს, აქ გაიზარდა როგორც საქონლის და კაპიტალის ნაკადები, ასევე კომერციის და საზღვაო ვაჭრობის სფეროში დაგროვებული ცოდნა და გამოცდილება. ბრიუგე გახდა საზღვაო ტვირთზიდვის ახალი ცენტრი ხმელთაშუა ზღვის, პორტუგალიის, საფრანგეთის, ინგლისის და გერმანიის საპორტო ქალაქების დამაკავშირებელ საზღვაო ქსელში. ეს პროცესი გაგრძელდა 1501 წლამდე, ვიდრე ბრიუგეს პორტმა არ დაიწყო მოსილვა. ამის შემდეგ, XV საუკუნის ბოლოდან, საზღვაო-სავაჭრო ტვირთბრუნვის ცენტრი ბრიუგედან ინაცვლებს ანტვერპენში, სადაც

უკვე გამოჩნდნენ ინდური სანელებლებით, მუსკატის კაკალით, მიხაკ-დარიჩინით დატვირთული პორტუგალიური გემები, რომლებსაც მოჰყვებენ სხვა ქვეყნის ზღვაოსნები. ანტვერპენის, როგორც წამყვანი საზღვაო ცენტრის დომინანტური პოზიცია დიდხანს არ გაგრძელდა. 1985 წელს ქალაქი დაიპყრეს ეპანელებმა. ამ მოვლენების შემდეგ საზღვაო-სავაჭრო აქტივობების ცენტრმა გადაინაცვლა ამსტერდამში, რომელიც მალევე ჩამოყალიბდა ახალ საზღვაო დედაქალაქად [1].

ამსტერდამის მდებარეობა ხელსაყრელი იყო როგორც გეოგრაფიული, ასევე ეკონომიკური თვალსაზრისით, ამიტომ 1585-1620 წლებში გენუიდან სამხრეთის და ანტვერპენიდან ჩრდილოეთის ტვირთნაკადების მოზიდვის შედეგად ამსტერდამი გახდა მსოფლიოს საზღვაო-სავაჭრო ქსელის ცენტრი, რომელიც გავრცობილი იყო ბალტიის ზღვიდან ინდოეთის ოკეანემდე. 1669 წელს ნიდერლანდების სამეფო ფლოტი ითვლიდა 6 ათასამდე საზღვაო ხომალდს 600 000 ტ. საერთო ტვირთშიდაობით, რაც იყო სხვა ყველა ევროპული ქვეყნის ფლოტების ჯამის ექვივალენტური.

ამსტერდამის წარმატება მნიშვნელოვნად განაპირობა ჰოლანდიელთა კომერციულმა უპირატესობებმა, რაც სხვა კონკურენტ პორტებთან შედარებით სამჯერ ნაკლებ სატრანსპორტო დანახარჯებში გამოიხატებოდა. გაზრდილი მოცულობების ნაყარი ტვირთების გადასაზიდად ჰოლანდიელმა გემთმშენებლებმა სპეციალურად დაამზადეს მცირე ზომის ბრტყლძირიანი გემები (ფლიბოტები), რომლებსაც ოკეანეში ცურვაც შეეძლოთ.

ინგლისის სამრეწველო რევოლუციამ პრინციპულად შეცვალა საზღვაო პორტების და შესაბამისად საზღვაო-საპორტო ქალაქების როლი. თუ ისტორიის პირველ ეტაპზე საზღვაო და სამდინარო პორტები უზრუნველყოფდნენ ტვირთნაკადების მსოფლიო მნიშვნელობის საზღვაო სავაჭრო ქალაქებს და რეგიონალურ ეკონომიკურ ცენტრებს შორის, მეორე ეტაპზე - შესაძლებელი გახადეს რეგიონალური სავაჭრო ცენტრების აღმოცენება, ხოლო მესამე ეტაპზე - სამრეწველო სექტორის განვითარების შედეგად - პორტები გახდნენ „ფანჯრები“ სამრეწველო საქონლის და ნედლეულის ექსპორტ-იმპორტისათვის. იმ დროის უდიდესი პორტები, რომლებიც ემსახურებოდნენ

არაზღვისპირა ვრცელი ტერიტორიების სასაქონლო-მატერიალური ტვირთნაკადებს, შეიძლება განვიხილოთ როგორც პორტი-ჰაბები. მაგალითად, ინგლისში ასეთ პორტს წარმოადგენდა ლონდონის პორტი.

მეორე მსოფლიო ომის შემდეგ გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის შექმნამ, საერთაშორისო თანამშრომლობასა და გლობალიზაციაზე აღებულმა კურსმა, 1950 – 1970 - იან წლებში იაპონიის ეკონომიკურ სასწაულებთან ერთად გამოიწვია სასაქონლო-მატერიალური წარმოების აღმოსავლეთით გადანაცვლება. მაშინ, როდესაც ამერიკის შეერთებული შტატები ხდება ფინანსური ცენტრი, იაპონიაში მიმდინარეობს აქტიური ინდუსტრიალიზაცია, სხვადასხვა ტიპის მარალტექნოლოგიური საწარმოების მშენებლობა, რომელთა მიერ გამოშვებული პროდუქცია საზღვაო პორტების მეშვეობით მიეწოდება განვითარებულ ქვეყნებს.

იაპონია გახდა პირველი ინდუსტრიული ქვეყანა აზია-წყნარი ოკეანის რეგიონში. გასული საუკუნის 60-იან წლებში იაპონია გახდა მსოფლიოს ერთ-ერთი მძლავრი საზღვაო ქვეყანა, ხოლო მომდევნო ათწლეულში მშრალი ტვირთების საოკეანო ტვირთზიდვის ზრდის 80% იაპონიაზე მოდიოდა. 70-იან წლებში კი სავაჭრო გემების ნახევარს იაპონელი გემთმშენებლები აგებდნენ. ამავე პერიოდში აღმოცენებულმა მსოფლიოს ეკონომიკური კრიზისი დაემთხვა იაპონიის ეკონომიკის სწრაფი ზრდის დასრულებას. ამის შემდეგ იწყება აზიის სხვა ქვეყნების, განსაკუთრებით კი სამხრეთ კორეის, სწრაფი ინდუსტრიული განვითარება. საფუძვლად აიღო რა განვითარების იაპონური მოდელი, სამხრეთ კორეის მთავრობამ ყოველმხრივ შეუწყო ხელი მანქანათმშენებელი და გემთმშენებელი მაღალტექნოლოგიური საწარმოების შექმნას. პარალელურად აქტიურად იწყება ახალი საზღვაო პორტების მშენებლობა (პუსანი, ჩინხე, ინჩხონი).

გასული საუკუნის 80-იანი წლებიდან, ღია რეფორმატორული პოლიტიკის გატარების შედეგად, აქტიურად ვითარდება ჩინეთის სახალხო რესპუბლიკის ეკონომიკა, რომლის ყოველწლიური ზრდა ზოგჯერ 15% აღწევდა. მიმდინარე საუკუნის პირველ ათწლეულში მსოფლიოს ათი უდიდესი საკონტეინერო პორტებიდან შვიდი განლაგებულია ჩინეთის სანაპიროებზე (შანჰაი, შენყენი, ჰონკონგი, ნინბო, გუანჯოუ, ჩინდაო, ტიანჩინი).

პორტების განვითარების ისტორიული ანალიზი ნათლად აჩვენებს, რომ ისინი ყოველთვის მთავარ როლს ასრულებდნენ ქალაქების და სოფლების განვითარებაში. ამასთან, საზღვაო-სავაჭრო ცენტრები კარგავენ „სავაჭრო მოედნების“ ფუნქციას (გენუა, ვენეცია, ჰამბურგი, ლიუბეკი) და ინაცვლებენ სასაქონლო-მატერიალური წარმოების ცენტრების გადაადგილების კვალდაკვალ, რადგანაც ეს აღნიშნული ტენდენციები ურთიერთკავშირში იმყოფებიან.

მთელ ისტორიულ პერიოდში საპორტო მეურნეობა თამაშობს მნიშვნელოვან როლს მსოფლიოს სავაჭრო-ეკონომიკური კავშირების უზრუნველყოფაში და ტერიტორიების განვითარებაში. მაგრამ პორტების როლი დროთა განმავლობაში ასევე განიცდიდა მნიშვნელოვან ცვლილებებს.

ამრიგად, საპორტო მეურნეობა ბოლო 50 საუკუნის განმავლობაში თამაშობდა ფუნდამენტურ როლს ქვეყნების და რეგიონების განვითარებაში. ამასთან ერთად საზღვაო საპორტო ცენტრების ტიპები დროთა განმავლობაში განიცდიდნენ ევოლუციურ განვითარებას.

თანამედროვე სახით საერთაშორისო სატრანსპორტო სისტემის ფორმირების ჩამოყალიბებას ხელი შეუწყო გასული საუკუნის 60-იან წლებში დაწყებულმა „კონტეინერულმა რევოლუციამ“, რომლის შედეგადაც ტრანსპორტზე ფართო გავრცელება მოიპოვა როგორც მშრალი, ასევე თხევადი ტვირთების კონტეინერებით გადაზიდვამ. ამ სიახლემ მოიტანა გადაზიდვების ინტერმოდალურობის დონის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი ზრდა [3]. კონტეინერების დატვირთვა-განტვირთვა ხდება ავტომატურ რეჟიმში, რამაც ხელი შეუწყო გადატვირთვის დროის შემცირებას და მოწყობილობების ეფექტური გამოყენების გაზრდას [4]. შემდგომმა კონტეინერიზაციამ განაპირობა გადაზიდვებში „კარიდან-კარამდე“ სერვისის განვითარება და ინტერმოდალური სატრანსპორტო სისტემების ფორმირება.

ინტერმოდალური (ანუ მულტიმოდალური) გადაზიდვები - არის ტვირთების რამდენიმე თანმიმდევრული სახის ტრანსპორტით ხშირად უნიფიცირებული ფორმით

გამჭოლი გადაზიდვა (კონტეინერებში, ქვეშებზე, საძირებზე და ა.შ.), გაგზავნის ადგილიდან დანიშნულების ადგილამდე.

ისტორიული განვითარების ყველა ეტაპზე, საზოგადოებრივ-ეკონომიკურ ფორმაციის სტადიაზე დამოუკიდებლად, სატრანსპორტო სისტემა შედგება შემდეგი ელემენტებისაგან:

1. სატრანსპორტო ობიექტები და გადამზიდავი საშუალებები

- სატრანსპორტო საშუალებები;
- სატრანსპორტო მიმოსვლის გზები
- სატრანსპორტო ტერმინალები.

2. ფორმალური და/ან არაფორმალური (უპირველესად საპორტო და სავაჭრო ტრადიციები) საკანონმდებლო-ადმინისტრაციული ბაზა;

3. დოკუმენტობრუნვა და ინფორმაციული ტექნოლოგიები.

სატრანსპორტო სისტემის ელემენტების სტრუქტურა და შემადგენლობა შეესაბამება საზოგადოების სოციალურ-ეკონომიური განვითარების დონეს. მაგალითად, თუ ნაოსნობის განვითარების ადრეულ ეტაპებზე ჭარბობდა არაფორმალური საკანონმდებლო-ადმინისტრაციული ბაზა (რაც პირველ რიგში გამოვლინდებოდა საპორტო და სავაჭრო წეს-ჩვეულებებში), დღევანდელ ეტაპზე თითქმის ყველა ქვეყანაში მოქმედებს მეტნაკლებად ფორმალიზებული რეგულირების წესები. რაც შეეხება დოკუმენტობრუნვას და ინფორმაციულ ტექნოლოგიებს, ამ თვალსაზრისით ტვირთზიდვის ძირითად დოკუმენტს წარმოადგენს კონოსამენტი, რომლის გამოყენება ჯერ კიდევ III საუკუნეში დაიწყო რომის იმპერიაში. ხოლო ელექტრონულმა დოკუმენტობრუნვამ ფართოგავრცელება ჰპოვა მხოლოდ XX საუკუნის ბოლოს ინფორმაციული ტექნოლოგიების სწრაფი განვითარების საფუძველზე.

ისტორიულ პერიოდზე დამოუკიდებლად სატრანსპორტო სისტემას აქვს ხაზობრივ-კვანძური (ქსელური) სტრუქტურა. სატრანსპორტო გზები და სატრანსპორტო ტერმინალები წარმოადგენენ სატრანსპორტო სისტემის შესაბამის ხაზობრივ და საკვანძო ელემენტებს. თითოეული მოცემული ელემენტის და აგრეთვე თანამედროვე ეტაპზე

გამოყენებული სატრანსპორტო საშუალებების დახასიათება მოცემულია ქვემოთ. **სატრანსპორტო გზები (ხაზოვანი ელემენტი).** საზღვაო გადაზიდვებში სატრანსპორტო გზებს წარმოადგენენ გემსავალი მაგისტრალები, რომლებითაც ცურავენ გემები გადაზიდვების შესრულების პროცესში.

ინტერმოდალურ გადაზიდვებში [2] საზღვაო ტანსპორტი გახდა ტვირთის საზღვაო გზით მიწოდების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ეტაპი, რომელიც როგორც წესი შეადგენს ტრანსკონტინენტალური მარშრუტის უდიდეს ნაწილს. ინტერმოდალურ სატრანსპორტო სისტემებში სატრანსპორტო გზების როლში გამოდიან სატრანსპორტო დერეფნები ანუ გადაზიდვების მარშრუტები, რომელთა ინფრასტრუქტურა - სატრანსპორტო საშუალებების და მოწყობილობების პარკი, სამართლებრივი ურთიერთობები, წესები და ინსტრუქციები, ბიზნესის წარმოების პირობები, პერსონალის კვალიფიკაცია და ა.შ. იძლევა სწრაფი, ეფექტური, საიმედო და იაფი მიწოდების შესაძლებლობას [5].

2016 წლიდან მსოფლიო საკონტეინერო გადაზიდვების ლიდერები ხდებიან კომპანიები Maersk (დანია), MSC CMA (შვეიცარია) და CGM (საფრანგეთი). ჯამში ეს სამი ევროპული სატრანსპორტო-გადამზიდავი კომპანია აკონტროლებს ევრაზიულ სატრანსპორტო - ლოგისტიკური დერეფნებში ევროპის და აზიის აღმოსავლეთ-დასავლეთის მიმართულებაზე შესრულებული გადაზიდვების მესამედზე მეტს.

1.2. საზღვაო პორტების კლასიფიკაცია და ძირითადი ფუნქციები

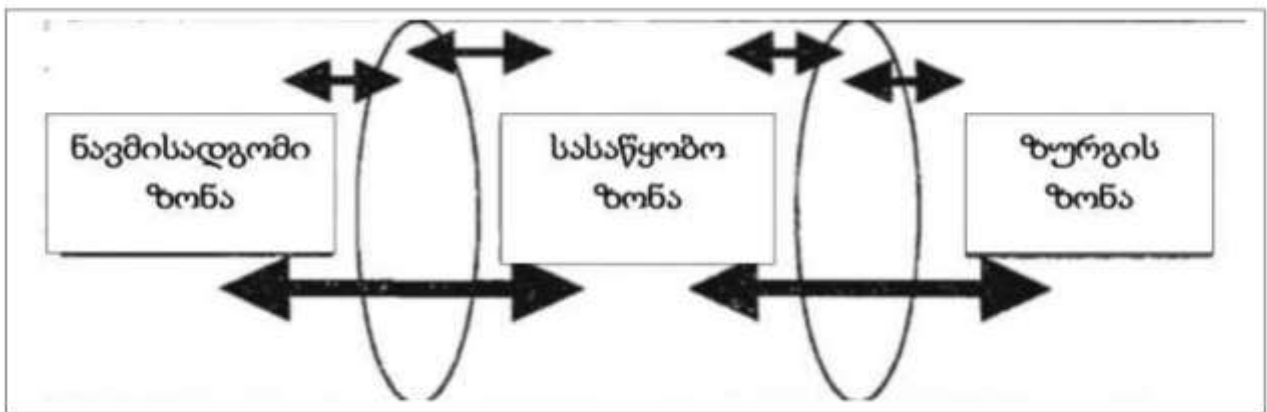
საერთაშორისო სატრანსპორტო გადაზიდვების საკვანძო ობიექტებს წარმოადგენენ საზღვაო პორტები, რომლებიც იმყოფებიან რა მკაცრ კონკურენტულ მდგომარეობაში მუდმივად ხვეწავენ მომსახურების პირობებს რათა მოახდინონ დიდი რაოდენობის ტვირთგამგზავნების მოზიდვა და გაზარდონ გატარებული ტვირთნაკადების მოცულობები. თანამედროვე საზღვაო პორტი არის რთული სატრანსპორტო კომპლექსი, რომელსაც უნდა გააჩნდეს მრავალფეროვანი ფუნქციონალური შესაძლებლობები. მძლავრი საპორტო კომპლექსებისათვის დამახასიათებელია ყველა ძირითადი

სატრანსპორტო კომუნიკაციების (საწყლო, საავტომობილო, სარკინიგზო, საჰაერო და მილსადენური) ახლო მისადაგომობა.

საზღვაო პორტების სტრუქტურული შემადგენლობა შეიძლება მოიცავდეს:

1. პორტის საზღვაო ადმინისტრაციას;
2. ტვირთების მიხედვით სპეციალიზირებულ ტერმინალებს, რომლებიც დაყოფილია ცალკეულ ნავმისადგომებად (причалы);
3. ტვირთების დასაწყობებისათვის საჭირო მოედნებს და სასაწყობო შენობა-ნაგებობებს;
4. ტვირთების გადამუშავების და ტრანსპორტირების პროცესების განმახორციელებელ ექსპედიტორულ, სადაზღვევო და ლოჯისტიკური კომპანიებს.

პორტის საზღვაო ადმინისტრაცია ასრულებს პორტის მიერ განხორციელებული ფუნქციების მმართველი და მაკონტროლებელი ორგანოს როლს; აგრეთვე იგი ითავსებს საპორტო ტერიტორიაზე განლაგებული ტვირთმზიდავი და მგზავრების გადამყვანი კომპანიების მართვის და კონტროლის ფუნქციებსაც. ტერმინალები ზოგად შემთხვევებში (ნავთობგადამტვირთი ტერმინალების გარდა) მოიცავენ სამ ძირითად ზონას - ნავმისადგომის ზონას, სასაწყობო მოედანს და მიწისზედა ტრანსპორტთან ურთიერთქმედების ზურგის ზონას; აგრეთვე შიგასაპორტო ტრანსპორტით დამაკავშირებელ ორ ზონას. საპორტო ტერმინალის სატრანსპორტო-ტექნოლოგიური სტრუქტურა სქემატურად მოცემულია ნახაზზე 1.1.



ნახ. 1.1. საპორტო ტერმინალის სატრანსპორტო-ტექნოლოგიური სქემა

პორტების ძირითად ფუნქციებს დატვირთვა-განტვირთვის და სატრანსპორტო-გამანაწილებელი სამუშაოების შესრულება წარმოადგენს. ზოგჯერ ამათ ემატება სამრეწველო საწარმოო საქმიანობაც. უფრო რთული სივრცითი და სატრანსპორტო-ტექნოლოგიური სტრუქტურა აქვთ სამრეწველო - საპორტო კომპლექსებს, რომელთა შემადგენლობაში შედის როგორც საპორტო ნაგებობები, ანუ პორტისპირა სამრეწველო საწარმოებიც. საპორტო კომპლექსებიდან ბიზნესსაწარმოების მინიმალურ მანძილზე დაშორებით იქმნება ხელსაყრელი პირობები ამ საწარმოებში შექმნილი პროდუქციის მომხმარებლებამდე ეფექტური ტრანსპორტირებისათვის დამატებითი დროითი და ფინანსური დანახარჯების გარეშე.

პორტისპირა სამრეწველო საწარმოების წარმატებული ფუნქციონირების მაგალითს იძლევიან როტერდამის და ანტვერპენის პორტები ბალტიის ზღვაზე. ბალტიის ზღვის სხვა პორტებიც აქტიურად განიხილავენ პორტისპირა სამრეწველო კომპლექსების შექმნის პერსპექტივებს. ექსპორტზე ორიენტირებული სასოფლო-სამეურნეო, სამრეწველო, ნავთობგადამამუშავებელი და სხვა სახის ბიზნეს საწარმოთა შექმნა პორტისპირა ზონებში, სრულად შეესაბამება ევროპის და მთლიანად მსოფლიოს საპორტო-სამრეწველო კომპლექსების გავრვითარების თამნამედროვე ტენდენციებს.

მრავალფეროვანი ეკონომიკურ-გეოგრაფიული ინფორმაციის სისტემატიზაციის მიზნით გამოიყოფა ცალკეული მახასიათებლების და თვისებების მიხედვით მოწესრიგებული მონაცემთა ჯგუფები, რომლებიც საფუძვლად უდევს პორტების კლასიფიკაციის სისტემას. უცხოელი მკვლევარების მიერ შემოთავაზებულია პორტების კლასიფიკაციის რამდენიმე ვარიანტი. ისინი განსხვავდებიან სხვადასხვა მაჩვენებლებით, რომლებიც მთლიანობაში აფასებენ როგორც პორტების მუშაობას (ტვირთბრუნვა, მგზავრთბრუნვა), მათ ტიპიურ მაჩვენებლებს (ოპერაციული პროცესები და სტანდარტული საპორტო მომსახურებები), ასევე მათ სხვებისაგან განმასხვავებელ ნიშნებს (ცალკეული გადასაზიდი ტვირთები, დამატებითი მომსახურებები), და ფუნქციონირების ცალკეული თავისებურებები (ბუნებრივ-კლიმატური, ადმინისტრაციული). გამოყოფენ საზღვაო

პორტების რამდენიმე სახის კლასიფიკაციას ეკონომიკური, გეოგრაფიული, ტექნიკური, ეკოლოგიური და სხვა მახასიათებლების მიხედვით.

მაგალითად, ბალტიის პორტების საერთაშორისო ორგანიზაციის მონაცემების მიხედვით ბალტიის ზღვის რეგიონში განლაგებულია 520-მდე სხვადასხვა ზომის და მნიშვნელობის ხარისხის მქონე საზღვაო პორტი და სატვირთო ტერმინალი. მათი გეოგრაფიული განაწილების მთავარ განსაკუთრებულობას წარმოადგენს გადასაზიდი ტვირთების მაღალი კონცენტრაცია სხვა 15 განსაკუთრებით დიდ პორტში და მცირე გადაზიდვითი შესაძლებლობების მქონე პორტების დიდი წილი.

განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს პორტების გეოგრაფიულ მდებარეობის თავისებურებებს ეკონომიკური ცენტრების და სატრანსპორტო კომუნიკაციების მიმართ, ბუნებრივ და კლიმატურ პირობებს (ტემპერატურული რეჟიმი, აკვატორიის სიღრმე და გემის შემომსვლელი არხის სიგრძე), რომლებთანაც დაკავშირებულია პორტების სპეციალიზაცია, შესაძლო პერსპექტივები და განვითარების შემზღუდავი ფაქტორები.

პორტის აკვატორიის სიღრმეები განსაზღვრავს მასში შემსვლელი გემების ზომებს, რითაც იზღუდება ტვირთბრუნვის პოტენციური ზრდის შესაძლებლობები. თანამედროვე საერთაშორისო საზღვაო გადაზიდვებში დომინირებენ საშუალო და დიდი წყალწყვის ხომალდები, რომლებსაც პორტებში შესვლა შუძლიათ მხოლოდ საკმაოდ ღრმა არხების (14-18მ) მეშვეობით. ევროპის ქვეყნებში (გერმანია, დანია) სტანდარტულად ითვლება 16-18 მეტრი სიღრმის არხები, რომელშიდაც გაივლიან 60 ათასი ტონის წყალწყვის მქონე გემები. საქართველოს, უკრაინის და რუსეთის შავი ზღვის პორტებში ასეთი სიღრმეები ძირითადად არ აჭარბებს 12 მეტრს, რაც ზღუდავს გემების გავლას (მხილოდ 25 ათას ტონამდე). გარდა ამისა შავი ზღვის პორტებისათვის გათვალისწინებული უნდა იყოს ის შეზღუდვები და რეგულაციები, რომლებსაც თურქეთის რესპუბლიკა აწესებს თავის კონტროლის ქვეშ არსებული ბოსფორის და დარდანელის სრუტეებში, მარმარილოს ზღვაში გამავალ გემებზე, რომელთა გავლის შედეგადაც ისინი უნდა მოხვდნენ შავ ზღვაში. ეს შეზღუდვები განსაკუთრებით ეხება დიდი ტევადობის ნავთობმზიდ ტანკერებს.

პორტების კლასიფიკაცია ქვეყნის ეკონომიკისათვის მათი მნიშვნელობის მიხედვით. საზღვაო პორტები იყოფიან მსოფლიო, საერთაშორისო და ადგილობრივი მნიშვნელობის პორტებად. შავი ზღვის პორტების უმრავლესობა ადგილობრივი და საერთაშორისო მნიშვნელობისაა, რომლებიც ასრულებენ გადაზიდვებს შავი და ხმელთაშუა ზღვების აკვატორიების ფარგლებში. მსოფლიო მნიშვნელობის შეიძლება იყოს პორტი, რომელიც წლის განმავლობაში ახდენს ათეულობით მილიონი ტონა ტვირთის ოპერირებას და ემსახურება გადაზიდვებს მსოფლიოს შორეულ რეგიონებს და კონტინენტებს შორის.

პორტების კლასიფიკაცია ძირითადი დანიშნულების მიხედვით. ასეთი კლასიფიკაცია საშუალებას გვაძლევს წარმოვადგინოთ მათი საქმიანობა სპეციალიზაციის გათვალისწინებით. თუმცა თანამედროვე ეტაპზე ცოტა პორტს აქვს მხოლოდ ერთი ფუნქციონალური დამოკიდებულება. ფუნქციების მრავალფეროვნება პორტების უმრავლესობას აძლევს საშუალებას, რომ ის პირობითად ეკუთვნოდეს ამა თუ იმ ტიპის პორტს.

შესასრულებელი ფუნქციების მიხედვით პორტები შიძლება დაიყოს რამდენიმე ჯგუფად: მრავალფუნქციური (ანუ უნივერსალური), სამრეწველო, მრეწველობის სხვადასხვა დარგის მომსახურე, ტრანზიტული (ტვირთების ტრანზიტული გადაზიდვა), ლოჯისტიკური განაწილებითი ფუნქციებით (დასაწყობების და შემდგომი ტრანსპორტირების სისტემებზე დაფუძნებული); ვიწროსპეციალიზაციით (ცალკეული სახის ტვირთების გადაზიდვებზე ორიენტირებული), სამგზავრო.

პორტების უმრავლესობა წარმოადგენს სავაჭრო პორტებს, ვიწროსპეციალიზირებულ პორტებს შორის გამოიყოფა თევზსაჭერი, სამხედრო და განსაკუთრებული დანიშნულების. სავაჭრო პორტები იყოფიან საერთო დანიშნულების, უნივერსალურ (ემსახურებიან სხვადასხვა სახის ტვირთებს) და სპეციალიზირებულს, რომლებიც ასრულებენ განსაზღვრული ტიპის გადაზიდვებს (ნავთობგადამზიდი, საკონტეინერო, გენერალური ტვირთების გადამზიდი). თევზსაჭერი პორტები დაკავშირებული არიან თევზსაჭერ რეგიონებთან და ემსახურებიან თევზის გადამუშავებას; სამხედრო პორტი წარმოადგენს

სამხედრო-საზღვაო ფლოტის გემების მიწერის ადგილს. განსაკუთრებული დანიშნულების პორტი შეიძლება მივაკუთნოთ ისეთი პორტები, რომლებიც ემსახურებიან საბორნე გადაზიდვებს.

საზღვაო პორტების კლასიფიკაცია ტვირთბრუნვის მიხედვით ბალტიის პორტების მაგალითზე. ტვირთბრუნვის სიდიდე წარმოადგენს პორტის ფუნქციონირების ყველაზე მეტად მნიშვნელოვან მაჩვენებელს. ბალტიის საზღვაო პორტების დანაწილება ამ მაჩვენებლის მიხედვით მოწმობს მცირე და ძალიან მცირე პორტების (1 მილიონ ტონაზე ნაკლები) შედარებით მაღალ კუთრ წონაზე (90%-ზე მეტი). მცირე და საშუალო ტვირთბრუნვის პორტები თამაშობენ მნიშვნელოვან როლს რეგიონული მნიშვნელობის ადგილობრივი და საერთაშორისო გადაზიდვებისათვის, რომლებიც ემსახურებიან ბალტიის ქვეყნების საგარეო ეკონომიკურ კავშირებს. ბალტიის ზღვის პორტები, რომელთა ტვირთბრუნვა მეტია 10 მილიონ ტონაზე მოცემულია მეორე ცხრილში, ცხრილიდან ჩანს, რომ ბალტიის უდიდესი პორტების ხუთეულში, რომეთა წლიური ტვირთბრუნვა წელიწადში 20-დან 40 მილიონ ტონამდეა, შედიან სანკტ-პეტერბურგი, ტალინი, გეტებორგი, ვენტსპილსი და როსტოკი. ისინი წარმოადგენენ საერთაშორისო უნივერსალურ, მრავალფუნქციურ საპორტო კომპლექსებს, რომლებიც ემსახურებიან სხვადასხვა ტიპის ტვირთებს (გამონაკლისია ვენტსპილსის პორტი, რომელიც ემსახურება ნავთობის გადატვირთვას).

პორტების კლასიფიკაცია გემთბრუნვის მიხედვით. ამა თუ იმ პორტის ადგილის განსაზღვრის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან კრიტერიუმს მისი მუშობის მაჩვენებლები წარმოადგენს, რომელიც გამოსახულია პორტის გემთბრუნვის მოცულობით, ანუ პორტში შემოსული და პორტიდან გასული გემების სარეგისტრო ტონების რაოდენობით. საერთაშორისო პრაქტიკაში გემის ტევადობის ერთეულად გამოიყენება სარეგისტრო ტონა, რომელიც ტოლია 100 კუბური ფუტის (2,83 კუბური მეტრი). (გემის სათავსოების სრული მოცულობა არის სარეგისტრო ტონაჟი ბრუტო, ხოლო გემის იმ სათავსოების მოცულობა რომლებიც დანიშნულია ტვირთების გადასაზიდად და მგზავრების გადასაცვანად არის სარეგისტრო ტონაჟი ნეტო). ფ.მორგანი ნაშრომში [3, გვ 14] თავაზობს პორტების დაყოფას

გემთბრუნვის მიხედვით, სადაც უნივერსალური მაჩვენებლის სახით გამოყო პორტში შემომავალი გემების სარეგისტრო ტონაჟი-ნეტო. მან 1 მილიონ ტონაზე მეტი სარეგისტრო ნეტო-ტონის გემთბრუნვის ყველა პორტები დაყო 9 ჯგუფად 0,5 მილიონი ტონის ინტერვალით. თუმცა ეს კლასიფიკაცია ძალზე პირობითია, რადგანაც იგი არ ითვალისწინებს ფაქტიურ ტვირთბრუნვას, რის გამოც ერთ ჯგუფში ხვდებიან როგორც სრულიად პატარა, ასევე უდიდესი მსოფლიო პორტები.

პორტების კლასიფიკაცია ტვირთბრუნვის სტრუქტურის მიხედვით. როგორც წესი, დიდ და საშუალო პორტებს აქვთ ტვირთბრუნვის უნივერსალური სტრუქტურა. პორტების ტვირთბრუნვის სტრუქტურა ასახავს არსებით განსხვავებებს გარე სავაჭრო ურთიერთობების განვითარებაში და მასში ექსპორტ-იმპორტის მდგენელს რეგიონის ქვეყნების მიხედვით.

ყველა სახის საპორტო მომახურების ბალტიის ბაზარზე დომინირებს შვეცია. ამ ბაზარზე ასევე მაღალი პოზიციები უჭირავთ ფინეთის დანიის გერმანიის და ნორვეგიის პორტებს.

ბალტიის ზღვის პორტების თითქმის ნახევარი სატვირთოსთან ერთად მგზავრთა გადაყვანის ოპერაციებსაც ასრულებს. ყველაზე დიდ მგზავრთბრუნვას შვეციის, დანიის და ფინეთის პორტები ასრულებენ, რომლებიც ძირითადად ორიენტირებული არიან რეგიონის ქვეყნებს შორის საბორნე გადაზიდვებზე.

პორტების კლასიფიკაცია კონტეინერების ბრუნვის მიხედვით. მსოფლიოს ეკონომიკაში და საერთაშორისო ვაჭრობაში ერთ-ერთი ახალი მიმართულება გადაზიდვების „კონტეინერიზაციაა“. საზღვაო გადაზიდვებში დაწყებულმა კონტეინერიზაციის პროცესმა სწრაფი განვითარება ჰპოვა სხვა სახის ტრანსპორტზედაც წინა საუკუნის ბოლო ათწლეულებში, რომ ისეთი კრიტერიუმების მიხედვით როგორებიცაა განლაგება, ჰინტერლანდის ანუ მიმდებარე ტერიტორიის როლი და სერვისის მახასიათებლები პორტები კლასიფიცირდებიან ოთხ სახეობად: ძირითადი პორტი, მიზიდვის ცენტრი, რეგიონალური პორტი და მცირე პორტი. მცირე პორტი არის მცირე ზომების საზღვაო პორტი, რომელსაც შეუძლია 1000 TEU-მდე ტევადობის გემების

მიღება. მცირე პორტის სატვირთო ბაზა პატარაა, ხოლო ტვირთების მოზიდვის ზონა 100 კილომეტრამდეა.

რეგიონალური პორტი წარმოადგენს რეგიონული მნიშვნელობის პორტს და შეუძლიათ უფრო მეტი ტვირთნაკადების გადამუშავება მცირე პორტებთან შედარებით. რეგიონალური პორტები აგრეთვე გამოირჩევიან უფრო გაფართოებული სატვირთო ბაზით (500 კმ-მდე) და შეუძლიათ 2000-დან 4000 TEU-მდე ტევადობის გემების მიღება. რეგიონალური პორტი ხასიათდება ტვირთების მოზიდვის უფრო ფართო სამრეწველო და სოციალური ზონებით, თუმცა ისევე, როგორც მცირე პორტებს, მათაც არ აქვთ მნიშვნელოვანი როლი საზღვაო ქსელებში.

1.3.მცირე პორტების როლი რეგიონში მცირე და საშუალო ბიზნესის განვითარების თვალსაზრისით

დარგის ექსპერტების აზრით რეგიონის ეკონომიკის და პორტების განვითარებას შორის არსებობს პირდაპირი ურთიერთდამოკიდებულება და ის ქალაქები და დაბები სადაც არსებობს პორტი, ფლობენ კონკურენტულ უპირატესობებს. ცხრილში 1.1. მოცემულია რეგიონის განვითარებაზე პორტების გავლენის მაჩვენებლების შეფასება.

ცხრილი 1.1.

პორტების გავლენა რეგიონის ეკონომიკურ განვითარებაზე

გავლენის ხასიათი	დადებითი	უარყოფითი
პირდაპირი	- პორტის, როგორც საწარმოს ეკონომიკური საქმიანობა (გადასახადები); -სამუშაო ადგილების შექმნა	გარემოზე ზემოქმედება
ირიბი	-წინაპირობების შექმნა რეგიონში წარმოების განსავითარებლად; -პორტთან დაკავშირებული დარგების ფორმირება (დამატებითი ლოგისტიკური სერვისები) - ბაზრებზე მიწოდების და გასაღების რესურსების გაუმჯობესება	დატვირთვა საავტომობილო გზებზე (საგზაო საფარის გაუარესება)

სამუშაო ადგილების შექმნა

გამოკვლევები აჩვენებენ პირდაპირპროპორციულ დამოკიდებულებას პორტის ტვირთბრუნვასა და პორტში დასაქმებულებს შორის [7]. ტვირთბრუნვის 1 მლნ ტომნამდე გაზრდა მოკლევადიან პერსპექტივაში პორტის ტვირტების მოზიდვის ზონაში იწვევს დასაქმებულთა რიცხვის ზრდას, მაშინ, როდესაც შორეულ პერსპექტივაში გავლენა გაცილებით ძლიერდება და შეიძლება გამოიწვიოს დამატებით რანდენიმე ათასი სამუშაო ადგილის შექმნა. დადგენილია, რომ პორტის ტვირთბრუნვის ზრდის გავლენა სამუშაო ადგილების შექმნაზე აგრეთვე დამოკიდებულია კონკრეტული პორტების ინსტიტუციონალურ მახასიათებლებზე, ამასთან უნდა აღინიშნოს, რომ კერძო საკუთრებაში არსებული პორტები უფრო მეტ გავლენას ახდენენ დასაქმებაზე რეგიონში სახელმწიფო მმართველობაში არსებულ პორტებთან შედარებით [7]. საჭიროა აღინიშნოს, რომ პორტის გავლენას რეგიონის დასახლების მაჩვენებლებზე ინფორმაციული ტექნოლოგიების განვითარების და კაპიტალტევადი საპორტო მოწყობილობების ექსპლუატაციაში გაშვების შედეგად, აქვს კლების ტენდენცია.

სამომხმარებლო ბაზრებზე მიღწევადობის გაუმჯობესება

პორტების საქმიანობის შედეგად წარმოქმნილი სატრანსპორტო დანახარჯების შემცირება ხელს უწყობს რეგიონის მცირე და საშუალო ბიზნესის წარმომადგენლებს, რომ მათ შეიძინონ რესურსები გაცილებით ფართო ბაზრებზე უფრო დაბალ ფასებში და სამიზნე ნუშნულად გაიხადონ ის დარგები, რომლებშიდაც რეგიონის ეკონომიკას აქვს კონკურენტული უპირატესობები და თავის ბიზნესსაწარმოებში შექმნილი პროდუქციით გავიდნენ გასაღების ახალ ფართო ბაზრებზე მინიმალური დანახარჯებით.

წინაპირობების შექმნა რეგიონში მცირე და საშუალო ბიზნესის განვითარებისათვის

პორტები წარმოადგენს მიმზიდველ ტერიტორიას სამრეწველო კლასტერების შესაქმნელად, რომლებიც თავის მხრივ ახდენენ პირდაპირ დადებით გავლენას რეგიონის

ეკონომიკურ განვითარებაზე. ემარკუზენი გამოყოფს ოთხი ტიპის ასეთ სამრეწველო რაიონს (*industrial districts*):

- მარშალიანური სამრეწველო რაიონი წარმოადგენს რეგიონს რომელშიდაც ბიზნეს სფერო წარმოდგენილია მცირე ადგილობრივი კომპანიებისაგან და გადაწყვეტილებები მათ ინვესტირებასა და წარმოების მასშტაბებზე მიიღება რეგიონის ფარგლებში. იტალიური ტიპის კლასტერის ფარგლებში, რომელსაც ემატება მარშალიანური, რეგიონში მომუშავე კომპანიები მიზანმიმართულად ურთიერთქმედებენ ერთმანეთზე (ინფორმაციის და წარმოების გეგმების გაცვლა და ა.შ.). მარშალიანური სამრეწველო კლასტერის კლასიკურ მაგალითად შეიძლება გამოდგეს იტალიის ჩრდილოეთში მდებარე რეგიონები, რომლებიც სპეციალიზირებული არიან დიზაინზე, ავეჯის და კერამიკის წარმოებაზე.

- “hub and spoc” ტიპის სამრეწველო რაიონები;

ამ ტიპის სამრეწველო რაიონები ქმნიან რეგიონებს, რომლებშიდაც ძირითადი კომპანიები გამოდიან ე.წ. „ჰაბის“ როლში და ქმნიან სამრეწველო ექსელს მათ ირგვლივ განლაგებული მომწოდებელი ფირმების მიმართ, მაგალითის სახით შეიძლება გამოვყოთ ისეთი ქალაქები, როგორებიცაა: სიეტლი და ნიუ-ჯერსი აშშ-ში, ტოიოტა სიტი იაპონიაში, სან ხოსე ბრაზილიაში.

- სატელიტური;

სატელიტური ტიპის კლასტერებში ჭარბობენ მსხვილი კომპანიები, რომელთა წარმოების მასშტაბები და ინვესტირება ცილდება რეგიონის ფარგლებს.

საპორტო სიმპლავრების განსათავსებლად ყველაზე უფრო მიმზიდველი ადგილის შეჩვევა ეფუძნება ლოგიკური ჯაჭვის სამი მდგენელის ხარისხის და საიმედოობის ანალიზს, ესენია:

1)სანავიგაციო მისადგომობა.

ფასდება მოცემულ ტერიტორიაზე განლაგებული პორტის შესაძლებლობით მიიღოს ამ რეგიონისათვის ტიპური გემები. ამრიგად, ყოველი ბასეინისათვის უმრავლესი გემების ტიპური კონფიგურაცია განსაზღვრავს პორტის სანავიგაციო

ინფრასტრუქტურის განვითარების მიმართულებას. პორტის სანავიგაციო ხელმისაწვდომობას უმთავრესად განსაზღვრავენ ორი მახასიათებლით, ესენია : მისადგომი არხის ფიზიკური ზომები (სიღრმე, სიგანე, სიგრძე) და კლიმატური თვისებები (ღელვა, გაყინვა და ა.შ.)

2) საპორტო ნაგებობების განვითარების შესაძლებლობები.

საპორტო ინფრასტრუქტურის განვითარების პროცესში ერთ-ერთ უპირველეს ამოცანად ითვლება საპორტო ინფრასტრუქტურის ეფექტური და საიმედო მუშაობა. ძალიან მნიშვნელოვანია დატვირთვა-განტვირთვის კომპლექსის ეფექტურად ფუნქციონირება, სადაც ხდება გემების დატვირთვა და განტვირთვა, გემებიდან ნარჩენების მიღება და უტილიზაცია. ამასთანავე ინფრასტრუქტურის ისეთი ობიექტები, როგორებიცაა საბაჟო და შემოწმების ტერმინალები - აგრეთვე უნდა მუშაობდნენ ეფექტურობის მაღალი მაჩვენებლებით.

ფიზიკური ან ეკოლოგიური შეზღუდულობის მქონე პორტები (ტერიტორიები) ინვესტორებისათვის ვერ უზრუნველყოფენ ხანგრძლივი და სტაბილური განვითარების პერსპექტივებს.

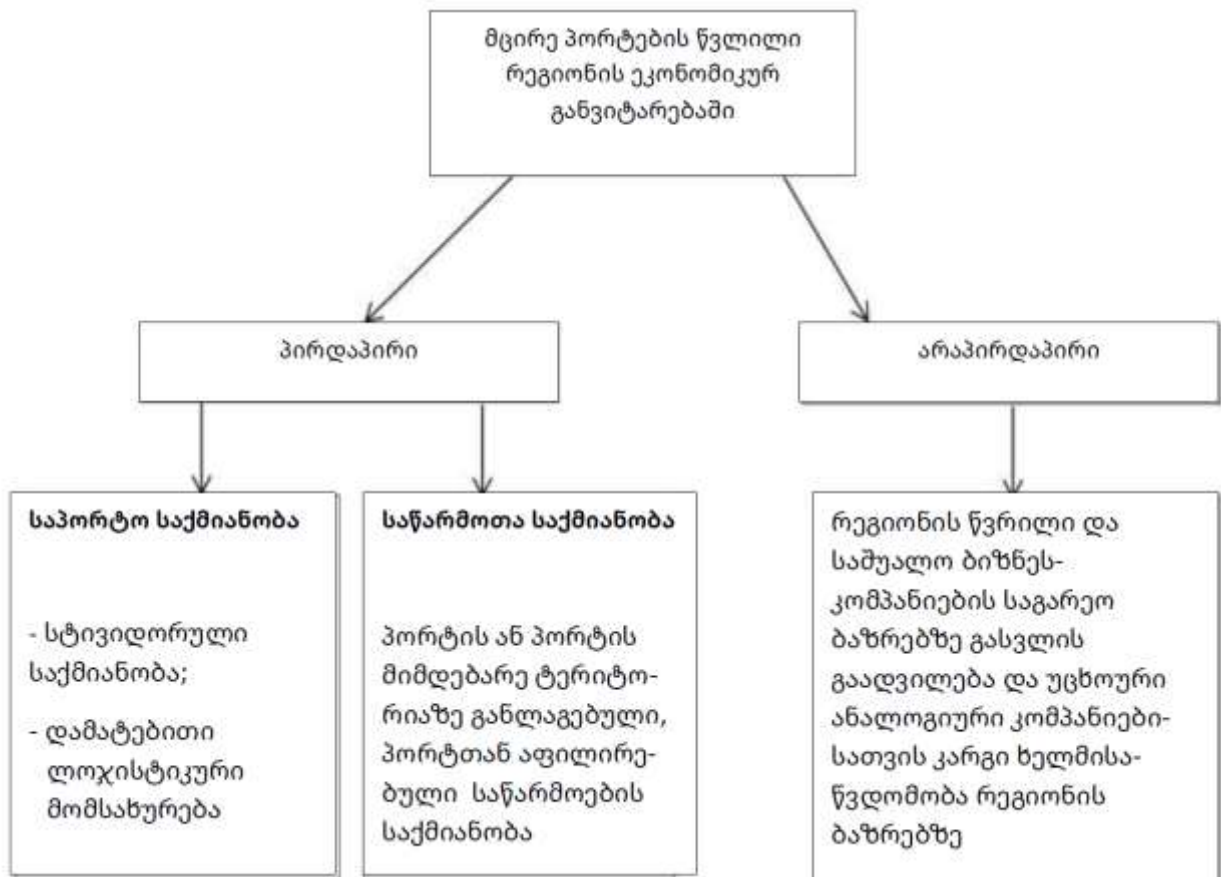
3) შიგა ხელმისაწვდომობა.

იმსათვის, რომ გარანტირებული იყოს შიგა ტერიტორიებზე განლაგებული ტვირთების ეფექტური ტრანსპორტირება წარმოშობის ადგილებიდან მოხმარების ადგილებამდე, პორტები უნდა უკავშირდებოდნენ მიწისზედა სავტომობილო და სარკინიგზო სატრანსპორტო ქსელებს. მდგრადი და საიმედო კავშირის გარეშე რეგიონის შიგა ტერიტორიებთან, პორტებს არ შეუძლიათ ტვირთმფლობელებს და მულტიმოდალური გადაზიდვების ოპერატორებს შესთავაზონ მარალი ხარისხის მომსახურება. ამიტომ პორტის შიგა ხელმისაწვდომობის ხარისხი არის ძალზე მნიშვნელოვანი მახასიათებელი, რომელიც პირდაპირ გავლენას ახდენს პორტის კონკურენტუნარიანობის მაჩვენებლებზე.

შავი ზღვის სამხრეთ კავკასიის რეგიონში პორტი-ჰაბების ფუნქციებს ასრულებს ბათუმის, ფოთის და ყულევის სამი პორტი. შევეცდებით იმის გარკვევას, რეგიონში მცირე

და საშუალო საზღვაო ბიზნესის შემდგომი განვითარების მიზნით არის თუ არა საკმარისი, რომ აღნიშნული პორტები გახდნენ საქართველოს შავიზღვისპირეთში სამეწარმეო საქმიანობის გაფართოების საფუძველი.

როგორც ბალტიისპირეთის ქვეყნების გამოცდილება გვიჩვენებს ზღვისპირა რეგიონებში და მთლიანად მიმდებარე გეოგრაფიულ გარემოში მცირე და საშუალო ბიზნესის ხელშეწყობის და შემდგომი განვითარების თვალსაზრისით განსაკუთრებული როლის შესრულება შეუძლიათ მცირე საზღვაო პორტების ქსელის შექმნას. მცირე პორტების მიერ შეტანილი წვლილი რეგიონის ეკონომიკის განვითარებაში შეიძლება იყოს როგორც პირდაპირი, ასევე ირიბი (ნახ 1.2)



ნახ 1.2. მცირე პორტის წვლილი რეგიონის ეკონომიკის განვითარებაში

ბალტიის ქვეყნების გამოცდილების ანალიზმა აჩვენა, რომ მცირე პორტების ძირითადი წვლილი მიმდებარე ზღვისპირა რეგიონების ეკონომიკის აღმავლობაში ამ ტერიტორიებზე მცირე და საშუალო ბიზნეს-საწარმოების ჩამოყალიბების და განვითარებისათვის ხელსაყრელი პირობების შექმნა წარმოადგენს.

მცირე პორტების სამეურნეო საქმიანობის გავლენა არაერთგვაროვანია: ისეთ შემთხვევაში თუ ნაციონალური ბიზნეს-კომპანია არაკონკურენტუნარიანია და არ შეუძლია რეგიონალურ ბაზარზე გაზრდილი დონის მოთხოვნებთან ადაპტირება, მაშინ ის იძულებული შეიქმნება შეწყვიტოს თავისი საქმიანობა და მის ნიშას ბაზარზე შეავსებს იმპორტული პროდუქცია. ეს რომ არ მოხდეს, მცირე პორტების შექმნით ჩნდება ახალი საწარმოთა შექმნის და არსებულის მოდერნიზაციის დამატებითი მოტივაცია.

ბიზნეს-საწარმოთა სივრცითი განლაგების პრინციის შესაბამისად, დღევანდელ ეტაპზე ყველაზე უფრო ოპტიმალურს წარმოადგენს წარმოების განვითარება არა იზოლირებულად, არამედ საერთაშორისო დონეზე შეთანხმებული ინდუსტრიული ზონების ან სამრეწველო კლასტერების ფარგლებში. ამ თვალსაზრისით მცირე პორტების როლი რეგიონში ერთობლივი ბიზნეს-საწარმოების აღჭურვაში და მათ მიერ შექმნილი პროდუქციის სწრაფი და იაფი საზღვაო-სამდინარო ტრანსპორტით მიწოდებაში შავი ზღვის აუზის ქვეყნების სამომხმარებლო ბაზრებზე ძალზე მნიშვნელოვანია.

აგლომერაციის და საერთაშორისო კოოპერაციის ეფექტების საფუძველზე შესაძლებელია მივიღოთ მზარდი შემოსავლები გამოდინარე წარმოების მასშტაბებიდან. განვიხილოთ ჰიპოთეზა, თუ რამდენად მიზანშეწონილია სამრეწველო კლასტერების შექმნა პორტების სიახლოვეს. ასეთი ჰიპოტეზის სამართლიანობას განსაზღვრავს:

1. მსოფლიოს ბიზნესის განვითარების თანამედროვე თავისებურებები;
2. საპორტო ზონებში განვითარებული სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურა;
3. საპორტო ტერიტორიებზე ან მათ სიახლოვეს თავისუფალი ეკონომიკური ზონების არსებობა.

განვიხილოთ ეს საკითხი უფრო დაწვრილებით.

მსოფლიო ბიზნესის განვითარების თანამედროვე თავისებურებები. საპორტო ზონებში ბიზნეს-საწარმოების განლაგების მიმზიდველობის ზრდაში თავისი წვლილი შეაქვს მსოფლიო ბიზნესის განვითარების დღევანდელ ტენდენციებს, კერძოდ კი ინტერნაციონალიზაციას და ტრანსნაციონალიზაციას, ასევე ტვირთზიდვის პროცესებში კონტეინერიზაციის ფართოდ დანერგვას.

დღევანდელ ეტაპზე საერთაშორისო ვაჭრობაში ტრანსნაციონალური კორპორაციების წილი 65% -ზე მეტია, ხოლო მსოფლიო სამრეწველო წარმოების სფეროში 50% აღწევს. ტრანსნაციონალური კორპორაციები აკონტროლებენ ტექნოლოგიური გამოგონებების და ე.წ. „ნოუ-ჰაუს“ 80% [8]. აგრეთვე ბოლო ათწლეულში ამ კორპორაციებმა მოახდინეს ორ ტრილიონ დოლარამდე ინვესტირება მოქმედი ბიზნეს-საწარმოების განვითარებაში, ხოლო ახალი სამრეწველო ობიექტების შექმნასა და შემოერთებაში 560 მილიარდი დოლარი დახარჯეს [9].

პორტები, როგორც გადატვირთვის პუნქტები, ეკონომიურად და ორგანიზაციულად მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ არა მარტო ტვირთების სრულყოფილი ლოგისტიკური გადამუშავების მიზნით, აგრეთვე როგორც მნიშვნელოვანი ხელშემწყობი ფაქტორი მიმდებარე ტერიტორიებზე სამრეწველო და აგროლოჯისტიკური პოტენციალის განვითარებისათვის.

საზღვაო საპორტო ინფრასტრუქტურის განვითარების რეგიონალური ასპექტები.

თანამედროვე პირობებში ეფექტური მართვა წარმოადგენს რეგიონების და მთელი სახელმწიფოს ეკონომიკური განვითარების მნიშვნელოვან ფაქტორს. ძალზე დიდია რეგიონების როლი კონკურენტუნარიანი გარემოს საწარმოო სუბიექტების, მათ შორის პორტების ჩამოყალიბების საქმეში.

საზღვაო პორტების განვითარება ახდენს მასტიმულირებელ გავლენას ტერიტორიული წარმონაქმნების ეკონომიკურ ზრდაზე, სამეწარმეო აქტივობაზე და კონკურენტულ შესაძლებლობებზე, ინვესტიციების და კვალიფიკაციური კადრების მოზიდვაზე, ინოვაციური ტექნოლოგიების განვითარებაზე. ხშირად საზღვაო პორტები

წარმოქმნიან ქალაქის ტიპის დასახლებებს, რომლებსაც რეგიონისათვის აქვს სოციალური ნიშნელობა.

საზღვაო ტრანსპორტი უზრუნველყოფს ინტენსიურ საგარეო ეკონომიკურ კავშირებს და მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ჩვენი ქვეყნის სატრანზიტო პოტენციალის რეალიზაციის პროცესებში.

შავი და ხმელთაშუა ზღვების ბასეინებით და მათი შენაკადი სანაოსნო მდინარეებით მოცულ ქვეყნებთან საგარეო-ეკონომიკური კავშირების გაზრდის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ფაქტორს მცირე სიმძლავრის საზღვაო პორტი წარმოადგენს.

რეგიონალურ დონეზე პორტების განვითარების ანალიზი აჩვენებს, რომ როგორც ცალკეული პორტების განვითარების უშუალო საკითხები, ასევე მათი საქმიანობის ზოგიერთი პროგნოზები (ბუნებრივია მათი განვითარების საკითხებიც) შეხებაშია პრაქტიკულად საქართველოს შავიზღვისპირა აკვატორიის მთელ ზოლთან და მიმდებარე რეგიონებთან.

საპორტო ინფრასტრუქტურის განვითარების ცალკეული საკითხები, რომლებიც არ უკავშირდება ქვეყნის ექსპორტ-იმპორტის და სატრანზიტო პოტენციალს, შეიძლება გადაეცეს უშუალოდ ზღვისპირა რეგიონებს. მაგალითად, ისეთი ღონისძიებების დაგეგმვა და განხორციელება როგორებიცაა კაბოტაჟური გადაზიდვების განვითარება, ან პორტებში ზღვის პროდუქტების სარეალიზაციო პუნქტების გამართვა საჭიროა გადაწყდეს რეგიონალურ დონეზე. მაგრამ საკითხისადმი ასეთი მიდგომის შემთხვევაში გათვალისწინებული უნდა იყოს ქვეყნის პორტების განვითარების სტრატეგიული მიმართულებები, რომ ადგილობრივი ორგანოების გადაწყვეტილებები მასთან წინააღმდეგობაში არ მოვიდეს.

მიუხედავად შავიზღვისპირა საპორტო კომპლექსების ინტენსიური განვითარების გეგმებისა, მაინც არსებობს სისტემური ხასიათის შემაფერხებელი ფაქტორები, რომლებიც ხელს უშლიან საპორტო საქმიანობის განვითარებას და ამცირებენ მათ კონკურენტუნარიანობას:

- სახელმწიფო სტრუქტურების და კერძო ბიზნესის ნაკლებადეფექტური ურთიერთქმედება საპორტო ინფრასტრუქტურის განვითარების საქმეში;
- პორტის გეოგრაფიული მდებარეობის თავისებურებები: მცირე სიღრმეები, გრძელი მისასვლელი არხები, კლიმატურ-მეტეოროლოგიური პირობები, დაშორება ტრანსკონტინენტალური გადაზიდვების ძირითადი მიმართულებებიდან;
- გამშვები პუნქტების მუშა რეჟიმების და პროცედურების შეუსაბამობა წარმატებულ მსოფლიო პრაქტიკასთან;
- პორტებში მიწის და სხვა ქონებრივი ურთიერთობების არასაკმარისი დარედულირება;
- მსოფლიო პრაქტიკაში მიღებული საგადასახადო და საბაჟო პრეფერენციების, მათ შორის პორტებისთვის თავისუფალი ეკონომიკური ზონის შექმნის პროცედურების სირთულეები.

მსოფლიოს საპორტო ინფრასტრუქტურის განვითარების სტრატეგიის ცალკე პრიორიტეტს წარმოადგენს ინტენსიური თანამშრომლობა პორტებს შორის და იმ სახელმწიფო თუ ბიზნესსტრუქტურებთან რომლებიც ხელს შეუწყობენ საერთო ეფექტურ განვითარებას. ამ სტრატეგიის მიხედვით თანამშრომლობა ითვალისწინებს პორტის საქმიანობაში მონაწილე მხარეებს შორის გარკვეულ ურთიერთობებს. ურთიერთქმედებების დონის მიხედვით თანამშრომლობა შეიძლება ატარებდეს ქვეყნებსშორის, რეგიონალურ და პორტისშიგა ხასიათს. ხოლო ურთიერთქმედებების ტიპების მიხედვით თანამშრომლობა პირობითად შეიძლება იყოს ინსტიტუციონალური (მაგალითად, გამოცდილების ინსტიტუციონალური გაცვლა ქვეყნის დონეზე), ინდუსტრიალური (მაგალითად, პრაქტიკული მუშაობის გამოცდილების გაცვლა ცალკეული პორტების დონეზე) და კომერციული (მაგალითად, ერთობლივი საწარმოების შექმნა). დონისძიებები, რომლებიც გულისხმობენ პორტებსშორის და პორტისშიგა თანამშრომლობას ცოდნის და გამოცდილების გაზიარების, რეგიონალური ურთიერთხელსაყრელი ურთიერთქმედების ზონების შექმნის მიზნით, აქვთ დამატებითი

პრიორიტეტი პორტების განვითარების სტრატეგიაში. აქ შეიძლება გამოიყოს განსაკუთრებით პრიორიტეტული მიმართულებები:

- მუშა მოედნების ორგანიზაცია მოწინავე პრაქტიკული გამიცდილების გასაზიარებლად და თანამშრომლობის შესაძლებლობების განხილვისათვის;
- პორტისგარე და პორტისშიგა ელექტრონული დოკუმენტბრუნვის ხელშეწყობა და დანერგვა;
- დისტრიპარკების მოწყობა და რეგიონალური მულტიმოდალური კავშირების განვითარება ლოგისტიკურ ჯაჭვებში საქონლის მოძრაობაზე სატრანსპორტო დანახარჯების შემცირება;
- საპორტო სტატისტიკის წარმოება საუკეთესო მსოფლიო პრაქტიკის შესაბამისად;
- კადრების მომზადება საპორტო მეურნეობისათვის.

თავი 2. საპორტო ინფრასტრუქტურის პარამეტრების გათვლის ანალიტიკური მეთოდები

2.1. პროექტირების მეთოდების განვითარების ეტაპები და ამოცანები

პორტების ფუნქციონირების მათემატიკური აღწერის პრობლემებთან დაკავშირებული პუბლიკაციები საკმაოდ მრავალრიცხოვანია, რაც ერთმნიშვნელოვნად მიუთითებს თვითონ პრობლემის სირთულესა და მრავალფეროვნებაზე.

ჩატარებული ანალიზის საფუძველზე აღნიშნულ საკითხებზე გამოქვეყნებული პუბლიკაციები შეიძლება პირობითად დავყოთ რამდენიმე კატეგორიად, კერძოდ: საზღვაო სივრცეში სატვირთო გემების შესახებ ინფორმაცია განხილულია შრომებში [1–6]; საზღვაო სივრცეში დატვირთვა–განტვირთვის სამუშაოების შესრულება აღწერილია მასალებში [7,8]; შრომები [9–22] ეხება ტვირთების, კერძოდ კონტეინერების ტრანსპორტირებას ტერმინალის ტექნოლოგიურ ზონებს შორის; ხოლო შრომებში [23, 24] განხილულია ტერმინალის ფუნქციონირების ოპერაციული ასპექტები.

აღნიშნული ლიტერატურული მიმოხილვის საფუძველზე პროექტირების ტექნოლოგიური საკითხები უმეტეს შემთხვევაში განიხილება პორტების და ტერმინალების მწარმოებლობის მოთხოვნილი საექსპლუატაციო მახასიათებლების შესაძლო მიღწევების ასპექტში. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი რაოდენობის სამუშაო ეხება პორტების და კერძოდ კონტეინერული ტერმინალების მოდელირების საკითხებს. ამასთან პუბლიკაციების ძირითად ნაწილში აღწერილია მოდელის რეალიზაციის მაგალითი კონკრეტული შერჩეული ობიექტისათვის ან ცალკეული ელემენტებისათვის.

თეორიული გამოკვლევებისა და ტექნოლოგიური პროექტირების ამოცანის დასმისას მნიშვნელოვან ინტერესს იწვევს ტვირთის დამუშავების ტექნოლოგიის განვითარება. კონტეინერულ ტერმინალებში აღნიშნული პროცესი აისახება ტვირთების ავტომატურ აწევასა და რობოტიზირებული ურიკებით ტრანსპორტირებაში. ასევე მიშვნელოვანია ავტომატური მაკომპლექტებელი ამწეების გამოყენება საწარმოო პროცესებში.

პროექტირების მეთოდებზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ახალი ტიპის მოწყობილობების სწრაფი ზრდა. მაგალითად ტვირთების დამუშავებისათვის საჭირო მოწყობილობების შედგენილობის ნაირსახეობების ცვლილება იწვევს თვითონ ტერმინალების ნაირსახეობების ზრდას. კერძოდ იცვლება ტექნოლოგიების შერჩევა, რაც მნიშვნელოვნად რთულია და დაკავშირებულია საინვესტიციო რისკებთან. აღნიშნული პრობლემა შესწავლილია მთელ რიგ შრომებში [33–41], თუმცა სრულყოფილი გადაწყვეტილება დამატებითი გარეშე ფაქტორებისა და კრიტერიუმების შესახებ ჯერჯერობით არ არის მიღწეული. ტექნოლოგიური პროექტირების მეთოდების აუცილებლობის შესახებ დასკვნები მოცემულია საზღვაო და სახმელეთო ტერმინალების საქმიანობის შესახებ შესრულებულ ანგარიშებსა და დოკუმენტაციებში [42–52].

ტექნოლოგიური პროექტირების ახალი მეთოდების და კრიტერიუმების ფორმულირების განმსაზღვრელი პირობების ერთ–ერთი მთავარი ფაქტორია ტვირთების გადაზიდვისათვის საჭირო გემების ზომებისა და რიცხვის მუდმივი ზრდა. სწორედ ეს გარემოებები, როგორც საზღვაო პორტებსა და ტერმინალებზე წაყენებული მოთხოვნების განმსაზღვრელი ფაქტორები, განხილულია შრომებში [53–60]. ასევე აღნიშნულ პრობლემებს მნიშვნელოვან ყურადღებას უთმობს ისეთი ავტორიტეტული და საყოველთაოდ ცნობილი ორგანიზაცია, როგორცაა UNCTAD, თუმცა საბოლოოდ შეიძლება გავაკეთოთ დასკვნა, რომ დღეისათვის არ არსებობს ერთობლივი დოკუმენტაცია საპორტო ინფრასტრუქტურის ობიექტების პროექტირების პროცესების რეგლამენტირების შესახებ. უფრო მეტიც, თითოეულ საპროექტო ორგანიზაციას გააჩნია სხვისგან გასაიდუმლოებული საკუთარი ნაშრომები, თუმცა ყველა მათგანისათვის საერთოა ერთი – უსაფრთხოების ტექნიკა მშენებლობისა და ექსპლუატაციის პირობებში.

საზღვაო პორტების და ტერმინალების პროექტირების საფუძვლები მოცემულია მრავალი მეცნიერების შრომებში, როგორცაა: ა.ს. ფროლოვი, პ.ვ. კუზმინი, ვ.მ. სტრახოვი, ვ.ა. იაცენკო, ტ.ბ. ბუჟენოვი, ბ.პ. უსანოვი, ა.ლ.სტეპანოვი, ფ.მ. კაცმანი და სხვა. საზღვაო პორტების მრავალფეროვნება წარმოადგენს მკვლევართა ფართო სპექტრის დაინტერესების მიზეზს მოახინონ მათი ეფექტური მუშაობის შედარებითი ანალიზი,

მაგრამ შედარების მეთოდის დასამუშავებლად პრობლემატურია ერთნაირი მაჩვენებლების შემუშავება.

სატრანსპორტო ინდუსტრიაში მოდელირების მეთოდები ცნობილია და გამოიყენება დიდი ხანია, რაზეც მიუთითებს როგორც ყოფილი საბჭოთა კავშირის, ასევე საზღვარგარეთის მეცნიერთა მნიშვნელოვანი მიღწევები [61,62,63]. აღნიშნული ამოცანების გადასაწყვეტად მეოცე საუკუნის ბოლოს ჩამოყალიბდა ახალი მიმართულება იმიტაციური მოდელირების მეთოდი, რომელმაც უმოკლეს ვადებში დაამტკიცა მისი სამეცნიერო და პრაქტიკული ღირებულებები, მაგრამ ჯერ კიდევ ვერ მიიპყრო დამპროექტებელთა დიდი ყურადღება, თუმცა მოდელი თანდათან ხდება ყურადღების ცენტრში როგორც მეცნიერთა, ასევე პრაქტიკოს სპეციალისთა ჯგუფებისათვის [54].

სატრანსპორტო ტერმინალების ტექნოლოგიური დაპროექტებისას მნიშვნელოვანი ამოცანაა მისი ელემენტების (საზღვაო არეალი, საწყობები) გამტარუნარიანობის და სიმძლავრის განსაზღვრა [65–67]. საზღვაო და სამდინარო პორტების გამტარუნარიანობის და სიმძლავრის განსაზღვრის ამოცანის მეთოდური უზრუნველყოფის განვითარებაში მნიშვნელოვანია მ.მ. გორბატის [69] და ა.მ. ბრეგოვსკის, კ.ი.სკალოვის [68] წვლილი. ამ საკითხების კვლევა მოცემულია ასევე შრომებში [65, 67, 69].

შრომების მნიშვნელოვანი ნაწილი [70, 71] პორტის პარამეტრების განსაზღვრისას ეყრდნობა იმ მოსაზრებას, რომ გემების ნაკადი პორტში შეიძლება აღიწეროს როგორც მარტივი ნაკადების ერთობლიობა განსაზღვრული ინტერვალით, თუმცა უკანასკნელ პერიოდში გამოქვეყნებული ნაშრომები [72, 75] ეჭვის ქვეშ აყენებენ პროცესის აღწერის მოცემულ მეთოდს.

ზოგიერთი ავტორი [76] აღნიშნავს, რომ მარტივი ნაკადებით მოდელის გამოყენება ხელსაყრელია მხოლოდ პრაქტიკული სარგებლობისათვის, რადგან იგი არ მიუთითებს პორტში გემების ნაკადის შემოსვლის უმართაობაზე და არ შეესაბამება რეალობას, რადგან შემოსული ტვირთების რაოდენობა განუწყვეტლივ იცვლება და მისი დაგეგმვა გრაფიკის მიხედვით ფაქტიურად შეუძლებელია. ეს გამოიწვევს მოდელის მყისიერ ცვლილებას და გაართულებს კვლევის სრულფასოვნად ჩატარებას. ამავე ნაშრომში ასევე აღნიშნულია,

რომ პორტში გემის შემთხვევითი შემოსვლაც კი იწვევს დგომაზე დანახარჯების ცვლილებას 25–30%–ით და შემოთავაზებულია ანალიტიკური მოდელი ნაკადების მასობრივი მომსახურებისათვის.

ე.ი. ზემოთ აღნიშნულ შემთხვევაში პორტის წარმოდგენა მასობრივი მომსახურების სისტემად შეუძლებელია და მკვლევართა ამოცანაა მთელი პორტის მოდელირება როგორც მომსახურების ერთიანი სისტემა. ამ შემთხვევაში გასათვალისწინებელია სასაწყობო ფართის ტევადობის გავლენა პორტის ტექნიკურ–ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე რაც ართულებს ამოცანის გადაწყვეტას საზღვაო პორტის ტექნიკური დაპროექტებისას. ამ პრობლემებისადმი მიძღვნილი ი.ბ. კროტკოს ნაშრომი, რომელიც იძლევა ამოცანის სრულიად დამაკმაყოფილებელ ამოხსნის საშუალებას.

არსებობს მთელი რიგი მეთოდები, რომლებიც სასაწყობე მოცულობის განსაზღვრისას ემყარება ალბათობის თეორიის საფუძვლებს. ეს მეთოდი განხილულია ნაშრომში [69]. აქ აღწერილია საზღვაო და სარკინიგზო ტრანსპორტის არათანაბარი მუშაობის გავლენა პორტში ტვირთის შეტანა–გამოტანაზე დღე–ღამის განმავლობაში, რაც საშუალებას იძლევა განვსაზღვროთ პორტის მოთხოვნილი მოცულობა კონკრეტულ შემთხვევაში. გ.ს. მოდიარჩევის და ა.ვ. კრასოვის შრომებში [77, 78] საზღვაო და სამდინარო ტრანსპორტის მუშაობის ანალიზის და მათთან სარკინიგზო ტრანსპორტის ურთიერთქმედების ანალიზის საფუძველზე დადგენილია სასაწყობე მოცულობის განსაზღვრის ძირითადი პრინციპები. ამ პრინციპის თანახმად ანგარიში უნდა ჩატარდეს გემების ტვირთამწეობის, ზომების და შემოსავლის სიმჭიდროვის გათვალისწინებით. ამასთან მნიშვნელოვანია პორტში სარკინიგზო მოძრავი სისტემის შემოსვლის და საწყობების მუშაობის სპეციფიკური თავისებურებები.

ახალი საზღვაო პორტების პროექტირების, მოქმედი პორტების გადამტვირთავი კომპლექსების და ცალკეული ობიექტების რეკონსტრუქციის და მოდერნიზაციისათვის ძირითადნორმატიულდოკუმენტაციას წარმოადგენს საზღვაო პორტების ტექნოლოგიური პროექტირების ნორმები რომელიც მტკიცდება ინფრასტრუქტურის სამინისტროს მიერ. საზღვაო პორტის ტექნოლოგიური პროექტირების მთავარი ამოცანაა პორტის როგორც

ერთიანი კომპლექსის შესახებ ოპტიმალური გადაწყვეტილების მიღება, რაც ითვალისწინებს სატრანსპორტო გემების უსაფრთხო მიღებას, სწრაფ დატვირთვა-განტვირთვის და კომპლექსურ მომსახურებას [79]. ამასთან უზრუნველყოფილი უნდა იყოს: საანგარიშო წელში პორტის ტვირთბრუნვის შესაძლებლობა, პორტის განვითარება, ეკოლოგიური უსაფრთხოება და მიღებული გადაწყვეტილებების ეკონომიური მიზანშეწონილობა.

დასაპროექტებელი პორტის ტექნოლოგიური სტრუქტურის ძირითადი ელემენტია გადატვირთვის კომპლექსი, რომელიც წარმოადგენს პორტის ფუნქციონირებისათვის აუცილებელი ტექნიკური საშუალებების (შენობები, მოწყობილობები, აღჭურვილობა, სატრანსპორტო და საინჟინრო კომუნიკაცია) ერთობლიობას. პორტის ფუნქციონირებაში იგულისხმება მიღება, დატვირთვა-განტვირთვა და საზღვაო სატრანსპორტო გემების კომპლექსური მომსახურება. ასევე ფუნქციონირება ითვალისწინებს სარკინიგზო, საავტომობილო, სამდინარო, მილსადენური და სხვა სახის ტრანსპორტით ტვირთის მიღებას და გადაცემას.

პროექტირების პროცესი რეგლამენტირებული ნორმებით შეიძლება დავეოთ რამდენიმე თანმიმდევრულ ეტაპად. საწყის ეტაპზე, როგორც წესი, განიხილება ტექნოლოგიური პროცესის ორი ან მეტი კონკურენტუნარიანი ვარიანტი და გადამტვირთავი კომპლექსის გენერალური გეგმის კომპანება. ამასთან წარმოების ტექნიკური მაჩვენებლები არ უნდა იყოს ნორმატიულ სიდიდეებზე ნაკლები.

შემდეგ ეტაპზე პროექტის შესაბამისი ნაწილის დამუშავებისას მიღებული რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლების საფუძველზე სრულდება ეფექტური ინვესტიციების გაანგარიშება. ინვესტიციის ეფექტურობის ანგარიში სრულდება ინვესტიციური პროექტების ეფექტურობის შეფასების მეთოდური რეკომენდაციებით. პროექტში ცალკე განყოფილებად განიხილება ძირითადი და დამხმარე სამუშაოების ისეთი ორგანიზება, როცა მაქსიმალურად იქნება დაცული შრომის და სახანძრო უსაფრთხოების მოთხოვნები.

2.2. საპორტო მშენებლობის გაანგარიშების ნორმატიული მეთოდის ანალიზი

გაანგარიშების საწყის ეტაპზე განიხილება დატვირთვა-განტვირთვის სამუშაოს ინტენსივობა, რომელიც განისაზღვრება დატვირთვის სამუშაოების ხანგრძლივობით, საწარმოო მოცდენის დროით და იანგარიშება ფორმულით.

$$P_{\text{დღეღამური}} = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{A_j(t_{\text{ტვი}} + t_{\text{დგ}})}{24D_j}} \frac{\text{ტ}}{\text{დღეღამური}} \quad (2.1)$$

სადაც n - საანგარიშო ტიპის გემების რაოდენობაა;

D_j - j ტიპის გემის საანგარიშო დატვირთვა, ტ;

A_j - საანგარიშო ტვირთბრუნვის მოცულობაში j ტიპის გემის საანგარიშო წილი;

$t_{\text{ტვი}}$ - გემის დატვირთვის სამუშაოზე დახარჯული დრო, სთ;

$t_{\text{დგ}}$ - გემის საწარმოო დგომის დრო სანაპიროზე, სთ.

საანგარიშო j ტიპის გემის საანგარიშო ტვირთბრუნვის წონითი წილი საერთო ტვირთნაკადში (Q) არის სიდიდე $A_j \cdot Q$ საიდანაც საანგარიშო გემების მომსახურების საერთო დრო იანგარიშება ფორმულით $T_j = A_j \cdot Q / P_j$, სადაც სიდიდე $P_j = \frac{24D_j}{(t_{\text{ტვი}} + t_{\text{დგ}})}$ არის გემზე მუშაობის დღეღამური ჭარბი ინტენსივობა.

თუ მთლიან ტვირთნაკადს Q გავყოფთ მისი დამუშავების დროზე $T = \sum T_j$ მივიღებთ ფორმულას დაყვანილი სახით. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ მოცემული საწყისი სიდიდეები - გემების შედგენილობა, მათი წილი საანგარიშო ტვირთბრუნვაში და ტექნოლოგიური პარამეტრების დამუშავებით შეიძლება მივიღოთ გასაშუალებდური სიდიდე - დღეღამური ტვირთმწარმოებლურობა.

წლიური საწარმოო გამტარუნარიანობა ტონებში იანგარიშება ფორმულით

$$P_{\text{წლ}} = \frac{30P_{\text{დღ.დ}} \cdot K_{\text{მეტ}} \cdot K_{\text{დაკ}} \cdot N_{\text{თ}}}{K_{\text{თვ}}} \quad (2.2)$$

სადაც $N_{\text{თ}}$ - ნავიგაციის თვეების რიცხვია;

$K_{\text{თვ}}$ - უთანაბრობის თვიური კოეფიციენტი;

$K_{მეტ}$ - მეტეოროლოგიური პირობების გამათვალისწინებელი კოეფიციენტი;

$K_{დაკ}$ - გემის დაკავების მიღებული კოეფიციენტი და ითვალისწინებს მოცდენის დროს.

ფორმულა 2.1 გაშიფვრით მივიღებთ გამოყენებული საანგარიშო სიდიდეების მიმდევრობას:

1. თუ 2.1 ფორმულით გაანგარიშებულ დღელამურ მწარმოებლობას გემზე გავამრავლებთ 30-ზე მივიღებთ მაქსიმალურ თვიურ ტვირთნაკადს ანუ თვიურ ინტენსივობას - $30P_{დღ.ღ}$;
2. თუ მიღებულ სიდიდეს ($30P_{დღ.ღ}$) გავყოფთ თვიური უთანაბრობის კოეფიციენტზე ($K_{თვ}$) მივიღებთ საშუალო თვიურ ნაკადს $30P_{დღ.ღ}/K_{თვ}$;
3. სიდიდე $30P_{დღ.ღ} \cdot K_{მეტ}/K_{თ}$ წარმოადგენს საშუალო თვიურ ნაკადს მეტეოროლოგიური პირობების გათვალისწინებით;
4. სიდიდე $30P_{დღ.ღ} \cdot K_{მეტ} \cdot K_{დაკ}/K_{თ}$ წარმოადგენს საშუალო თვიურ ნაკადის მეტეოროლოგიური პირობებისა და დაკავების (მოცდენის გარეშე) გათვალისწინებით;
5. სიდიდე $30P_{დღ.ღ} \cdot K_{მეტ} \cdot K_{დაკ} \cdot N_{თ}/K_{თ}$ წარმოადგენს წლიურ ნაკადს მეტეოროლოგიური პირობების და მოცდენის გარეშე გათვალისწინებით.

ე.ი. ნავსადგურის წლიური გამტარებლობა არის ტვირთბრუნვის ის მოცულობა, რომელიც მას შეუძლია უზრუნველყოს გამოყენების მოცემული კოეფიციენტისათვის. ეს მოცულობა კი ნაკლებია ნავსადგურის სიმძლავრეზე.

ახლა განვიხილოთ ისეთი აუცილებელი და კრიტიკული განმარტება, როგორცაა ტვირთნაკადების არათანაბრობა და განვმარტოთ როგორია მისი კავშირი საანგარიშო პარამეტრებთან. საერთოდ ტვირთნაკადის უთანაბრობის კოეფიციენტი ეწოდება ტვირთნაკადის მაქსიმალური მნიშვნელობის ფარდობას საშუალოსთან. მაგალითად თვიური ტვირთნაკადისათვის $K_{თვ} = Q_{თვ}/Q_{თვ.საშ}$, სადაც მაქსიმალური თვიური ნაკადი არის $Q_{თვ} = K_{თვ} \cdot Q_{თვ.საშ} = K_{თვ} \cdot Q_{წლ}/12$ მაშინ სხვაობა $d_1 = Q_{თვ} - Q_{თვ.საშ} = Q_{თვ.საშ}(K_{თვ} - 1)$.

თუ ჩავთვლით რომ წელიწადის თერთმეტი თვე თვითნაკადი თანაბარია და მათი მნიშვნელობა საშუალოზე ნაკლებია, მაშინ $d_2 = d_1/12$

ე.ი. $d_2 = Q_{\text{თვ.საშ}}(K_{\text{თვ}} - 1)/11$ და სრული დატვირთვა

$$d = d_1 + d_2 = Q_{\text{თვ.საშ}}(K_{\text{თვ}} - 1) + Q_{\text{თვ.საშ}}(K_{\text{თვ}} - 1)/11 = \frac{12}{11} Q_{\text{თვ.საშ}}(K_{\text{თვ}} - 1)$$

ტექნოლოგიური დაპროექტებისას მნიშვნელოვანია ნავმისადგომის დატვირთვის (დაკავების) კოეფიციენტის განსაზღვრა. რეკომენდირებულია ნავმისადგომის რიცხვი განვსაზღვროთ ფორმულით:

$$N_{\text{ნავ}} = \frac{Q_{\text{თვ.}}}{30P_{\text{დღ.ღ}} \cdot K_{\text{მეტ}} \cdot K_{\text{თვ}}} \quad (2.3)$$

სადაც, $Q_{\text{თვ.}}$ - ნავმისადგომის საანგარიშო ტვირთბრუნვაა თვეში ტ/თვ;

$P_{\text{დღ.ღ}}$ - დატვირთვა-განტვირთვის სამუშაოების ინტენსივობაა, ტ/დღ.ღ;

$K_{\text{მეტ}}$ - ნავმისადგომის სამუშაო დროს გამოყენების კოეფიციენტი მეტეოროლოგიური მიზეზით მოცდენის გათვალისწინებით.

თუ მოვახდენთ უკანასკნელ ფორმულაში უმარტივეს გარდაქმნებს მივიღებთ

$$N = \frac{Q_{\text{თვ.}}}{30P_{\text{დღ.ღ}} \cdot K_{\text{თვ}} \cdot K_{\text{წლ}}} = \frac{Q_{\text{თვ.}} \cdot N_{\text{სან}}}{P_{\text{წლ}}} = \frac{Q_{\text{წლ.}}}{P_{\text{წლ}}}$$

ე.ი. მიღებული ფორმულის აზრი იმაში მდგომარეობს, რომ მთელი პორტის ან ტერმინალის წლიური მოთხოვნილი ტვირთბრუნვა უნდა გავყოთ ერთი ნავმისადგომის საანგარიშო თეორიულ ტვირთბრუნვაზე რაც მოგვცემს ნავმისადგომის აუცილებელ რაოდენობას. ამასთან მიღებული სიდიდე უნდა დავამრგვალოთ მეტ მნიშვნელობამდე ანუ უახლოეს მთელ რიცხვამდე. ამ დროს არ განიხილება ამ დამრგვალების ეფექტი დაკავების კოეფიციენტის საწყის მნიშვნელობაზე. მაგალითად: თუ გაანგარიშების მოცემული სიდიდისათვის $K_{\text{დაკ}} = 0,5 - 0,6$. პორტების საანგარიშო რიცხვი იქნება 1,3 მაშინ დამრგვალება უახლოეს მეტ რიცხვამდე გვაძლევს 2-ს, მაგრამ ეს გვაძლევს $K_{\text{დაკ}}$ კოეფიციენტის შემცირებას 0,35-მდე, ე.ი. ადგილი აქვს გემების მოცდენას. დამრგვალება 1-მდე იძლევა $K_{\text{დაკ}}$ კოეფიციენტის გაზრდას 0,9-მდე და კოეფიციენტი მეტია რეკომენდაციით მოცემულზე.

განვიხილოთ მაგალითი: ვთქვათ ნავიგაციის პერიოდი შეადგენს $T_{ნავ} = 300$ დღე-ღამეს და ყოველთვიური უთანაბრობა გამარტივების მიზნით არ არსებობს. ამასთან ტვირთბრუნვა ხორციელდება ორი ტიპის გემით - ერთის საანგარიშო ტვირთამწეობა 100000ტ, ხოლო მეორის 10000ტ. მათი რაოდენობრივი თანაფარდობაა 3:1 და მათი დამუშავება შეადგენს შესაბამისად 6 და 1 დღე-ღამეს.

ლიტერატურაში [26] მოცემული ფორმულის საფუძველზე გემზე მუშაობისას მწარმოებლობა შეადგენს სიდიდეს

$$P_{დღ.ღ} = \frac{1}{0,75 \cdot \frac{6}{100000} + 0,25 \cdot \frac{1}{10000}} 14286 \text{ ტ}$$

რეკომენდაციების საფუძველზე გენერალური ტვირთების გემებისათვის $K_{დაკ} = 0,6$, ამიტომ ნავიგაციური გამტარებლობა შეადგენს

$$P_{წლ} = 300 \cdot 0,6 \cdot 14286 = 2571429 \text{ ტ}$$

ვთქვათ გემთნაკადი შეადგენს 30 და 100 გემს შეაბამისად, მაშინ ტვირთბრუნვის სიდიდე იქნება $30 \cdot 100000 = 3000000 \text{ ტ/წლ}$ და $100 \cdot 100000 = 10000000 \text{ ტ/წ}$

ე.ი. ჯამში იქნება სრული ტვირთბრუნვა 4000000 ტ/წ.

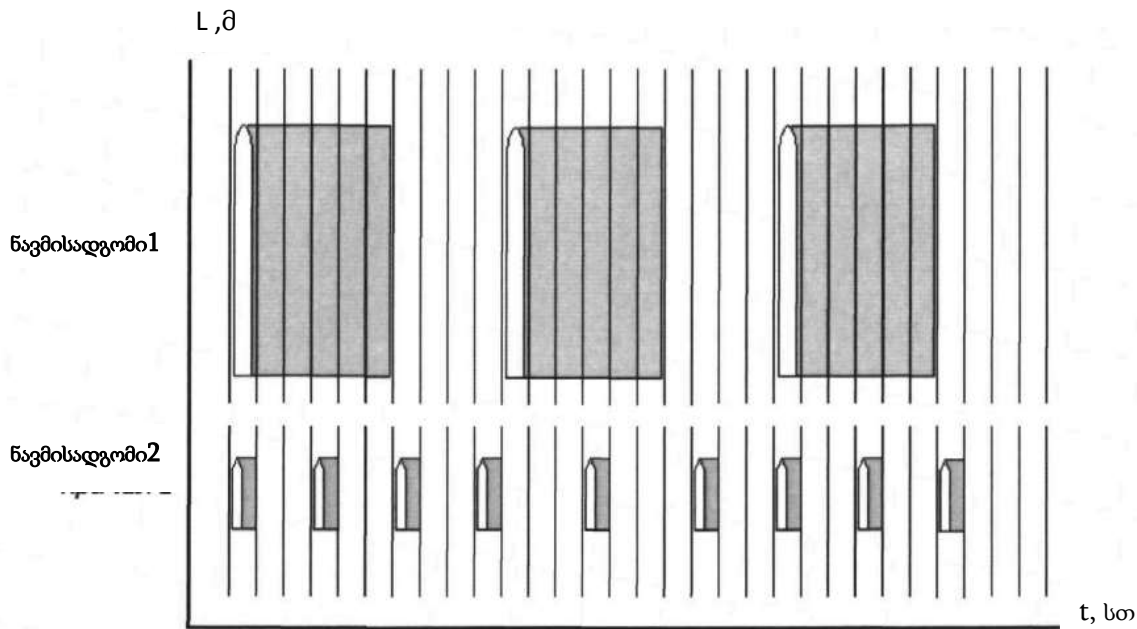
ნავმისადგომების საანგარიშო რიცხვი ამ შემთხვევაში იქნება

$$N_{ნავ} = 4000000/2571429 = 1,56$$

თუ ნავმისადგომების რიცხვს დავამრგვალებთ 2-მდე, მაშინ დროის ბიუჯეტი იქნება 600 დღე-ღამე. უნდა აღინიშნოს, რომ 100000ტ დატვირთვის გემების მომსახურება შეადგენს 180 დღე-ღამეს, 10000ტ კი 100 დღე-ღამეს, ე.ი. ჯამში 280 დღე-ღამეს. გამომდინარე აქედან $K = 280/600=0,47$, მაშინ როცა საწყისი მნიშვნელობა იყო 0,6.

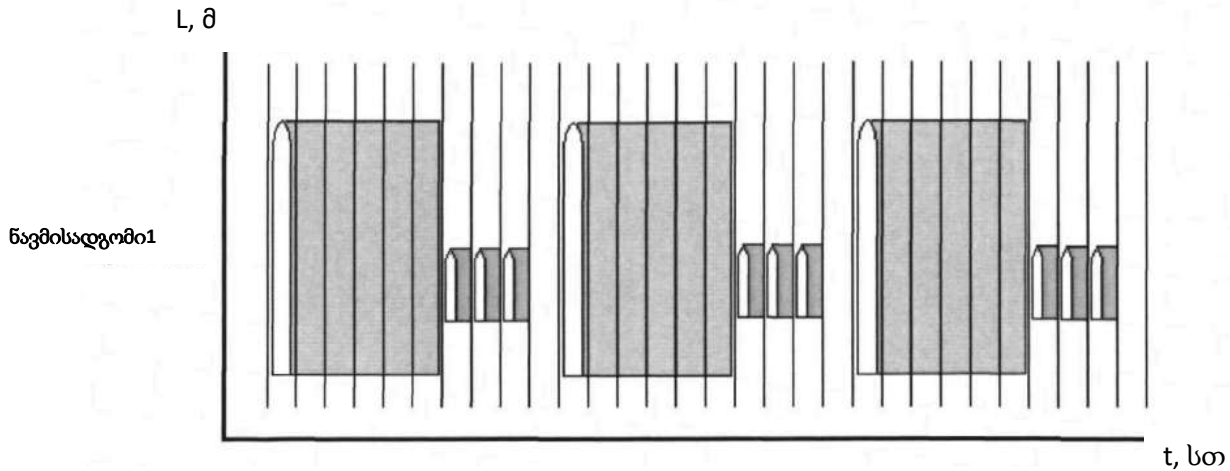
გამომდინარე აქედან ნათელია, რომ ავაგოთ ორი სრულფასოვანი ნავმისადგომი, რომელიც შესაძლებლობას მოგვცემს მოვემსახუროთ შედარებით დიდ გემებს, არ არის მიზანშეწონილი. ერთი ნავმისადგომი მიზანშეწონილია ავაგოთ ამ გემების მისაღებად, რაც უზრუნველყოფს მის დატვირთვას კოეფიციენტით $K = 180/300 = 0,6$. თუ მეორე ნავმისადგომიც იქნება გამოყენებული იმავედროულად მცირე გემებით, კოეფიციენტი იქნება $K = 100/330 = 0,33$.

სინამდვილეში 300 დღე-ღამე სანავიგაციო პერიოდში 30 დიდი გემის შემთხვევაში თითოეულზე მოდის 10 დღე-ღამე და მომსახურება ხდება 6 დღეღამის განმავლობაში. 100 მცირე ზომის გემის შემთხვევაში კი საშუალოდ თითოეულზე მოდის 3 დღეღამე, მათ შორის მომსახურებისათვის 1 დღე-ღამე. განაწილების ეს სქემა მოცემულია სურათზე 2.1.



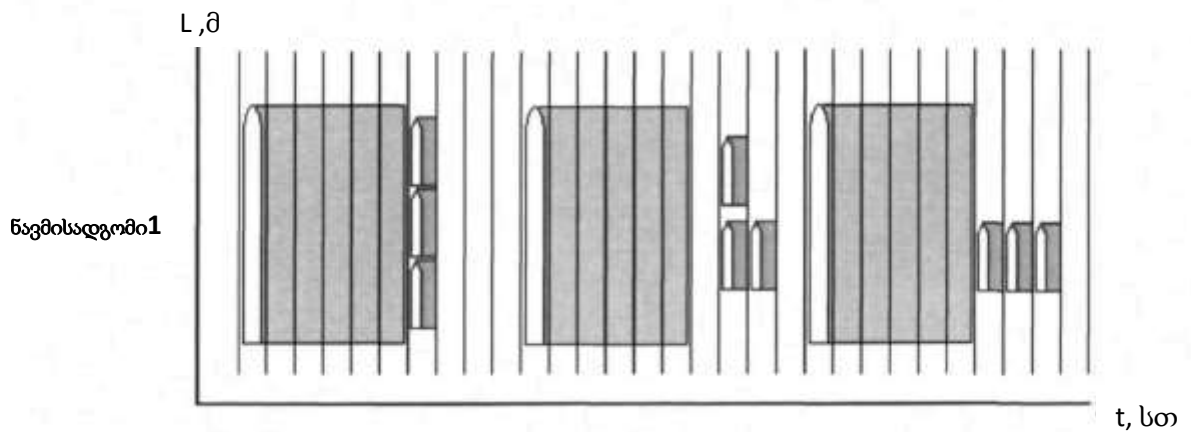
სურ. 2.1. გემების ნაკადის მომსახურება ორი ნავმისადგომით

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ თუ ყველა გემს მოემსახურება ერთი ნავმისადგომი, მაშინ გამოყენების კოეფიციენტი $K_{დატ} = 290/300 = 0,9$ და მომსახურების სქემა მოცემულია სურ. 2.2.



სურ. 2.2. გემების ნაკადის მომსახურება ერთი ნავმისადგომით

ამ შემთხვევაში თუ მცირე გემების მომსახურება მოხდება დიდი დროის შუალედით, მაშინ ისინი გავლენას ვერ მოახდენენ დიდი გემების მომსახურებაზე (ე.ი. დიდი გემების შემოსვლისას მხარეები იქნებიან დალოდების რეჟიმში). გარდა ამისა ნავსადგურის მაღალი მწარმოებლობისას რომელიც გათვლილია დიდი გემებისათვის შეიძლება შემცირდეს მცირე გემების მომსახურების დრო ან მოხდეს რამდენიმე მცირე გემის ერთდროული მომსახურება (სურ. 2.3). მაგალითად, თუ მცირე გემების მომსახურების დრო შემცირდება 0,5 დღე-ღამემდე, ამ შემთხვევაში დაკავების კოეფიციენტი ერთი მაღალმწარმოებელი ნავსადგურისათვის იქნება $K_{დატ} = 230/300 = 0,77$. რაც უფრო ახლოსაა მოცემულ საწყის მნიშვნელობასთან, ვიდრე ანგარიშით მიღებული.



სურ. 2.3. ერთი ნავმისადგომით რამდენიმე გემის მომსახურება.

მეთოდის რეკომენდაციებში არა მარტო არ განიხილება ასეთი სქემა საანგარიშო პროცესებში, არამედ არავითარი რეკომენდაციები არ არის ამ მიმართულებით. იმ შემთხვევაში, თუ დიდი ზომის გემები იმოდრავებენ საბიუჯეტო დროის წინასწარი გრაფიკით, მაშინ მცირე გემებისათვის უნდა გავითვალისწინოთ დრო რომელიც დარჩება დიდი გემების მომსახურების შემდეგ. უნდა აღინიშნოს, რომ რეკომენდაციების მიხედვით ნავმისადგომის დაკავების კოეფიციენტის მნიშვნელობები მოცემულია ტერმინალში მათი რიცხვისაგან დამოუკიდებლად. ეს კი ეწინააღმდეგება მასობრივი მომსახურების თეორიის დებულებებს რომლის მიხედვითაც ნავმისადგომების რიცხვის გაზრდით მათი დატვირთვის კოეფიციენტი შეიძლება ამალდეს მომსახურების ხარისხის იგივე მახასიათებლების შენარჩუნებით. აუცილებელია აღინიშნოს, რომ შრომაში UNCTAD [57] განხილული მეთოდიკა საზღვაო პორტების ტექნოლოგიური პროექტირების შესახებ ეფუძნება მასობრივი მომსახურების თეორიას.

ტექნოლოგიური დაპროექტების განხილვისას მნიშვნელოვანია ნავმისადგომის სამუშაო დროის გამოყენების კოეფიციენტის განსაზღვრა მეტეოროლოგიური პირობების გათვალისწინებით. ამ კოეფიციენტის $K_{გტ}$ რიცხვითი სიდიდე მნიშვნელოვანია ისეთი აუცილებელი სიდიდის განსაზღვრისათვის, როგორცაა პორტის წლიური გამტარიანობა და ნავმისადგომების რიცხვი. კოეფიციენტი შინაარსობრივად ითვალისწინებს ნალექების, ქარის და გარემოს ტემპერატურის ზემოქმედებას სამუშაო პირობებზე. როგორც ჩანს კოეფიციენტის განსაზღვრისას არ არის გათვალისწინებული დღევანდელი მოვლენები (ქარისაგან ცალკე გამოყოფილი), რის გამოც აღნიშნული კოეფიციენტი ვერ აღწერს პორტში პრაქტიკულად მიმდინარე პროცესებს. ამიტომ ნავიგაციის დროის წლიური ბიუჯეტის ამ კოეფიციენტზე გამრავლებით დამპროექტებული ამცირებს პორტის მუშაობის დროის ბიუჯეტს. სინამდვილეში კი არასასურველი მეტეოროლოგიური მოვლენების ზემოქმედების გამო ფლოტში ხდება შეფერხებები და პორტში გემების დაგვიანებით შემოსვლა. ამ დროს ხდება დამტვირთი მოწყობილობების მუშაობის შეჩერება და ზოგიერთ შემთხვევაში გემი სანაპიროდან გადაჰყავთ სარეიდო სადგომზე.

2.3. ტექნოლოგიურ პროექტირებაში გამოყენებული მასობრივი მომსახურების სისტემის მახასიათებლები

მასობრივი მომსახურების სისტემის ძირითადი პარამეტრები მოცემულია ცხრილში 1.1.

აღსანიშნავია, რომ განაცხადების ნაკადის დაყვანილი სიმკვრივე (α) და არსებობის რიცხვი (n) წარმოადგენენ იმ ძირითად პარამეტრებს, რომლითაც განისაზღვრება მასობრივი მომსახურების სისტემის გამომავალი პარამეტრები. ამ მახასიათებელი პარამეტრების განსაზღვრა ხდება შემდეგი ფორმულებით:

ცხრილი 1.1.

მასობრივი მომსახურების სისტემის ძირითადი პარამეტრები

აღნიშვნა	სიდიდე	შენიშვნა
$\lambda = \frac{1}{T_{\text{ინტ.}}}$	განცხადებების მიღების საშუალო ინტენსივობა. (განცხადებების რიცხვი ერთეულ დროში).	განცხადებებს შორის დროის ინტერვალის შებრუნებული სიდიდე.
$\mu = \frac{1}{T_{\text{მომს.}}}$	მომსახურების საშუალო ინტენსივობა.	მომსახურების საშუალო დროს ($T_{\text{მომს.}}$) შებრუნებული სიდიდე.
$\alpha = \frac{\lambda}{\mu}$	განცხადებების მიღების დაყვანილი სიმკვრივე.	ერთი განაცხადის მომსახურების დროში სისტემაში შემოსული განაცხადების საშუალო რიცხვი.
n	მასობრივი მომსახურების სისტემის არხების რიცხვი	

1. იმ განაცხადების საშუალო რიცხვი, რომლებიც ელოდებიან მომსახურების საკუთარ რიგს განისაზღვრება ფორმულით:

$$N_{\text{რიგ}} = \frac{\frac{\alpha^{n+1}}{n \cdot n! \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{n}\right)}}{\sum_{k=0}^n \frac{\alpha^k}{k!} + \frac{\alpha^{n+1}}{n! \cdot (n - \alpha)}}$$

2. ქსელში განხილვაზე არსებული განაცხადების საშუალო რიცხვი

$$N_{\text{მომს}} = \alpha$$

3. ქსელში არსებული განაცხადების საერთო რიცხვი განისაზღვრება გამოსახულებით

$$N_{\text{სისტ}} = N_{\text{რიგ}} + N_{\text{მომს}}$$

4. მომსახურების დალოდების საშუალო დრო იანგარიშება ფორმულით

$$t_{\text{მოლ}} = N_{\text{სისტ}}/n \cdot \eta$$

მასობრივი მომსახურების სისტემას ახასიათებს სტაციონალური რეჟიმი იმ პირობით, რომ $\alpha < n$. ე.ი. სტაციონალური რეჟიმი ნიშნავს იმას, რომ ყველა განაცხადი, ადრე თუ გვიან, იქნება განხილული, ან რაც იგივეა – რიგი არ იზრდება უსასრულოდ. რადგან შემოსული განცხადების სიმკვრივე დამოკიდებულია მათ შორის საშუალო ინტერვალზე $\alpha = T_{\text{მომს}}/T_{\text{ინტ}}$, ამიტომ α -ს დაყვანილი სიმკვრივე არის იმ განცხადების საშუალო რიცხვი, რომელიც შემოვა სისტემაში ერთი განაცხადის მომსახურების პერიოდში. გამომდინარე აქედან სისტემაში განაცხადების რიცხვი არ უნდა აწარბებდეს მათი დამუშავების შესაძლებლობებს. ამიტომ ამ ფორმულით იანგარიშება სისტემის სიმძლავრე ანუ გაშვების მაქსიმალური შესაძლებლობა.

დალოდების დრო ხშირად უფრო ხელსაყრელია ვიანგარიშით არა აბსოლუტურ ერთეულებში, არამედ განაცხადის მომსახურების საშუალო დროის ერთეულში

$$t_{\text{მოლ}} = N_{\text{სისტ}}/n ,$$

თუ დროის ინტერვალად ავიღებთ T , მაშინ ამ დროში შემოსული განცხადება იქნება $T\lambda$. თუ ერთი განაცხადის მომსახურების დროა $T_{\text{მომ}}$ მაშინ ყველა განაცხადის მომსახურების მოთხოვნილი დრო იქნება

$$T_{\text{მოთხ}} = T\lambda \cdot T_{\text{მომ}} = T\lambda/\mu = T\alpha ,$$

დროის საერთო ბიუჯეტი, რომელიც გამოიყენება n არხისათვის განცხადების დასამუშავებლად გამოითვლება ფორმულით

$$T_{\text{ბიუჯ}} = T \cdot n .$$

გამომდინარე აქედან არხების გამოყენების (დაკავებულობის) კოეფიციენტი $K_{\text{დაკ}}$ წარმოადგენს მოთხოვნილი დროს ფარდობას დროის ბიუჯეტთან ამავე პერიოდში

$$K_{\text{დაკ}} = T_{\text{მოთხ}}/T_{\text{ბიუჯ}} = \alpha/n .$$

სხვადასხვა სისტემებისათვის ლოდინის დასაშვები დრო მათი ბუნებისაგან და მნიშვნელობიდან გამომდინარე შეზღუდულია. განაცხადის მაქსიმალური რიცხვი,

რომლის განხილვაც სისტემას შეუძლია გარკვეული შეზღუდვების გათვალისწინებით ეწოდება სისტემის გამტარუნარიანობა მოცემულ პირობებში. თუ ნაყარი ტვირთის ნავმისადგომისათვის აღნიშნული სიდიდე არ არის მოცემული, მაშინ მსოფლიო პრაქტიკიდან გამომდინარე დალოდების დროდ აიღება მომსახურების დროის 60–70% და $K_{დაკ}$ აიღება 0,6–0,7 ზღვრებში. სახელდობრ ეს მნიშვნელობა განსაზღვრავს ამ ჯგუფის ნავმისადგომების გამტარუნარიანობის სიდიდეს. იმისათვის რომ ვუზრუნველყოთ დალოდების დრო იყოს მომსახურების დროის 60% ერთი ნავმისადგომის შემთხვევაში დაკავების დრო უნდა იყოს 40%, ორი ნავმისადგომის შემთხვევაში თითოეულისათვის არა უმეტეს 50%, ხოლო სამი და ოთხი ნავმისადგომისათვის დაახლოებით 70%. ე.ი. როგორც ჩანს ნავმისადგომების ჯგუფი შეიძლება გამოყენებული იქნას უფრო ეფექტურად, რაც პასუხობს ეკონომიკის უნივერსალურ კანონს – დიდი ინვესტიციები მუშაობენ მაღალი ინტენსივობით.

მასობრივი მომსახურების სისტემის მახასიათებლების განმსაზღვრელი ძირითადი პარამეტრია განაცხადთა დაყვანილი სიმკვრივე. როგორც ავღნიშნეთ, იგი წარმოადგენს განაცხადთა იმ საშუალო რიცხვს, რომელიც შემოდის სისტემაში ერთი განაცხადის დამუშავების პერიოდში და განისაზღვრება დამოკიდებულებით

$$\alpha = T_{დამ} / T_{ინტ}$$

საერთაშორისო ნორმების მიხედვით ნავიგაციის პერიოდში გემების შემოსვლის რიცხვი ცნობილია (მოიცემა ტვირთბრუნვით და გემის ტევადობით,) ხოლო მომსახურების დრო გამოითვლება, რაც განსაზღვრავს α -ს მნიშვნელობას.

როგორც ცნობილია განმარტების თანახმად $T_{ინტ} = T_{ნავ} / N$ თუ მრიცხველს და მნიშვნელს გავამრავლებთ განაცხადების რიცხვზე (გემების შემოსვლა) მივიღებთ

$$\alpha = \frac{T_{საერ} \cdot N}{T_{დამ} \cdot N} = \frac{T_{მოთხ}}{T_{ინტ}}$$

სტაციონალურობის პირობა (რიგის განუსაზღვრელი ზრდის არ არსებობა) განისაზღვრება დამოკიდებულებით $n > T_{მოთხ} / T_{ინტ}$, ხოლო დაკავების კოეფიციენტი

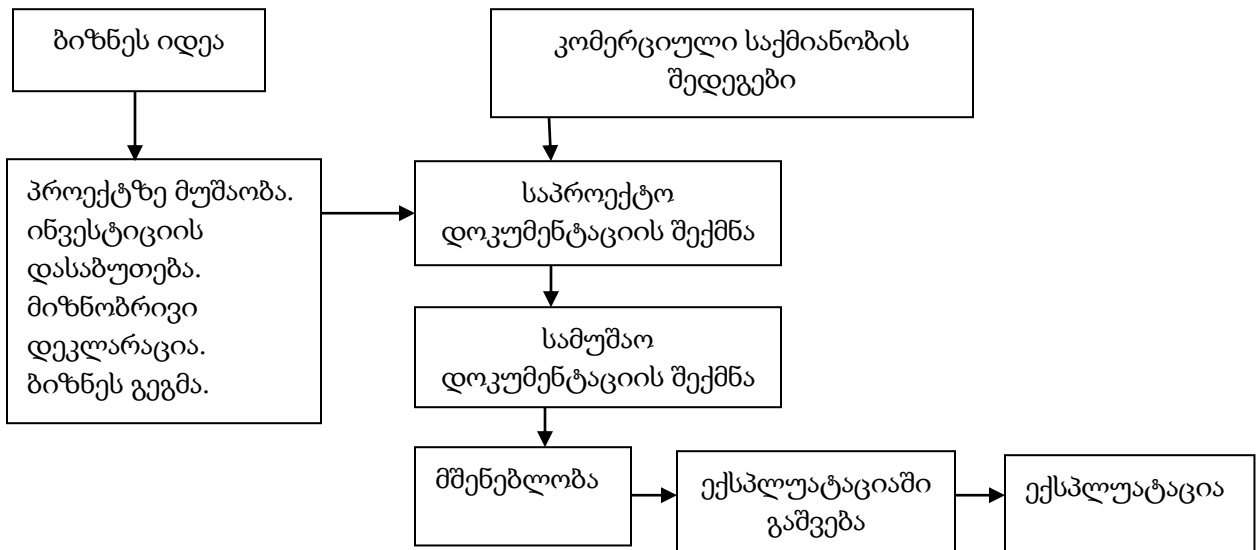
$$K_{დაკ} = \frac{T_{მოთხ}}{T_{ბოიჯ}} = \frac{\alpha}{n}$$

ე.ი. გატარების შესაძლებლობა განისაზღვრება კოეფიციენტით $K_{დაკ}$ შეესაბამება ტვირთბრუნვას და განსაზღვრავს დროის პერიოდს $T_{მოთხ} = K_{დაკ} \cdot n \cdot T_{ნავ}$ რომელიც მოიცემა ნავმისადგომის მოცემული მომსახურეობისათვის. რაც მეტია დაკავების კოეფიციენტი, მით მეტია მომსახურების რიგი არხების იგივე რიცხვისათვის.

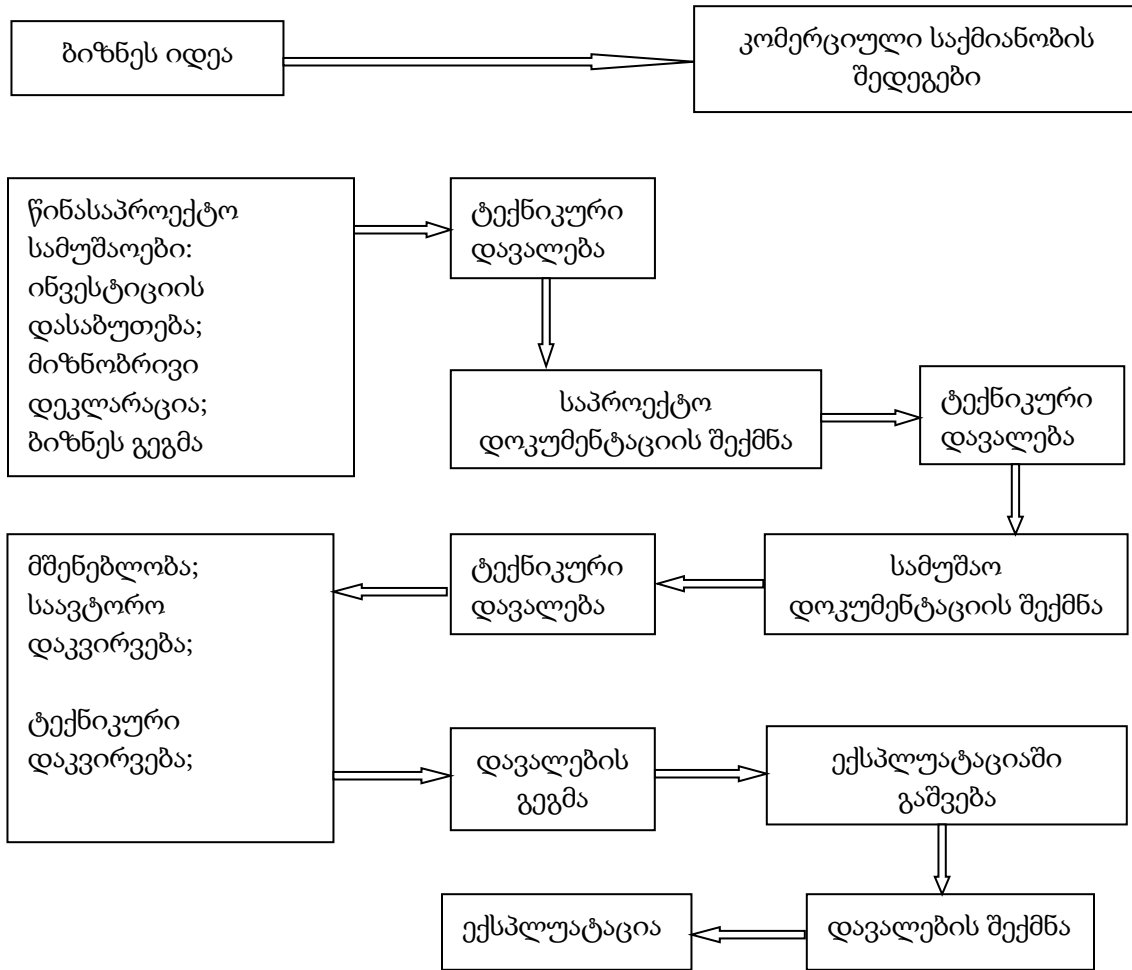
2.4. ტექნოლოგიური პროექტირების ნორმატიული მეთოდის გამოყენების პრობლემები

ამა თუ იმ ტიპის პორტის ან ტერმინალის შექმნის პროცესი, როგორც ნებისმიერი სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის ობიექტი, გადის რამდენიმე საფეხურს დაწყებული ბიზნეს იდეიდან დამთავრებული ექსპლუატაციის კომერციული შედეგების ანალიზით. აღნიშნული პროცესი ითვალისწინებს – საპროექტო და სამუშაო დოკუმენტაციის შექმნას, მშენებლობას, ექსპლუატაციაში გაშვებას და ობიექტის ექსპლუატაციას [80]. საერთო სახით სქემა მოცემულია სურათზე 2.4.

ამ ტიპის ყოველი ობიექტის შექმნაში მონაწილეობს რამდენიმე მხარე. მათ შორის: ინვესტორი, დამკვეთი, დამპროექტებელი, ოპერატორი, დამკვირვებელი ორგანოები, კლიენტი და სხვა.



სურ. 2.4. საპორტო ტერმინალის შექმნის სტადიები



სურ. 2.5. ტერმინალის შექმნის პრაქტიკული სქემა

თითოეული მხარის ინტერესების კოორდინაცია მიიღწევა განსაზღვრული ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების სისტემით, რომელიც პროცესის მიმდინარეობისას იცვლის თავის ხასიათს, სიზუსტეს და დეტალიზაციის ხარისხს. პროექტირების პროცედურის და შემდეგ თვითონ ტერმინალის მართვა ხორციელდება მუდმივი მონიტორინგით.

დღეისათვის პრაქტიკაში არსებული ერთიანი პროცედურა სრულდება როგორც თანმიმდევრული ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი ეტაპები, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია დასაბუთებული ტექნიკური დავალებებით და ეყრდნობა პროექტირების ნორმების მეთოდურ რეკომენდაციებს. სურ. 2.5.

მთელ რიგ შემთხვევებში დაპროექტების პროცედურა სრულდება სხვადასხვა ორგანიზაციების და სპეციალისტების მიერ. დაპროექტების გვიანდელ სტადიაზე ახალი გარემოებების გამოკვლევა ძალზე ხშირად მოითხოვს მიმდინარე პროექტში ცვლილებების შეტანას.

2.5. საპორტო ტერმინალების გაანგარიშების ალტერნატიული მეთოდები

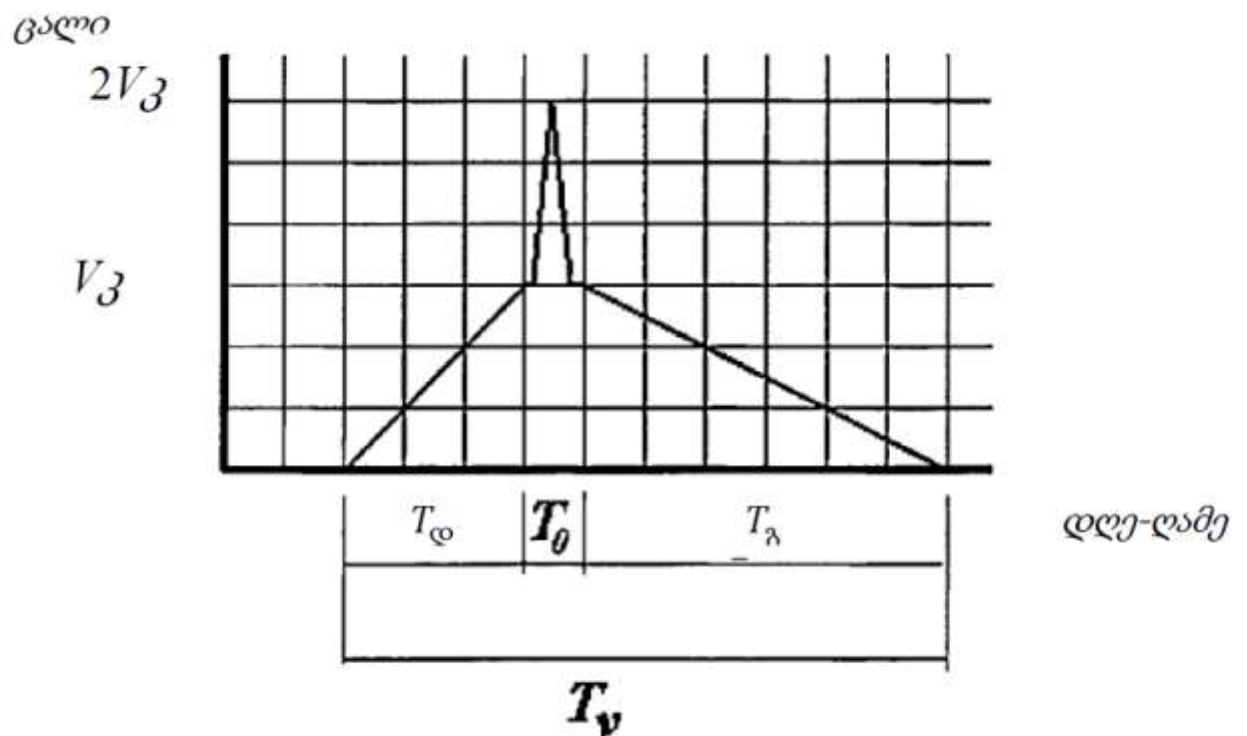
მეთოდთა, რომელიც აღწერს სისტემას და ეფუძნება საშუალო მნიშვნელობებს წოდებულია სტატისტიკურად. საშუალო სიდიდეებად შეიძლება შეფასდეს ინტენსივობა და ტერმინალის ავტო ელემენტის მწარმოებლობა, მათ შორის გაშვების პუნქტები, შიგა საპორტო ტრანსპორტირების სისტემა, ნავსადგურში ტვირთების განაწილება. მაგრამ მათემატიკური მოდელის შესაქმნელად და პრაქტიკულად მის გამოსაყენებლად საინტერესოა არა საშუალო მნიშვნელობები, არამედ შესაბამისი ობიექტის სიმძლავრე და ეფექტურობა. ტრადიციულ სტატისტიკურ მეთოდებში ტერმინალის მუშაობის შეფასებას ახდენენ უთანაბრობის კოეფიციენტის შემოტანით, რომელიც მიიღება მრავალწლიანი დაკვირვების საფუძველზე. უფრო დასაბუთებული შეფასების მისაღებად საკმარისია ისეთი მეთოდის გამოყენება, რომელიც საშუალებას მოგვცემს ვიმსჯელოთ ფარდობითი საშუალო სიდიდეების მნიშვნელობების ვარიაციულობაზე.

მეთოდები, რომლებიც ტვირთნაკადებს განიხილავს როგორც შემოსული განცხადებების ნაკადს და ტერმინალის ელემენტებს, როგორც განაცხადების მომსახურების პუნქტებს, ქმნიან მასობრივი მომსახურების თეორიის მეთოდს. მეთოდთა, რომელიც ეფუძნება შემთხვევითი სიდიდეების თავისუფალ განაწილებას და სტატისტიკურ კვლევებს, იწოდება მონტე-კარლოს (Monte-Karlo) მეთოდად. მეთოდთა, რომელიც ეფუძნება იმ სცენარის შესწავლას, რომლითაც შეიძლება მოცემული ტვირთნაკადის რეალიზება, ახდენს ანალიზის სცენარების მეთოდების ფორმირებას.

განვიხილოთ ანგარიშის სტატისტიკური მეთოდი. მაგალითისათვის განვიხილოთ ისეთი ტერმინალი, რომელიც სპეციალიზირებულია კონტეინერების მომსახურებაზე. ვთქვათ,

პორტში გადმოსატვირთი გემების მოცულობა V_j საანგარიშო ერთეული (იგულისხმება კონტეინერები TEU). პირველ ეტაპზე ხორციელდება გემებზე არსებული კონტეინერების გადმოტვირთვა, ამიტომ ამ ოპერაციის ჩატარების შუა პერიოდში (გადმოტვირთვის დასასრული და დატვირთვის დასაწყისი) ტერმინალში ერთდროულად იქნება $2V_j$ საანგარიშო ერთეული - კერძოდ ჩამოტვირთული კონტეინერების (იმპორტი) V_j საანგარიშო ერთეული და V_j საანგარიშო ერთეული, რომელიც ელოდება ჩატვირთვას (ექსპორტი). ამ ორი პარტიის განთავსების კონკრეტული ადგილი განისაზღვრება ტერმინალის ოპერატიული სტრატეგიით და შეიძლება იყოს სხვადასხვა: სპეციალური ბუფერული (იმპორტული ან ექსპორტული) შტაბელი; შტაბელი საერთო საწყობში; შტაბელი იმპორტის ან ექსპორტის საწყობში.

პორტში ერთი გემის შემოსვლასთან დაკავშირებით საცავებში საანგარიშო ერთეულის (ადგილის) ცვლილების გრაფიკი მოცემულია სურ. 2.6.



სურ. 2.6. საწყობში თავისუფალი ადგილების ცვლილების გრაფიკი.

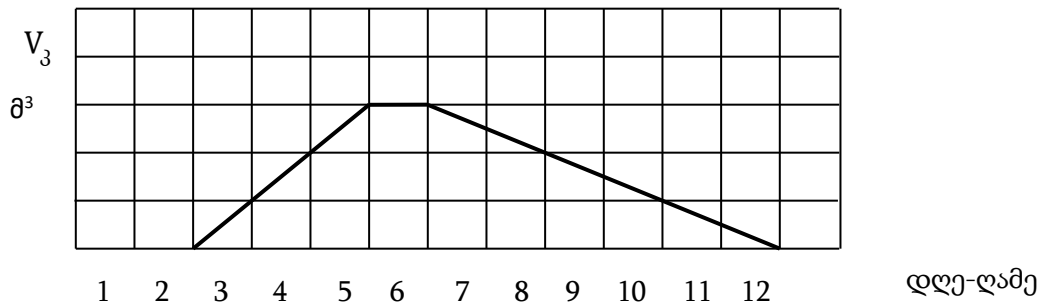
ტერმინალის მუშაობის მწარმოებლობის მახასიათებელი სიდიდე (შეტანის და გამოტანის სიჩქარე) კონტეინერების ფიქსირებული მოცულობისას V_3 განისაზღვრება კონტეინერების პარტიის დაგროვების ($T_{\text{დ}}$) და განაწილების ($T_{\text{გ}}$) პერიოდებით ე.ი.

$$P_{\text{დ}} = \frac{V_3}{T_{\text{დ}}}, \quad P_{\text{გ}} = \frac{V_3}{T_{\text{გ}}}$$

სამუშაო პრაქტიკაში განაწილებასა და დაგროვების ვადების ნაცვლად ხშირად იხმარება სიდიდეებში იმპორტის და ექსპორტის კონტეინერების შენახვის საშუალო დრო და იანგარიშება ფორმულით.

$$T_{\text{იმპ}} = \frac{T_{\text{გან}}}{2}, \quad T_{\text{ექს}} = \frac{T_{\text{დ}}}{2}$$

შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ იმპორტული ან ექსპორტული მიმართულებით გამოყოფილი ცალკეული შტაბელები, მოცულობით არა ნაკლებ V_3 საშუალებას იძლევა გამოირიცხოს ტერმინალში ორი პარტიის ერთდროულად შენახვა. (სურ. 2.7).



სურ. 2.7. თავისუფალი ადგილების ცვლილების გრაფიკი საცავში ბუფერული შტაბელებით

ვთქვათ დროს, რომელიც T ინტერვალში ტერმინალზე N კონტეინერი მოცულობით V_3 . თუ კონტეინერთა პარტიის შენახვის საშუალო დრო $T_{\text{შენ}}$ განსხვავდება ამ პარტიის დამუშავების T_V დროისაგან. მაშინ საწყობში მარაგის საშუალო ზომა განისაზღვრება ფორმულით

$$E = \frac{N}{T} \cdot V_3 \cdot T_{\text{შენ}} = \frac{N}{365} \cdot V_3 \cdot T_{\text{შ}} = \frac{V_3 \cdot T_{\text{შენ}}}{T_3}$$

იმის გათვალისწინებით რომ მყისიერი მარაგი საწყობში მერყეობს ფორმულით გამოთვლილი საშუალო მნიშვნელობის მახლობლობაში მაშინ იმპორტული და ექსპორტული კონტეინერების საწყობები (ე.წ. ნახევარსაწყობები) გემების თანაბარი შემოსვლისას პორტში იანგარიშება გამოსახულებით

$$E_{\frac{1}{2}იშ} = V_3 \cdot \frac{T_{იშ}}{T_3} + \frac{V_3}{2} = V_3 \left(\frac{T_{იშ}}{T_3} + \frac{1}{2} \right)$$

$$E_{\frac{1}{2}ექ} = V_3 \cdot \frac{T_{ექ}}{T_3} + \frac{V_3}{2} = V_3 \left(\frac{T_{ექ}}{T_3} + \frac{1}{2} \right)$$

ხომალდების პარტიის თანაბარი კანონით ჩამოყალიბებასა და დაშლისას (სამკუთხა დამოკიდებულება) შენახვის საშუალო დროის მაგიერ შეიძლება გამოვიყენოთ პარტიების დაშლისა და ჩამოყალიბების დროით.

$$T_{დაშ} = 2T_{იშ} \text{ და } T_{გ} = 2T_{ექ}$$

მაშინ ექსპორტისა და იმპორტის ნახევარ საწყობების ფორმატებს აქვს სახე

$$E_{\frac{1}{2}იშ} = V_3 \cdot \frac{T_{დაშ}}{2T_3} + \frac{V_3}{2} = \frac{V_3}{2} \left(\frac{T_{დაშ}}{T_3} + 1 \right)$$

$$E_{\frac{1}{2}ექ} = V_3 \cdot \frac{T_{გ}}{2T_3} + \frac{V_3}{2} = \frac{V_3}{2} \left(\frac{T_{გ}}{T_3} + 1 \right)$$

ე.ი. თუ იმპორტის და ექსპორტის პარტიებისათვის საწყობში გამოყოფილია ცალცალკე ფართი, მაშინ საანგარიშო ტვირთნაკადის განსაზღვრისათვის გამოვთვლით სიდიდეს

$$E_{ექ.იშ} = \frac{V_3}{2} \cdot \frac{T_{დაშ} + T_{გ}}{T_3} + V_3$$

თუ იმპორტული და ექსპორტული პარტიების შენახვა ხორციელდება საწყობში ერთსა და იმავე ფართზე, მაშინ კლასიკური ფორმულა იძლევა საშუალო მარაგის და საწყობის მაქსიმალური ზომების მნიშვნელობების განსაზღვრის საშუალებას. ამასთან შენახვის დროს წარმოადგენს პარტიის შენახვის საშუალო დრო $T_{ექ} + T_{იშ}$.

ჩატარებული მიმოხილვის საფუძველზე პრაქტიკული საქმიანობისათვის შეიძლება გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნა: ტერმინალის საწყობში მარაგის მაქსიმალური სიდიდე დამოკიდებულია იმპორტული და ექსპორტული ტვირთების შენახვის ორგანიზაციაზე.

მასობრივი მომსახურების თეორიის მეთოდები: მასობრივი მომსახურების თეორია ანუ რიგითობის თეორია იძლევა საჭირო ინსტრუმენტს პარამეტრების ვარიაციის ანალიზისათვის. აღნიშნული მეთოდის საფუძველს შეადგენს იმ სისტემის წარმოდგენა, რომელიც შედგება მომსახურების არხისაგან განცხადების ნაკადით - მასობრივი მომსახურების სისტემა. უმეტეს შემთხვევაში განაცხადების ნაკადი წარმოდგენილია უმარტივესი სტაციონალური შემთხვევებით. ნაკადის სტაციონალურობა ნიშნავს იმას, რომ ამა თუ იმ შემთხვევების რიცხვის მოხვედრის ალბათობა რაიმე დროის ინტერვალში დამოკიდებულია მხოლოდ ინტერვალის სიგრძეზე და არა დროზე.

ნაკადის ორდინალურობა ნიშნავს იმას, რომ ერთდროულად ორი ან მეტი განაცხადის შემოსვლის ალბათობა მცირეა. შედეგების არარსებობა ნიშნავს იმას, რომ ნებისმიერი დროის მონაკვეთში მოხვედრილი ღონისძიებების რიცხვი დამოკიდებული არ არის სხვა მონაკვეთში მოხვედრილი ღონისძიებების რიცხვზე.

მასობრივი მომსახურების თეორიის მოდელი ფართოდ გამოიყენება როგორც მთელი ტერმინალის, ასევე მისი ცალკეული ელემენტებისათვის დამოკიდებულებაში (საზღვაო სატვირთო არეალი და სახმელეთო სატვირთო არეალი; შიგასაპორტო ტრანსპორტირების სისტემა; გაშვების პუნქტი, გადაცემის ზონა; დათვალიერების კომპლექსი და სხვა.

განაცხადების ნაკადი ხასიათდება განაცხადების ნაკადის სიმკვრივით λ , რომელიც განისაზღვრება დროის ერთეულში განაცხადების ნაკადის სიმკვრივე წარმოადგენს გემების შემოსვლის რიცხვის N ფარდობის დროს განსაზღვრულ მონაკვეთთან

$$\lambda = \frac{N}{365} = \frac{1}{T_{\text{გემ}}}$$

მასობრივი მომსახურების სისტემა ხასიათდება განაცხადის მომსახურების ხანგრძლიობით ($T_{\text{მომს}}$). როგორც წესი გაანგარიშებისას ძირითადად გამოიყენება მომსახურების ხანგრძლიობის შებრუნებული სიდიდე $\mu = \frac{1}{T_{\text{მომს}}}$.

დამოკიდებულებას $\alpha = \lambda/\mu$ ეწოდება განაცხადების ნაკადის დაყვანილი სიმკვრივე და ჩვენს განსახილველ შემთხვევაში

$$\alpha = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{T_{\text{მენ}}}{T_{\text{გემ}}}$$

მასობრივი მომსახურების თეორიაში მითითებულია, რომ სტაციონალური რეჟიმი, როცა განაცხადების რაოდენობა მომსახურების არ იზრდება განუსაზღვრელად, შესაძლებელია იქნას გამოყენებული როცა $\alpha < n$ (სადაც n მომსახურების არხების რიცხვია). შესაბამისად განაცხადების მომსახურებაზე არხების მინიმალური რიცხვი ჩვენს მიერ განსახილველ სისტემაში უნდა იყოს $T_{\text{მენ}}/T_3$ სიდიდეზე მეტი. ეს კი მიუთითებს იმაზე რომ საწყობში შენახვის მოცულობა E არ უნდა იყოს $V \cdot \frac{T_{\text{მენ}}}{T_3}$ სიდიდეზე ნაკლები.

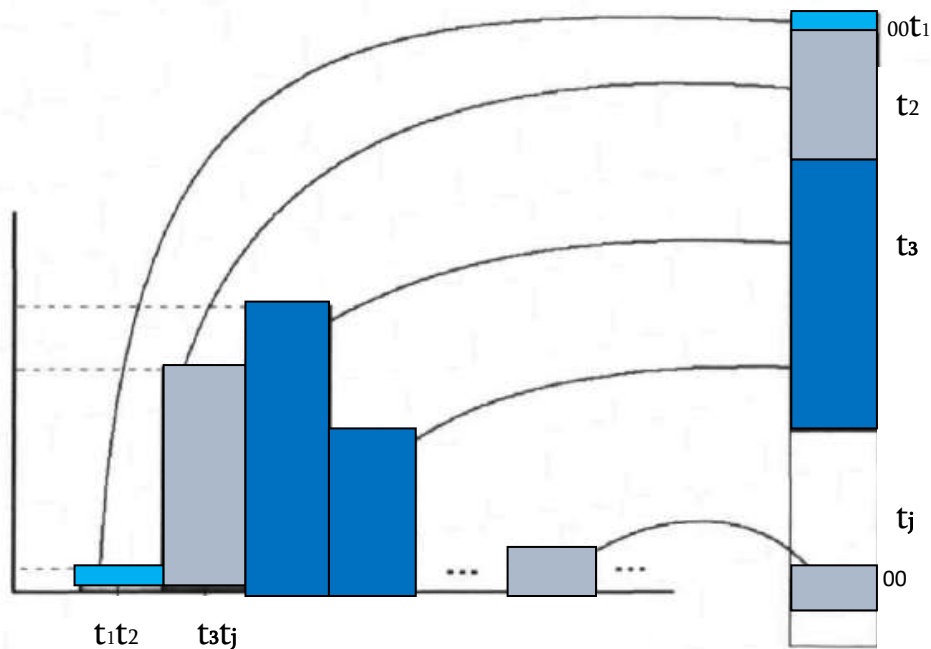
მასობრივი მომსახურების თეორია საშუალებას იძლევა α და n სიდიდეების სხვადასხვა მნიშვნელობებისაგან დამოკიდებულებით შევავსოთ რიგის სიგრძე და რიგში განაცხადის ლოდინის დრო, ან რაც იგივეა განვსაზღვროთ რეიდზე გემების რიგის საშუალო დრო და მათი რაოდენობა. ზუსტად ასეთივე მოდელი გამოიყენება არა მხოლოდ მთელი ტერმინალებისათვის, ასევე მისი ცალკეული ელემენტებისათვის.

მონტე-კარლოს მეთოდით ვარიაციის ანალიზი: ვთქვათ F ფუნქციის ფორმულაში რაიმე ℓ სიდიდისათვის შედის რამდენიმე ცვლადი $F(x, y, \dots, z)$. თუ ამ ფორმულაში ჩავსვამთ $(x; y; z)$ ცვლადების მნიშვნელობებს და შევასრულებთ მითითებულ მოქმედებებს ჩვენ მივიღებთ კონკრეტულ მნიშვნელობას $\ell = F(x, y, z)$.

თუ F ფორმულაში შემავალი ცვლადები წარმოადგენენ შემთხვევით სიდიდეებს, მაშინ საანგარიშო სიდიდე ℓ იქნება შემთხვევითი ფუნქცია. ამ შემთხვევაში ანგარიშის შედეგები იქნება არა კონკრეტული სიდიდეები, არამედ სტატისტიკური, რადგან ისინი განისაზღვრებიან ფორმულაში შემავალი ცვლადების მახასიათებლებით.

უმეტეს პრაქტიკულ შემთხვევაში ფუნქცია-არგუმენტის განაწილების კანონი მოცემულია არა ანალიტიკური სახით, არამედ გრაფიკის, ჰისტოგრამის ან ცხრილის სახით. ასეთ შემთხვევაში საანგარიშო ფუნქციის თვისებების შესახებ შესაძლებელია სტატისტიკური კვლევის ანუ ე.წ. მონტე-კარლოს მეთოდით, რომლის არსი მდგომარეობს შემდეგში:

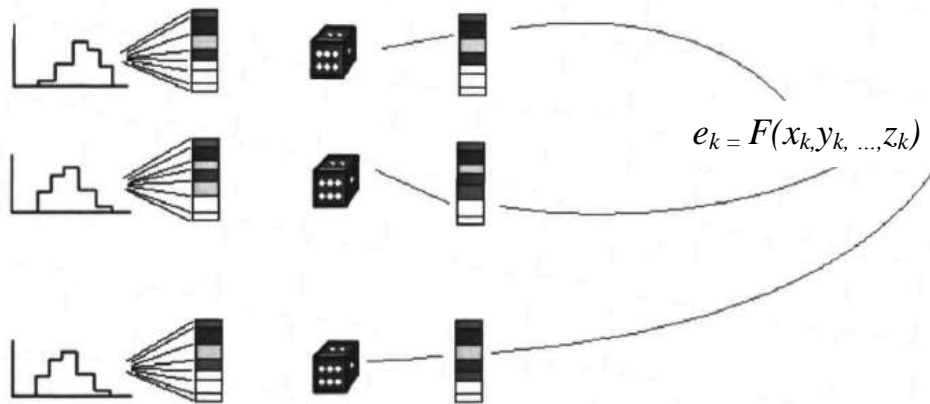
ვთქვათ რაიმე ცვლადი სიდიდე $t \in \{x, y, \dots, z\}$ წარმოდგენილია გრაფიკის ან ჰისტოგრამის სახით. ჰისტოგრამა მიუთითებს, რომ ყოველი ინტერვალი საშუალო მნიშვნელობით t_j მეორდება P_j სიხშირით. ჩავთვლით რომ გრაფიკის ქვემოთ მოთავსებულ ფართობს შეესაბამება 100% და სიხშირე წარმოადგენს თითოეული ფრაგმენტის პროცენტულ ნაწილს მრავალჯერადი დაკვირვებიდან. თითოეული ფრაგმენტის პროცენტულ ალბათობას გამოვსახავთ ნატურალური რიცხვით (0–დან 99–მდე) ისე რომ თითოეული რიცხვითი შუალედის სიგრძე იყოს ალბათობის სიხშირის პროპორციული. სურ. 2.8.



სურ. 2.8. სიხშირეებისა და რიცხვითი შუალედების შესაბამისობა

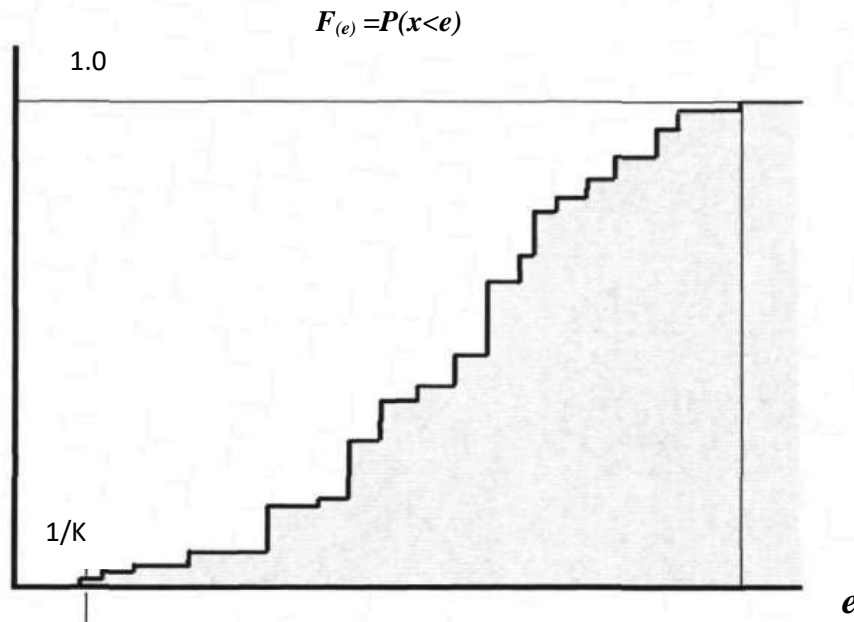
თუ ამა თუ იმ წესით მოვახდენთ შემთხვევითი რიცხვების თანმიმდევრობის დადგენას არაჩვეულებრივ დიაპაზონში, მაშინ თითოეული მათგანის მოხვედრის ალბათობა ამ თუ სხვა დიაპაზონში განისაზღვრება ამ უკანასკნელის სიგრძით. თუ შემთხვევითი რიცხვების გენერაციაში გვხვდება რომელიმე j დიაპაზონი, მაშინ

შემთხვევითი სიდიდე t ჩაითვლება როგორც კონკრეტული t_j მნიშვნელობა. ე.ი. ჩვენ მივიღებთ ცვლადი t სიდიდის მნიშვნელობის გენერირების მექანიზმს მოცემული ჰისტოგრამის მახასიათებლებით. თუ თითოეული ცვლადისათვის (x, y, z) ავაგებთ იგივე მექანიზმს, ჩვენ შეგვიძლია გადავიდეთ სტატისტიკურ კვლევაზე, რომელიც წარმოადგენს მეთოდის საფუძველს. ამ მიზნით ყოველ კვლევაში $K = 1, 2, 3, \dots, K$ ვახდენთ ყოველი ცვლადისათვის (x, y, z) შემთხვევითი რიცხვების შერჩევას, რაც საშუალებას იძლევა თითოეული მათგანისათვის შევირჩიოთ სიდიდეები (x_k, y_k, z_k) შერჩეული რიცხვების კრებულისათვის ჩვენ შევძლებთ გამოვთვალოთ საძიებელი ℓ ფუნქციის მნიშვნელობები შესაბამისი ფორმულით, ე.ი. მივიღებთ $\ell_k = F(x_k, y_k, z_k)$. პირობითად აღნიშნული პროცედურა მოცემულია სურათზე 2.9.



სურ. 2.9. სტატისტიკური კვლევის პროცედურა მონტე-კარლოს მეთოდით

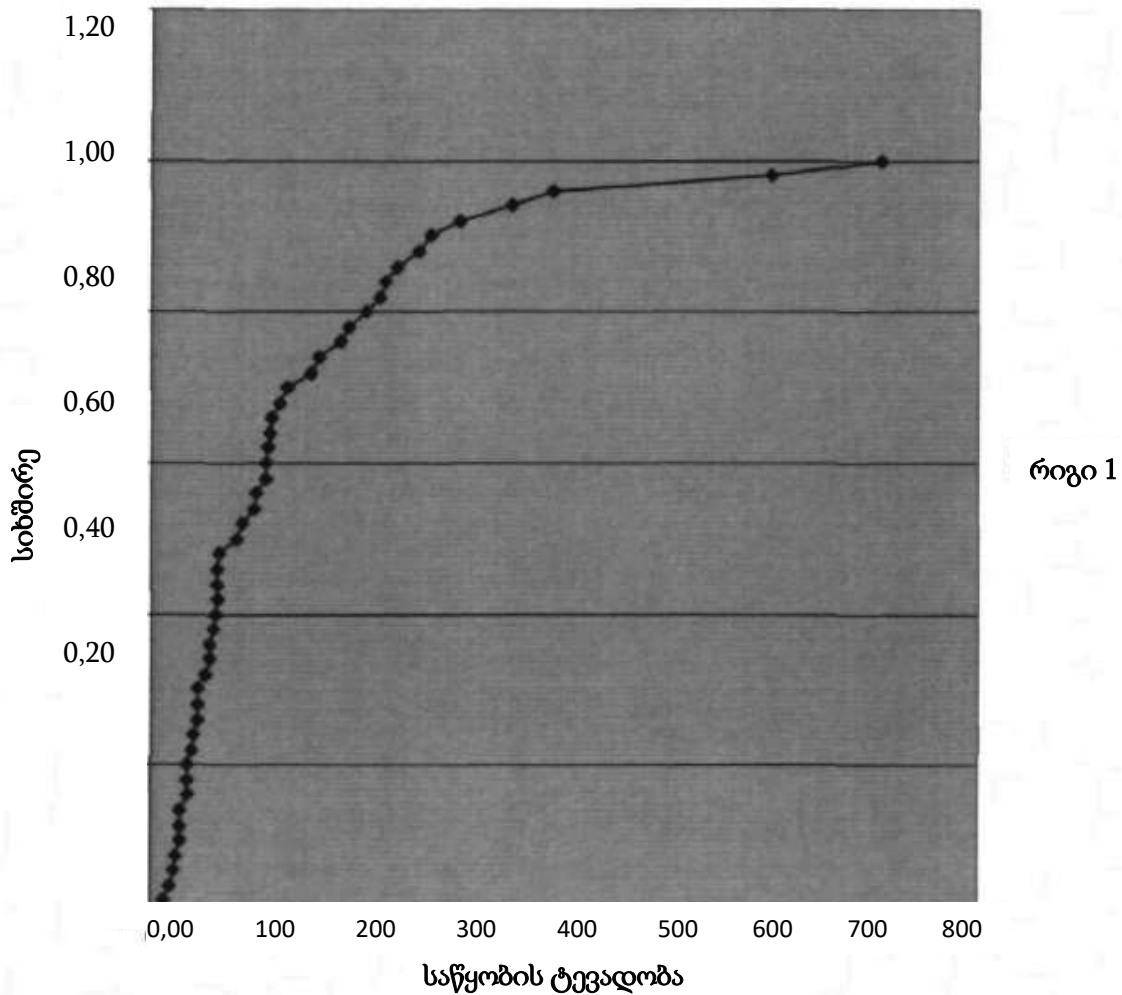
კვლევის შედეგების საფუძველზე ჩვენ მივიღებთ გამოსაკვლევი ℓ ფუნქციის K რაოდენობის ℓ_k მნიშვნელობებს და ავაგებთ გრაფიკს ან ჰისტოგრამას. ამისათვის ჰორიზონტალურ ღერძზე დავიტანთ ℓ_k მიღებულ მნიშვნელობებს და თითოეული ამ წერტილისათვის ℓ_k ფუნქციის გრაფიკს გავადიდებთ $1/K$ სიდიდით. თუ კვლევის შედეგებში აღმოჩნდება ℓ_k რამდენიმე ერთი და იგივე მნიშვნელობა გრაფიკს ვადიდებთ ამ რაოდენობაზე. შედეგად მივიღებთ გრაფიკს, რომელსაც აქვს სურ. 2.10-ზე მოცემული სახე.



სურ. 2.10. საკვლევი სიდიდეების განაწილების ჰისტოგრამა.

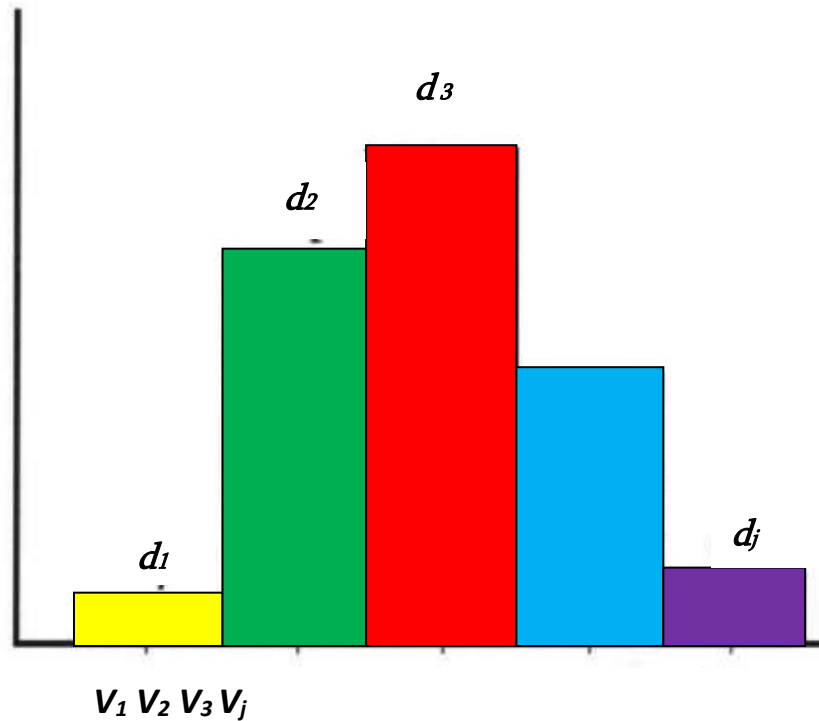
ცხადია, რომ მიღებული გრაფიკი წარმოადგენს ℓ სიდიდეების განაწილების სტატისტიკურ ფუნქციას იმ ალბათობით, რომ დასაკვირვებელი მნიშვნელობა ნაკლებია x -ზე და $F(\ell) = P(x < \ell)$.

რეალურად არცერთ შემთხვევაში დასაკვირვებელი სიდიდის მნიშვნელობა არ მდებარეობს ℓ_1 მნიშვნელობის მარცხნივ და დაკვირვების K შემთხვევიდან მხოლოდ ერთ შემთხვევაში იგი მდებარეობს ℓ_2 მარცხნივ და ა.შ. საერთოდ, შემთხვევების 100%-დან დასაკვირვებელი სიდიდის მნიშვნელობა მდებარეობს ℓ_k - ს მარცხნივ. სურათზე 2.11 მოცემულია მონტე-კარლოს მეთოდით ნაანგარიშები მარაგი საწყობისათვის ტვირთების ნაკადის შემთხვევითი განაწილებისას.



სურ. 2.11. საკვლევი სიდიდეების განაწილების მაგალითი.

მონტე-კარლოს მეთოდი მნიშვნელოვანი ხარისხით განმარტავს სტატისტიკური მნიშვნელობების გადახრას საშუალო მნიშვნელობებიდან. თუ ასეთივე უთანაბრობები ატარებენ არა სტატისტიკურ, არამედ ზედმეტ-ნაკლებად რეგულარულ ხასიათს, მეთოდი იწვევს ეფექტურობის დაკარგვას. აღნიშნულის ილუსტრირებისათვის განვიხილოთ მაგალითი (სურ. 2.12) რომლის მიხედვითაც მოცემულია გემების ნაკადის განაწილება მათი ტევადობის მიხედვით.



სურ. 2.12. გემების პორტში შემოსვლის განაწილების ჰისტოგრამა ტევადობის მიხედვით.

მნიშვნელობა α_1 გვიჩვენებს პორტში ერთი წლის მანძილზე შემოსული V_1 ტევადობის გემების წილის საერთო N რაოდენობაში. მოცემული ტვირთის ნაკადის Q -ს შემთხვევაში N განისაზღვრება დამოკიდებულებიდან

$$Q = \sum N \cdot \alpha_1 V_1 \quad N = \frac{Q}{\sum \alpha_1 V_1}$$

N - ის მნიშვნელობების მიხედვით შეიძლება განვსაზღვროთ თითოეული ტიპის გემის საშუალო წლიური რიცხვი $N\alpha_1$. ვთქვათ მათემატიკურ მოდელში გემების შემოსვლა პორტში თანაბრად განაწილებული კვირის დღეების მიხედვით, მაშინ ჩვენ შეგვიძლია განვსაზღვროთ თითოეული ტიპის გემის შემოსვლის რიცხვი კვირაში, რის მიხედვითაც ვადგენთ განაწილების გრაფიკს როგორც ეს ნაჩვენებია სურათზე 2.13.

ტევადობა	400	600	800	1000	1200		
შესვლათა რაოდენობა	1	2	4	2	1		
	ორ	სმ	ოთხ	ხუთ	პარ	შბ	კვ
ნავმისადგომი 1							
ნავმისადგომი 2							

სურ. 2.13. პორტში გემების შემოსვლის განრიგი

ცხადია ტერმინალში ოპერაციების ჩასატარებლად ოპტიმალური იქნება ისეთი განრიგი, რომლის დროსაც ტვირთის პარტიის მოცულობა განაწილებული იქნება დროის მიხედვით თანაბრად. რეალური განრიგის შედგენისას ყურადღება უნდა მიექცეს ოპერაციაში მონაწილეების (პირველ რიგში გემის მფლობელის და სახმელეთო გადამზიდავების) ინტერესებს. ამასთან დაპროექტების სტადიაში შესაძლებელია განრიგის რამდენიმე ვარიანტის განხილვა. მათ შორის საუკეთესო (ოპტიმისტური), საშუალო (რეალისტური) და ცუდი (პესიმისტური).

საერთო შემთხვევაში წარმოდგენილი სცენარის ანალიზის მიხედვით არ არსებობს განრიგის ვარიანტი, რომელიც უარესია პესიმისტურზე და უკეთესია ოპტიმისტურზე. მიღებული მახასიათებლების განსხვავება საშუალებას იძლევა ვიმსჯელოთ იმ ზღვარზე, რომელშიც ხორციელდება ტერმინალის ექსპლუატაციის მაჩვენებლების ცვლილება. ეს ცვლილებები შეიძლება იყოს გემების ნაადრევი ან დაგვიანებული შემოსვლა, დამტვირთავი მოწყობილობების დაზიანება, ავარია და ხარჯები გარე სატრანსპორტო ქსელების მომსახურებაზე.

ჩვენს მიერ განხილული გაანგარიშების მეთოდს გააჩნია გამოყენების სხვადასხვა ზღვრები და სიზუსტე. ამასთან ისინი გამოიყენებიან დაპროექტების სხვადასხვა ეტაპზე. ხშირ შემთხვევაში პრაქტიკაში საანგარიშო ფორმულები სტატიკურ მოდელებში წარმოადგენენ ძალზე არაზუსტს სინამდვილესთან მიახლოებაში. ისინი გამოიყენებიან იმ შემთხვევაში ან დაპროექტების იმ ეტაპზე, როცა მონაცემები სტატიკური კანონების

შესახებ არ არსებობს. დაზუსტებული წარმოდგენით ტერმინალის ფუნქციონირების მახასიათებლებიდან გაცილებით ადეკვატურია მასობრივი მომსახურების თეორიის მეთოდები. ამასთან ცენტრალური მნიშვნელობა ენიჭება სტატისტიკური გაანგარიშების მეთოდს.

გაანგარიშების თანამედროვე მეთოდების განვითარებამ, დისკრეტული მათემატიკის და კომპიუტერული მიდწევებმა ინფორმაციული სისტემების გამოყენების ასპექტები მიიყვანა გაანგარიშების სრულიად ახალ ტექნოლოგიამდე – როგორცაა იმიტაციური მოდელირება. ეს მიდგომა საშუალებას იძლევა მაღალი სიზუსტით შევადგასოთ ტექნოლოგიური პროექტირების საპროექტო პარამეტრები. შესაბამისი იმიტაციური მოდელების შექმნა გარკვეული მოსაზრებით წარმოადგენს მართვის სისტემის პირველ ეტაპს, რომლებიც ქმნიან თანამედროვე მსხვილი პორტების ან ტერმინალების ფუნქციონირების შემადგენელ ნაწილს.

ყოველივე ზემოთ მოყვანილი განმარტებებიდან გამომდინარე, თანამედროვე მეთოდების რეალიზება აუცილებელია იმისათვის, რომ ავამაღლოთ პროექტირების პროცედურების ეფექტურობის და პორტების ოპერატიული მართვის ხარისხი. ამოცანებიდან გამომდინარე ეს შეიძლება იყოს მხოლოდ მულტიაგენტური იმიტაციური მოდელირების მეთოდი.

გამომდინარე აქედან სადისერტაციო ნაშრომში შემოთავაზებულია ამ ტიპის კომპიუტერული მოდელების შექმნის შესაძლებლობები, საზღვაო სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის ობიექტების მაგალითზე დაგეგმარებისა და ოპერატიული მართვის ეფექტურობის ხარისხის შეფასებით.

თავი 3. მცირე პორტების ნავმისადგომების საექსპლუატაციო-ტექნიკური მდგომარეობის კვლევა

3.1. ნავმისადგომის ნაგებობებზე მოქმედი გარე ფაქტორების ზემოქმედების მახასიათებლები

პორტის ტექნოლოგიური სტრუქტურის ძირითადი ელემენტია გადატვირთვის კომპლექსი, რომელიც წარმოადგენს მისი ფუნქციონირებისათვის აუცილებელი ტექნიკური საშუალებების (შენობები, მოწყობილობები, აღჭურვილობა) ერთობლიობას. კონსტრუქციული ნიშნის მიხედვით საპორტო ნავმისადგომების ნაგებობების ძირითადი ტიპებია: გრავიტაციული, გამჭოლი, ხიმინჯებიანი, თხელი კედლის სახით და სხვა. ექსპლუატაციის დროს საპორტო ჰიდროტექნიკური ნაგებობები განიცდის მნიშვნელოვან გარემო და საექსპლუატაციო ზემოქმედებას.

ნავმისადგომების ნაგებობებზე ძირითად ბუნებრივ-აგრესიულ ზემოქმედებას მიეკუთვნება: გემების და ტალღების დაჯახება, დინება, მასალების რღვევა გარემოს ტემპერატურის მყისიერი ცვლილებისას, წყლის დონის ცვალებადობა, ზღვის მლაშე წყლისგან გამოწვეული კოროზია და სხვა.

საექსპლუატაციო ზემოქმედებას მიეკუთვნება: ნავმისადგომის გადატვირთვა; გემების მექანიკური მოქმედება კერძოდ დარტყმები პორტში შემოსვლისას; ქიმიური მოქმედება, რომელიც ხდება ნავსადგურში ტვირთების განთავსებისას და გადამუშავებისას.

გარემოს ზემოქმედების გავლენის მიხედვით საპორტო ჰიდროტექნიკური ნაგებობები შეიძლება დავყოთ შემდეგ ზონებად: წყალქვეშა - მიწისქვეშა ზონა; ცვალებადი დონის ზონა; წყლისზედა ზონა; შიგა შევსების ზონა.

წყალქვეშა - მიწისქვეშა ზონაში ნაგებობების ნაწილი მუდმივად იმყოფება წყლის ქვეშ და გრუნტში. ზონის ზედა საზღვარს წარმოადგენს ცვალებადი დონის ქვედა ზღვარი.

ცვალებადი დონის ზონაში ნაგებობის კონსტრუქცია და ცალკეული ელემენტები განიცდიან მონაცვლეობითი სახის გამოშრომასა და დატენიანების ზემოქმედებას, ხოლო უარყოფითი ტემპერატურის პერიოდში გაყინვისა და გალღობის მოქმედებას.

წყალზედა ზონა განთავსებულია ცვალებადი დონის ზონის ზევით. ამ ზონაში ნაგებობების ნაწილი განიცდის ატმოსფერული ნალექების, ჰაერის ტემპერატურის ცვალებადობის და მზის რადიაციის ზემოქმედებას.

შიგა შევსების ზონაში ნაგებობების ნაწილი არ იმყოფება გარემოსთან უშუალო კონტაქტში. მათ მიეკუთვნება ნაგებობის თხელკედლიანი კონსტრუქციები, რკინა-ბეტონის ნაკეთობები და სხვა. ნაგებობის მდგრადობასა და გამძლეობაზე მოქმედი ფაქტორებიდან ერთ-ერთი ძირითადია გრუნტი, რომლის მახასიათებლების ცოდნა მნიშვნელოვანია საძირკვლის გრუნტის მდგრადობის შეფასებისას.

მნიშვნელოვანი ჰიდროლოგიური ფაქტორია ზღვის დეღვა - ნაგებობებზე ტალღების ზემოქმედების გავლენის საშიშროება მნიშვნელოვნად იზრდება მათზე არსებული დაზიანებების შემთხვევაში. ტალღების დარტყმა არის დინამიკური დატვირთვა, რომელიც მოქმედებს ნაგებობებზე, იწვევს დამატებით დამაბულობის გამოვლენას და ხშირ შემთხვევაში ცალკეული ელემენტების მექანიკურ დაზიანებას. კერძოდ, მუდმივად განმეორებადი ტალღების დარტყმები წარმოქმნიან ნიშანცვლად და არაერთგვაროვანი პერიოდულობის ძალებს, რომლებიც იწვევენ მასალის დაღლილობას და კონსტრუქციის რღვევას. ხშირ შემთხვევაში წყლის დონის ცვლილება არასასურველ გავლენას ახდენს ნაგებობის წყალქვეშა საყრდენებზე. აგრესიულ ზემოქმედებას შეიძლება მივაწეროთ ტემპერატურის ცვალებადობის ზემოქმედება ნაგებობის კონსტრუქციასა და ელემენტებზე.

ნავმისადგომის ნაგებობების დაპროექტებასა და ექსპლუატაციის დროს აუცილებელია ორი ასპექტის განხილვა: 1) ნაგებობებზე გარეგანი ზემოქმედების შესწავლა და 2) ნაგებობის რეაქციის შესწავლა ამ ზემოქმედებაზე, როგორც დროის მოკლევადიან, ასევე გრძელვადიან პერიოდში. აღსანიშნავია, რომ ნაგებობის საკონსტრუქციო მასალების სიმტკიცეზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს წყლისა და გრუნტის გარემოს ისეთი მახასიათებლები, როგორცაა: მჟავური აგრესიულობა; გოგირდმჟავას და სხვა მარილების შემცველობა, ზღვის წყალში გახსნილი დოგირდწყალბადი, რომელსაც უხვად შეიცავს შავი ზღვის წყალი, მოხეტიალე დენების არსებობა და სხვა. საპორტო ნაგებობებზე დინამიკური

და ვიზრაციული დატვირთვის ძირითად მახასიათებლებს წარმოადგენს სატრანსპორტო საშუალებებისა და მექანიზმების მუშაობის შედეგად კონსტრუქციის ელემენტების და საძირკვლის გრუნტის რხევის სიხშირე, ამპლიტუდა და აჩქარება.

გარეშე ძალების ზემოქმედებაზე ნაგებობების რეაქციის მთავარ მაჩვენებლებს წარმოადგენს: მათი დაძაბული და დეფორმაციული მდგომარეობის პარამეტრების ცვლილება; გეგმიური ძვრადობა; საძირკვლის და ნაყარი გრუნტის შემჭიდროვება და გაფართოვება; საკონსტრუქციო მასალების დეფორმაციულობისა და გამძლეობის ცვლილება და სხვა.

ნავმისადგომის ნაგებობების საექსპლუატაციო დატვირთვა განისაზღვრება ტექნოლოგიური პროექტირების ნორმებით. დასაშვები საექსპლუატაციო დატვირთვა ითვალისწინებს დასაწყობებული ტვირთებისა და ამწე-სატრანსპორტო საშუალებების მიერ შექმნილ დატვირთვაზე მეტს იმის გათვალისწინებით, რომ უზრუნველყოფილი იქნება ნავმისადგომის ნორმალური ექსპლუატაცია და ხანგანმძლეობა. საპორტო ნაგებობების დასაშვები საექსპლუატაციო დატვირთვის სიდიდე დამოკიდებულია ნაგებობის კონსტრუქციაზე, მის ტექნიკურ მდგომარეობაზე და იმ რეგიონის გეოლოგიურ, ჰიდროლოგიურ და სეისმოლოგიურ პირობებზე, სადაც განთავსებულია ნავმისადგომი.

ნავმისადგომის ტერიტორიაზე სატრანსპორტო საშუალებების, გადამტვირთი მოწყობილობების და დასაწყობებული ტვირთის მიერ შექმნილი დატვირთვა განისაზღვრება ჩატვირთვა-გადმოტვირთვის სამუშაოების ტექნოლოგიური პროექტით. ამასთან ნავმისადგომის სადერეფნო ზონაში.

ამწე მოწყობილობებისა და დასაწყობებული ტვირთების დატვირთვის ნორმატიული სიდიდე განისაზღვრება სადერეფნო ზონის დატვირთვის სქემის მიხედვით. ზოგიერთ შემთხვევაში ნავმისადგომების ექსპლუატაციისას შეინიშნება დატვირთვის დადგენილი სქემის დარღვევა. კერძოდ, მძიმე წონის ტვირთებისა და კონტეინერების დასაწყობებამ ისეთ ნავმისადგომებზე, რომელთა კონსტრუქცია არ შეესაბამება ამ დროს წარმოქმნილ დატვირთვას, შესაძლებელია გამოიწვიოს ნაგებობის მთლიანი ან ნაწილობრივ გამოსვლა ექსპლუატაციიდან.

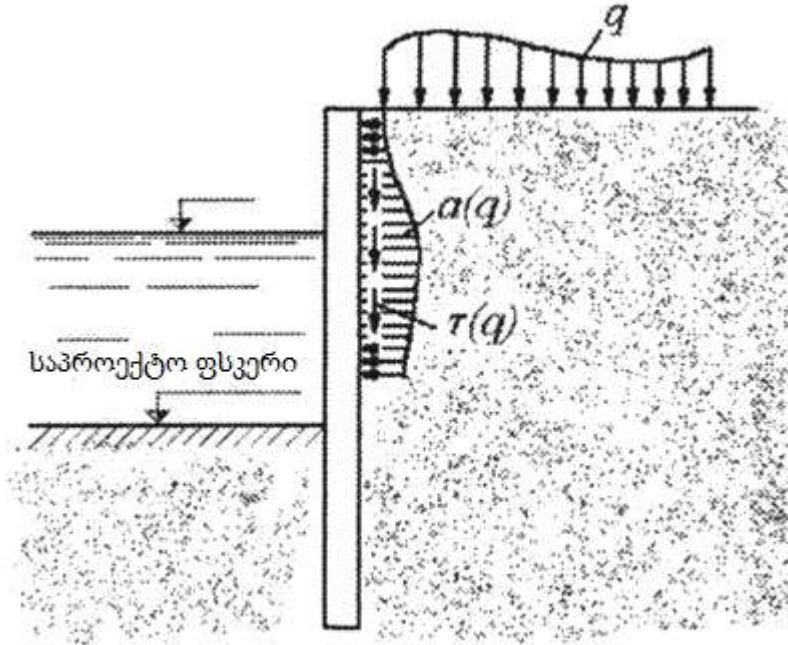
ნავმისადგომის ნაგებობაზე გემის მიერ გადაცემული ზემოქმედება შეიძლება გამოწვეული იყოს: ქარის ან ტალღების მოქმედებით ნავმისადგომში გემის დგომისას; ნაგებობასთან მიახლოებისას წარმოქმნილი დაწნევით და გემის დაბმით წარმოქმნილი ძალით.

გემების უშუალო ზემოქმედება ნავმისადგომის ნაგებობებზე ძალიან ხშირად იწვევს იმ ელემენტების სერიოზულ დაზიანებას, რომელზედაც ისინი მოქმედებენ. ამ ზემოქმედებით ზედაპირებზე ხდება გარკვეული ნაწილების ამოტეხვა, ბზარების წარმოქმნა, ჩამონგრევა და სხვა. ამასთან გაზრდილი ტვირთამწეობის გემების ნავსადგურში შემოსვლისას და დაბმისას შესაძლებელია უფრო მნიშვნელოვანი დაზიანებების გამოვლენა. დაბმის შემთხვევაში დატვირთვა ნაგებობებზე წარმოიქმნება ნაპირის მხრიდან გემზე ქარის ზემოქმედებით. აქვე უნდა ავღნიშნოთ, რომ საპორტო ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მგრძობიარობა სტატიკური დატვირთვების ზემოქმედებაზე დამოკიდებულია მათ კონსტრუქციაზე.

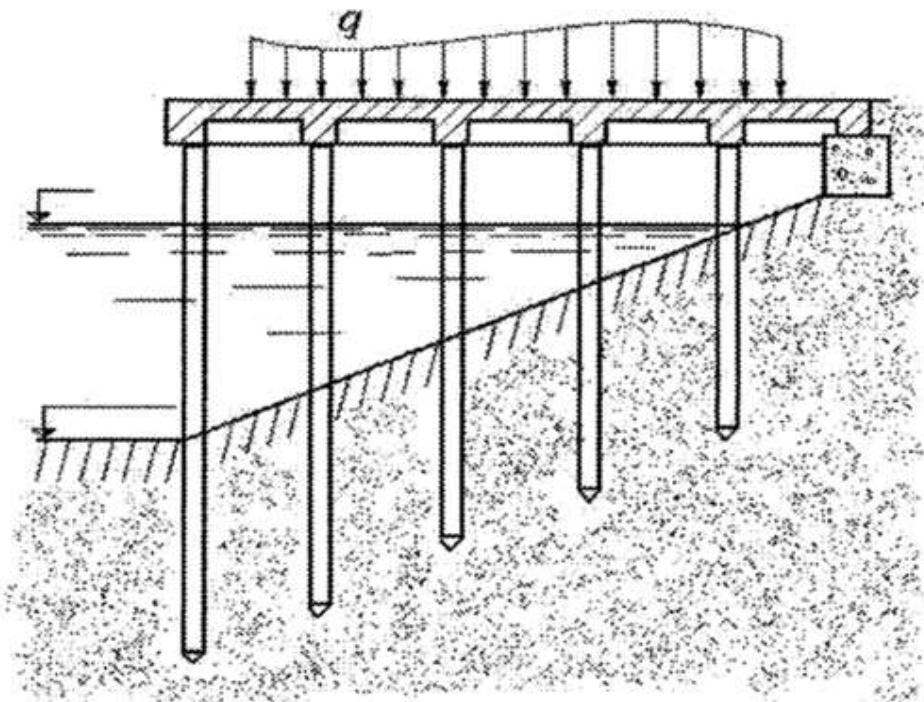
სტატიკური დატვირთვის გავლენის ხასიათის მიხედვითდვით ნავმისადგომის ჰიდროტექნიკური ნაგებობები იყოფა ორ ჯგუფად, ესენია: განმბრჯენი და არაგანმბრჯენი.

განმბრჯენი ტიპის ნაგებობებში (ნახ. 3.1) სასარგებლო სტატიკური დატვირთვა გადაეცემა გრუნტის გარემოდან და ნაგებობაზე წარმოქმნის ჰორიზონტალურ ე.წ. „გამბრჯენ“ დაწნევას, რომელიც იკრიბება ნაგებობის ქვედა ნაწილის შემავსებელი გრუნტის გამბრჯენ დაწნევასთან. გარდა ჰორიზონტალური მდგენელისა გამბრჯენი დაწნევა ხასიათდება ვერტიკალური მდგენელით, რომელიც დამოკიდებულია გრუტსა და კედელს შორის არსებული ხახუნის სიდიდეზე [109].

არაგამბრჯენ ნაგებობებში (ნახ. 3.2) სასარგებლო სტატიკურ დატვირთვას წარმოადგენს ძალა რომელიც მოქმედებს უშუალოდ კონსტრუქციის ელემენტებზე.



ნახ. 3.1. ნავმისადგომის გამბრჯენ კონსტრუქციებში სტატიკური დატვირთვის მოქმედების სქემა.



ნახ. 3.2. ნავმისადგომის არაგამბრჯენ კონსტრუქციებში სტატიკური დატვირთვის განაწილების სქემა.

კვლევებით დადგენილია, რომ ნაყარი გრუნტის ზედაპირზე სტატიკური დატვირთვის ზემოქმედებისას, გამბრჯენი ტიპის ნაგებობების თავისებურებას წარმოადგენს ე.წ. მემკვიდრობითობის ეფექტი. ეფექტის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ზედაპირული დატვირთვის მოხსნის შემდეგ კონსტრუქციაში მათგან გამოწვეული ძაბვების ნაზრდი ქრება მხოლოდ ნაწილობრივ. აღნიშნული ეფექტის მექანიზმი წარმოდგენილია ნახაზზე 3.3, სადაც ნაჩვენებია ნაყარი გრუნტის დამჭერ დრეკად კონსოლურ საყრდენ კედელზე დატვირთვების განაწილების სურათი.

სისტემაზე „კედელი-ნაყარი გრუნტი“ დატვირთვის მოქმედებამდე კედელზე მოქმედებდა მხოლოდ გრუნტის გამბრჯენი დაწნევა α , ხოლო $q(x_1x_2)$ დატვირთვის მოქმედებამ გამოიწვია გამბრჯენი დაწნევის გაზრდა $\alpha(q)$ სიდიდით (ნახაზზე შეესაბამება ეპიურის დამტრახული ნაწილი). ამასთან, დრეკადი ძალის განტოლების კანონის შესაბამისად, იზრდება კედლის ჩალუნვის სიდიდე, კერძოდ მისი გადაადგილება ზედა საყრდენიდან იზრდება Δ სიდიდით და დრეკადი ძალის განტოლებას აქვს სახე.

$$EJ \cdot \frac{d^2x}{dy^2} = M(y) \quad (3.1)$$

სადაც $M(y)$ - კედელზე $\alpha(q)$ დატვირთვით გამოწვეული მღუნავი მომენტის მდგენელია;

EJ - კედლის სიხისტეა.

$\alpha(q) - q(x_1x_2)$ დატვირთვით გამოწვეული გამბრჯენი წნევის ნაზრდია;

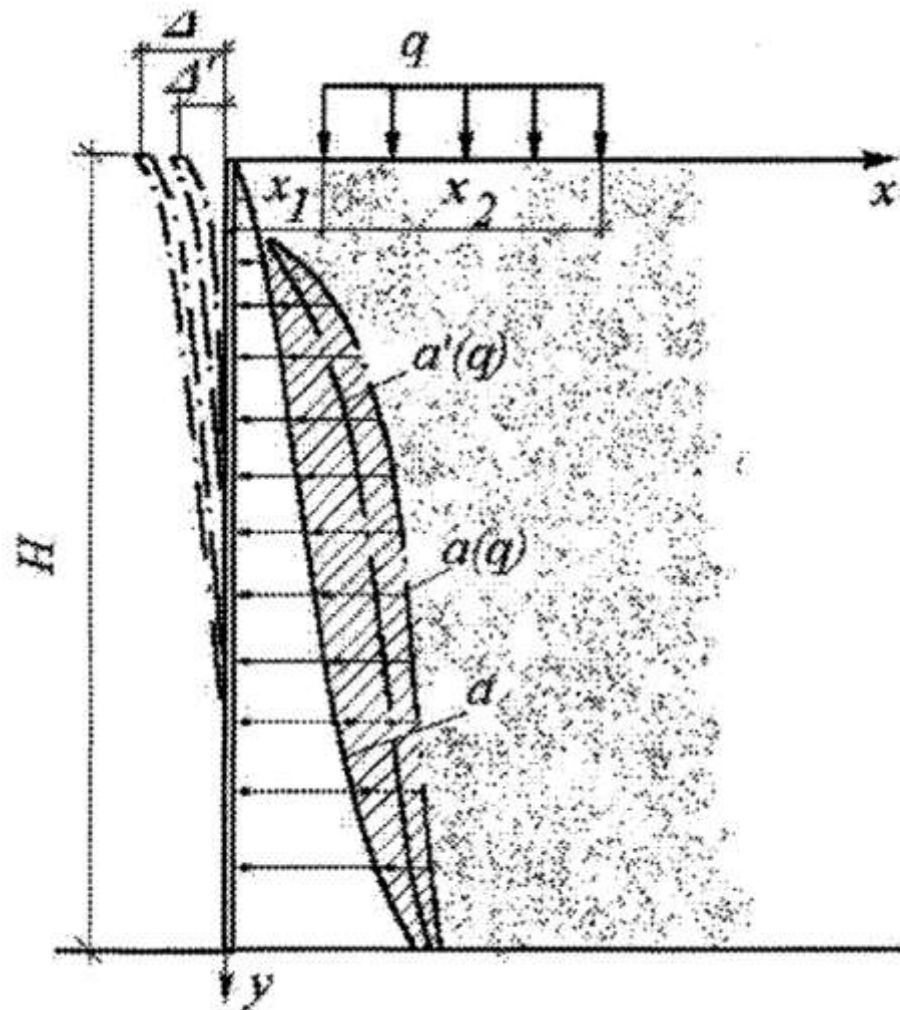
$\alpha'(q) - q(x_1x_2)$ დატვირთვისაგან წარმოქმნილი ნარჩენი გამბრჯენი წნევაა;

Δ - კედლის ზედა ნაწილის გადაადგილებაა $q(x_1x_2)$ დატვირთვის მოქმედების შედეგად;

$\tau(q)$ - გამბრჯენი წნევის ვერტიკალური მდგენელია; Δ' - კედლის ზედა ნაწილის ნარჩენი გადაადგილებაა დატვირთვის მოხსნის შემდეგ;

H - კედლის სიმაღლეა;

x_1 და x_2 დატვირთვის ზოლის კოორდინატებია.



ნახ. 3.3. ნაყარი გრუნტის ზედაპირზე დატვირთვის მოხსნის შემდეგ გამბრჯენი კედლის წერტილებში ნარჩენი ძაბვების აღძვრის სქემა.

როგორც სქემიდან ჩანს $q(x_1x_2)$ დატვირთვის მოხსნის შემდეგ კედლებზე გამბრჯენი წნევის მოქმედების შემცირება საწყის α მნიშვნელობამდე შეუძლებელია, რაც გამოწვეულია ნარჩენი ძაბვების არსებობით.

საპორტო ნაგებობების ექსპლუატაციისას, ხშირ შემთხვევაში აუცილებლობას წარმოადგენს მათზე გარეშე ზემოქმედების დასაშვები დონის განსაზღვრა. ამ საკითხის გადაჭრა გულისხმობს იმ ზემოქმედებების ზღვრული მნიშვნელობების განსაზღვრას, რომლის დროსაც შენარჩუნებული იქნება ნაგებობის უსაფრთხო ექსპლუატაცია და მოთხოვნილი ხანგამძლეობა.

3.2. მცირე საპორტო ნაგებობების ტექნიკური ექსპლუატაცია

საპორტო ჰიდროტექნიკური ნაგებობები წარმოადგენენ კონსტრუქციებს, რომელზეც გავლენას ახდენს მრავალი სხვადასხვა ფაქტორი. ისინი განიცდიან სხვადასხვა სახის ინტენსიურ გარეგან ზემოქმედებას და მუშაობა უხდებათ ძალზე მძიმე საექსპლუატაციო ტექნიკურ პირობებში. ნაგებობების ძირითადი კონსტრუქციების გაანგარიშებისას, პროექტირების სტადიაში, საანგარიშო ფორმულებში გათვალისწინებულია უსაფრთხოებისა და საიმედობის კოეფიციენტები. ამასთან გაანგარიშება ტარდება სხვადასხვა სახის არასასურველი დატვირთვების ერთობლივი მოქმედების გათვალისწინებით. სამშენებლო მასალების სწორი შერჩევა, პროექტირების რაციონალური გადაწყვეტა და ყველა იმ ფაქტორის გათვალისწინება, რომელიც განსაზღვრავს კონსტრუქციის მუშაობის პირობებს ექსპლუატაციის პერიოდში, გავლენას ახდენს ნაგებობების ხანგრძლივობაზე, მიმდინარე და კაპიტალური რემონტის სიხშირეზე, ხასიათზე და ექსპლუატაციის უსაფრთხოებაზე. ექსპლუატაციის რეჟიმი და საექსპლუატაციო დატვირთვის ნორმები დგინდება პროექტის მიხედვით და ითვალისწინებს კონსტრუქციულ გადაწყვეტილებებს, რის საფუძველზეც ხორციელდება დაკვირვება ნაგებობისა და მისი ელემენტების ტექნიკურ მდგომარეობაზე.

მცირე საპორტო ნაგებობების ექსპლუატაცია ხორციელდება დადგენილი ტექნიკური ექსპლუატაციის წესების მიხედვით, რომელიც წარმოადგენს ძირითად დოკუმენტს. ეს წესები საშუალებას იძლევა შეიქმნას ორგანიზაციულ-ტექნიკური ღონისძიებების მეცნიერულად დასაბუთებული სისტემა ნაგებობების ექსპლუატაციის გაუმჯობესებისა და უსაფრთხოების მიზნით. ტექნიკური ზედამხედველობა უზრუნველყოფს დეფორმაციისა და სხვა სახის დეფექტების დროულ აღმოჩენას, შესაძლო ავარიებისა და რღვევის აღმოფხვრას. იგი ასევე განსაზღვრავს სარემონტო-პროფილაქტიკური სამუშაოების მოცულობას და შემადგენლობას. საპორტო ნაგებობების ტექნიკური ექსპლუატაციის და მათი გაუმჯობესების საკითხები, ნაგებობებზე მოქმედი სხვადასხვა ფაქტორები, ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ტექნიკურ მდგომარეობაზე დაკვირვების

სახეები და სხვა პრობლემები რომლებიც დაკავშირებულია ტექნიკურ ექსპლუატაციასთან განხილული და შესწავლილია მრავალი მეცნიერის მიერ. მცირე პორტების ჰიდროტექნიკური ნაგებობების რაციონალური ექსპლუატაციის და რემონტის საკითხები წარმოდგენილია შრომაში [87]. აქვეა მოცემული რეკომენდაციები მცირე საპორტო ნაგებობების უავარიოტექნიკური ექსპლუატაციის შესახებ, შემოთავაზებულია გემების დაბმით გამოწვეული ძალოვანი ზემოქმედება ნავმისადგომის ობიექტებზე.

იმისათვის, რომ უზრუნველვყოთ მცირე პორტების ნაგებობების ხანგამძლეობა და საიმედოობა, აუცილებელია მკაცრად დავიცვათ ორგანიზაციული და ტექნიკური მოთხოვნები პროექტირების დაწყებიდან მშენებლობის დამთავრებამდე.

ხაზობრივი დატვირთვის არსებობა ჰიდროტექნიკური ნაგებობების კონსტრუქციებში განხილულია ა. ბუდინის შრომაში [82]. ნაშრომში ნაჩვენებია ხაზოვანი დატვირთვის დამოკიდებულება დატვირთვის ზედაპირის კოორდინატებზე დატვირთვის შემქნელი სიტუაციის დროს. მაქსიმალური ხაზობრივი დატვირთვის განსაზღვრა ნაგებობებისათვის, გრავიტაციული და თხელკედლიანი ელემენტების ჩათვლით განხილულია შრომებში [84,86]. ა. ორლინის მიერ დამუშავებულია მეთოდის საანგარიშო სქემის (ბრტყელი ან სივრცითი) შერჩევის შესახებ, ნავმისადგომის შენობების სიმაღლისაგან დამოკიდებულებით [104]. მრავალი მეცნიერის გამოკვლევებში განსაზღვრულია ცალკეული არასასურველი ფაქტორების გავლენა ნაგებობის მზიდუნარიანობაზე - ექსპერიმენტალური კვლევებით აგრეთვე დადგენილია რომ საპორტო ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მზიდუნარიანობა დამოკიდებულია დროზე, ე.ი. ნაგებობის ასაკზე. ნაგებობის მზიდუნარიანობის ფუნქციონალური დამოკიდებულება დროზე გამოისახება ფორმულით

$$N[\alpha(t), \beta(t), \gamma(t)] = 0 \quad (3.2)$$

სადაც $\alpha(t)$ - არის ფუნქცია, რომელიც ასახავს ნაგებობის მზიდუნარიანობის ცვლილებას, ფუნდამენტის გრუნტის რეოლოგიური თვისებების გამოვლენის შედეგად;

$\beta(t)$ - არის ფუნქცია, რომელიც ასახავს ნაგებობის მზიდუნარიანობის დამოკიდებულებას ექსპლუატაციის დინამიკურ რეჟიმზე, რომლის ეფექტიც გამოვლინდება დროში;

$\gamma(t)$ - წარმოადგენს ფუნქციას რომელიც ასახავს ნაგებობის მზიდუნარიანობის დამოკიდებულებას, კონსტრუქციის მასალის სიმტკიცის და დეფორმაციის ცვლილებაზე დროში.

კონსტრუქციის ტექნიკური მდგომარეობის ხასიათი შეიძლება შევავსოთ ნაგებობის მზიდუნარიანობის საიმედობის ლიმიტირებული ფაქტორების მიხედვით. ნაგებობის მზიდუნარიანობის გაანგარიშება და მისი ვარგისიანობა ნორმალური ექსპლუატაციისათვის უზრუნველყოფს კონსტრუქციის დაცვას მდგრადობის ფორმიდან გადახრისაგან და ხანგამძლეობის შემცირებისაგან. ასეთი პირობები შეიძლება შეიქმნას არასასურველი გადაადგილების ან რხევის გამოვლენისას, რაც ხელს უწყობს ბზარების კონსტრუქციაში წარმოქმნას.

უნდა ავლნიშნოთ, რომ ნაგებობის საიმედობაზე ანგარიში შეიძლება ჩავატაროთ შემთხვევითი სიდიდეების სტატისტიკური გაზნევის გათვალისწინებით. ამ შემთხვევაში შემთხვევითი სიდიდეების ფუნქციებს წარმოადგენს: შპუნტის (ნარანდი)მეტალის ფურცლის წყობის სისქე, საძირკვლის და ნაყარი გრუნტის მახასიათებლები, ნავმისადგომის დასაშვები დატვირთვა; კონსტრუქციის სხვადასხვა ხარისხის კოროზიული ცვეთა. გაანგარიშება შეიძლება ჩატარდეს ორი მეთოდით:

- სტატისტიკური მოდელირება (მონტე-კარლოს მეთოდი) ემყარება ფუნქციის გაწრფივების მეთოდს;
- ნაგებობის საიმედობის შეფასება კონსტრუქციის ან მისი ცალკეული ელემენტების მზიდუნარიანობის ლიმიტირებული ფაქტორების მიხედვით.

საიმედობის ხარისხის დროზე დამოკიდებულების ფუნქცია აიგება მახასიათებელი წერტილების მიხედვით, რომელთა რაოდენობა არ უნდა იყოს სამზე ნაკლები. მახასიათებელ წერტილებს მიეკუთვნება: ექსპლუატაციის დაწყების დრო; გადამტვირთავი კომპლექსის მუშაობის დამამთავრებელი ეტაპი, რომელიც

ითვალისწინებს მთლიანად კონსტრუქციის ან მისი ცალკეული ელემენტების მდგრადობის და გამძლეობის ზღვარს. როგორც წესი შუალედური მნიშვნელობა განისაზღვრება ნავმისადგომის გადამტვირთავი კომპლექსის უშუალო გამოკვლევით, რომელიც ითვალისწინებს კოროზიული ცვეთის ხარისხის გაზომვას.

მცირე ნავსადგურების ნაგებობების მზიდუნარიანობის მაჩვენებლებზე ექსპლუატაციის დროის გავლენის გარდა აუცილებელია განვიხილოთ გარემო პირობების ზემოქმედება, რადგან კვლევებით დადგენილია, რომ ნაგებობის მზიდუნარიანობაზე და საიმედოობაზე დროის ფაქტორზე უფრო მეტ გავლენას ახდენს რომელიმე აგრესიული გარემოს ზემოქმედება. გარემო პირობები საპორტო ნაგებობებზე ახდენს მნიშვნელოვან, ხშირ შემთხვევაში გადამწყვეტ ზემოქმედებას.

3.3. გარემო პირობების გავლენა მცირე ნავმისადგომების ნაგებობების ტექნიკურ მდგომარეობაზე

გარემო პირობებს, რომლებმაც შეიძლება მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინონ ნავმისადგომების ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მზიდუნარიანობაზე, მიეკუთვნება: წყლის, ჰაერის და გრუნტის გარემოცვა, კონსტრუქციის ტემპერატურული რეჟიმი, გადასამუშავებელი ტვირთის აგრესიული (პირველ რიგში ქიმიური) ზემოქმედება, მოხეტიალე დენების მოქმედება და სხვა. ჩამოთვლილი ფაქტორების გავლენა ნაგებობების მზიდუნარიანობის მაჩვენებლებზე ძირითადად აისახება საკონსტრუქციო მასალების დეფორმაციული და სიმტკიცის მახასიათებლების ცვლილებაზე. ბევრ შემთხვევაში ჩამოთვლილი ფაქტორებიდან ზოგიერთი მათგანი გავლენას ახდენს საფუძვლის და ნაყარი გრუნტის მექანიკურ მახასიათებლებზე, რაც თავისთავად მოქმედებს ნაგებობის მზიდუნარიანობაზე.

მცირე ნავმისადგომების ნაგებობების მუშაობაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ისეთი ფაქტორები, როგორცაა: ლეღვითი მოვლენები; გემების დარტყმები,

ჰიდრომექანიზაციის გამოყენება ტვირთების გადატვირთვისას, სეისმოლოგიური ზემოქმედება, ნავმისადგომის სანაპიროზე წყლის დონის ცვლილება და სხვა.

მთელ რიგ შემთხვევაში მნიშვნელოვანია ჩატარდეს ტალღების ზემოქმედების გაანგარიშება ნაგებობის ვერტიკალურ კედელზე ან რთული პროფილის დაბრკოლებებზე (განთავსებულია სანაპირო ზოლში). ამ დროს ასევე გათვალისწინებული უნდა იქნას შემხვედრი მიმართულების ქარის მოქმედება და ტალღის პროფილის ასიმეტრიულობა. აღსანიშნავია რომ მცირე ნავმისადგომების ნაგებობებზე აქტიურ ზემოქმედებას ახდენს სანაპიროზე წყლის გაფილტვრის ოპერაციები, ჰიდროდაწნევა და ტემპერატურის ზემოქმედება.

ნავმისადგომის ნაგებობებზე წყლის მასის სტატიკური და დინამიკური ზემოქმედების გარდა აღსანიშნავია მასში გახსნილი ნაერთების ქიმიური ზემოქმედება. ასეთი ზემოქმედება ვლინდება ნაგებობის ლითონის კონსტრუქციებზე კოროზიული ზემოქმედების სახით, რაც იწვევს მათ გამოფიტვას და რღვევას. აღსანიშნავია, რომ კოროზია მნიშვნელოვნად დიდიახიმინჯების და მათი შეერთებების შიგა ზედაპირებზე. ეს აიხსნება მზის რადიაციის და ნიშანცვლადი ტემპერატურის ზემოქმედებით (განსაკუთრებით შემოდგომა-ზაფხულის პერიოდში). ამ დროს შიგა ზედაპირზე ხდება ტენის კონდენსირება რაც დროთა განმავლობაში განიცდის პროგრესირებას. ამ მოვლენის თავიდან ასაცილებლად აუცილებელია ანტიკოროზიული დაფარვის გამოყენება.

მთელ რიგ გამოკვლევებში მცირე ნავმისადგომების ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებზე გემების ძალოვანი ზემოქმედება განიხილება წრფივი ამოცანის სახით. მრავალმა მეცნიერმა შეისწავლა ნავმისადგომის ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებზე გემების ზემოქმედების ხასიათი და დატვირთვა [87]. შრომებში გათვალისწინებულია გემის ზომები, ნავმისადგომის კონსტრუქცია, ქარისა და ლელვითი მოვლენების ზემოქმედება და სხვა, რაც მიმართულია ნაგებობების უავარიო ტექნიკური ექსპლუატაციის მისაღწევად. ჩატარებული კვლევების ანალიზი საშუალებას იძლევა დამუშავდეს რეკომენდაციები მცირე ნავმისადგომების ჰიდროტექნიკური ნაგებობების რაციონალური ექსპლუატაციის შესახებ, ძალოვანი ზემოქმედების გათვალისწინებით.

მცირე პორტების ნაგებობებზე ზემოქმედების მნიშვნელოვან ჯგუფს მიეკუთვნება სეისმური და დინამიკური დატვირთვა (შპუნტიანი) მეტალის ფურცლების წყობის მქონე კედლისმუშაობის არსებით თავისებურებას დინამიკური დატვირთვის მოქმედებისას წარმოადგენს ის, რომ მისი დეფორმაციისას (რხევა, ჩაღუნვა, ძვრა) იგი ზემოქმედებას ახდენს გარემოზე, რაც გამოიხატება მასთან შეხებაში მყოფი გრუნტის ნაწილაკების გადაადგილებით. გრუნტი თავისთავად მოქმედებს კედლებზე (უკუ კავშირი) და ანკერულ მოწყობილობებზე. ამ დროს წარმოქმნილი რხევები დინამიკურ მოქმედებას ახდენს სისტემის ცალკეულ ელემენტებზე.

გამოკვლევული იყო რხევების აჩქარების განაწილება ნაყარ გრუნტში, ბუნებრივ გრუნტში და (შპუნტიანი) მეტალის ფურცლების წყობის მქონე კედლის ელემენტებში. შპუნტიანიკედლისა და ნაყარი გრუნტის ურთიერთქმედების გამოკვლევა გვიჩვენებს, რომ რხევების აჩქარება კედელში 2-ჯერ უფრო ნაკლებია, ვიდრე გრუნტში. უშუალოდ კედელთან ურთიერთობაში მყოფი გრუნტის რხევების აჩქარებები თითქმის იგივეა რაც კედლის, ხოლო აჩქარების შემცირება შეიმჩნევა კედლიდან 1 მ-ის დაშორებით.

ე.ი. მცირე პორტების ნავმისადგომების ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ზღვრული დასაშვები დატვირთვის, დამაბულობის და დეფორმაციული მდგომარეობის განსაზღვრა როგორც წესი განიხილება წრფივი ან ბრტყელი ამოცანის სახით, რაც რა თქმა უნდა გარკვეულწილად მოქმედებს გაანგარიშების სიზუსტეზე. იმის გამო, რომ ნავმისადგომი სანაპირო წარმოადგენს დისკრეტულ კონსტრუქციას, მისი აღწერისას აუცილებელია სივრცითი ამოცანის განხილვა, რაც დაახლოვებულია ნაგებობების მუშაობის რეალურ პირობებთან.

3.4. მცირე პორტების ნაგებობების სადატვირთო დეფორმაციულ მდგომარეობაზე გრუნტის გარემოს გავლენის კვლევის ანალიზი

როგორც ზემოთ ავლნიშნეთ პორტის ჰიდროტექნიკურ ნაგებობაზე გავლენას ახდენს მთელი რიგი გარე დატვირთვები. ყველა ეს დატვირთვა პირობითად შეიძლება დავყოთ

მუდმივად და დროებითად. ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებზე მოქმედი მუდმივი დატვირთვა წარმოიქმნება მშენებლობის დაწყების მომენტიდან და ექსპლუატაციის პროცესში რეგულირებას არ ექვემდებარება. რაც შეეხება დროებით დატვირთვებს, ისინი გამოირჩევიან დიდი მრავალფეროვნებით.

ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მუდმივ დატვირთვას წარმოადგენს ნავმისადგომის კედლების უბეების შემავსებელი გრუნტის მიერ განვითარებული დაწნევა.

გრუნტის გარემოს დამაბული და დეფორმირებული მდგომარეობის შეფასება ინჟინრული გაანგარიშებით ეფუძნება გრუნტის მექანიკის კანონებს, რომლებიც მოცემულია შ. კულონის, ჟ. ბუსინსკის და ვ. კურდიუმოვის შრომებში. თანამედროვე ეტაპზე გრუნტის მექანიკის განვითარებამ გამოიწვია დრეკადობის თეორიიდან გადასვლა - გრუნტის არაწრფივი მექანიკის ახალ სფეროში [85,94,96,99,101,102,105,107].

უნდა აღინიშნოს, რომ დრეკადობის თეორიის საფუძველზე მიღებული იყო ინჟინრული გაანგარიშება გრუნტის საფუძვლის სადატვირთო-დეფორმაციული მდგომარეობის განსაზღვრის მიზნით. მაგრამ არაწრფივი მეთოდების გამოყენებით შესაძლებელია გავითვალისწინოთ გრუნტის დეფორმაციის რეალური პირობები, რამაც საშუალება მოგვცა გაგვეზარდა დატვირთვა და ზუსტად გაგვესაზღვრა ნაგებობის კონსტრუქციის ლითონტევადობა. ამასთან შესაძლებელია ექსპერიმენტალური მონაცემების უფრო მეტად მიახლოება თეორიულ გადაწყვეტილებებთან.

გაანგარიშების არაწრფივი მეთოდი ფართოდ გამოიყენება გრუნტის საფუძვლის დეფორმაციის განსაზღვრის მიზნით დრეკადი და პლასტიკური გარემოების ზონაში მათ შორის ხილული საზღვრის არსებობისას. ეს მიმართულება ცნობილია გრუნტების დრეკადობასა და პლასტიკურობის თეორიების გაერთიანებით.

მეორე მიმართულება არაწრფივი ამოცანის ამოხსნისა გამომდინარეობს იმ მოსაზრებიდან, რომ გრუნტში როგორც დრეკად გარსში ერთდროულად ვითარდება დრეკადი და პლასტიკური დეფორმაციები მათი ზონებად დაყოფის გათვალისწინების გარეშე [92, 93, 97, 98, 100].

არაწრფივი ამოცანის ამოხსნის მესამე მიმართულებას წარმოადგენს გრუნტის გაფხვიერების მოცულობითი დეფორმაციის გათვალისწინება [95, 96, 103]. მაგრამ ამ ამოხსნებში მიღებულია დამოკიდებულებები დეფორმაციის განსაზღვრის მიზნით და არ არის მოცემული დეფორმაციის განსაზღვრის მოდელი, რომელსაც მთელ რიგ შემთხვევებში აქვს უფრო მეტი პრაქტიკული მნიშვნელობა.

ხისტი ლენტური ფუნდამენტისათვის დრეკად - პლასტიკური ამოცანის ამოხსნა ფუნდამენტის ქვემოთ შემამჭიდროებელი ბირთვის წარმოქმნის გათვალისწინებით, პირველად მიღებული იქნა მ. გორბუნოვ-პოსადოკის მიერ. მან შემოგვთავაზა შერეული ამოცანის ამოხსნა იტერაციის მეთოდის გამოყენებით, ხაზობრივი დატვირთვების მაგალითზე [89].

სფეროს მკვლევარების აზრით შერეული ამოცანების ამოხსნა დაძაბულობისა და დეფორმაციის გათვალისწინებით შესაძლებელია მხოლოდ რიცხვითი მეთოდებით. დაამუშავებული და რეალიზებულია რიცხვითი ამოხსნის ალგორითმი შერეული ამოცანებისათვის. კერძოდ, მან მოხდა დრეკადობის თეორიის წრფივი ამოცანების შერწყმა პლასტიკური დინების თეორიასთან სასრული ელემენტების მეთოდის გამოყენებით.

ანკერული ნაკეთობების დრეკად-პლასტიკური დეფორმაციების კვლევის მიზნით ანგარიში ხორციელდება სასრული ელემენტების მეთოდის გამოყენებით გრუნტში პლასტიკური ზონების განვითარების გათვალისწინებით. შპუნტიანდა ანკერულ დრეკად სისტემებში გრუნტის მოქმედება აღიწერება პლასტიკური დინების თეორიის ზღვრებში.

თუ გრუნტის მასივი მოდელირებულია სწორკუთხა ელემენტის სახით, მაშინ ბრტყელი დეფორმაციის პრობებისათვის სიხისტის მატრიცად მიღებულია

$$[Dr] \approx [B]^T \cdot [D] \cdot [B]tw \quad (3.3)$$

სადაც t და w - ბრტყელი სახსრული ელემენტის სისქე და ფართობია;

$[B]$ - გეომეტრიული პარამეტრების მატრიცაა და მიიღება ცვლადების მნიშვნელობების ბრტყელი სასრული ელემენტის სიმძიმის ცენტრში ინტეგრირებით;

$$(3.4)$$

$$[B] = \begin{array}{c} 1 \quad [-c \quad c \quad c \quad -c \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0] \\ - \quad | 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad -a \quad -a \quad a \quad a| \\ 4ac[-a \quad -a \quad a \quad a \quad -c \quad c \quad c \quad -c] \end{array} \quad (3.4)$$

სადაც a და c - ბრტყელი სასრული ელემენტის ნახევარსიგანე და ნახევარსიმაღლეა.

$[D]$ - მაკავშირებელი მატრიცაა. დრეკადი სტადიისათვის

$$[D] = [D^e] = \begin{array}{c} E \\ - \\ (1+v)(1-2v) \end{array} \quad \begin{array}{c} | 1-v \quad v \quad 0 \quad | \\ | v \quad 1-v \quad 0 \quad | \\ | 0 \quad 0 \quad (1-2v)/2 \quad | \end{array} \quad (3.5)$$

პლასტიკური სტადიისათვის

$$[D] = [D^p] = \begin{array}{c} E \\ - \\ 1+v \end{array} \quad \begin{array}{c} \left[\begin{array}{ccccc} \frac{1-v}{1-2v} - \frac{p_1 q_1}{2t} & \frac{v}{1-2v} - \frac{p_1 q_1}{2t} & - \frac{p_1 q_1}{2t} & - \frac{p_1 q_3}{2t} & - \frac{p_1 q_3}{2t} \\ \frac{v}{1-2v} - \frac{p_2 q_1}{2t} & \frac{1-v}{1-2v} - \frac{p_2 q_2}{2t} & - \frac{p_2 q_2}{2t} & - \frac{p_2 q_3}{2t} & - \frac{p_2 q_3}{2t} \\ - \frac{p_3 q_1}{2t} & - \frac{p_3 q_2}{2t} & \frac{1}{2} - \frac{p_1 q_3}{2t} & - \frac{p_1 q_3}{2t} & - \frac{p_1 q_3}{2t} \end{array} \right] \end{array} \quad (3.6)$$

სადაც E და v - დრეკადობის მოდული და პუასონის კოეფიციენტი;

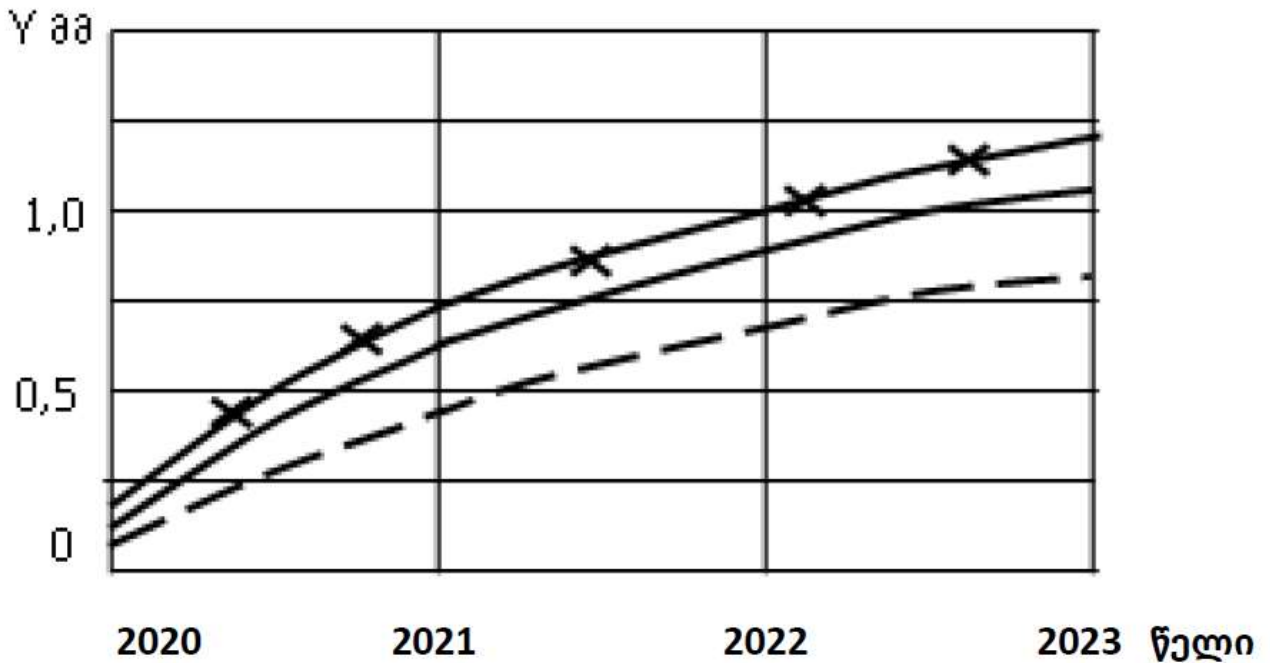
p, q, t - დამაბულობაზე დამოკიდებული ფუნქციებია.

აღსანიშნავია, რომ გათვლის ამ მეთოდიკაში საპორტო ნაგებობა წარმოდგენილია როგორც ბრტყელი ფიგურა, რაც გარკვეულად მოქმედებს შედეგების სიზუსტეზე.

მცირე პორტების ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ხანგრძლივი სიმტკიცის უზრუნველყოფის პრობლემა საძირკველის დროში დეფორმაციის გამო, განსაკუთრებით აქტუალურია. პრობლემა დაკავშირებულია პრაქტიკაში თხელკედლიანი კონსტრუქციების ინტენსიურ გამოყენებასთან, რომლებიც ხასიათდებიან გრუნტის დეფორმაციისადმი მომატებულ მგრძნობიარობით. დროთა განმავლობაში თხელკედლიანი ნაგებობების ელემენტებში გრუნტის ცოცვადობა იწვევს დამაბულობის სიდიდის ცვლილებას, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს კონსტრუქციის რღვევა.

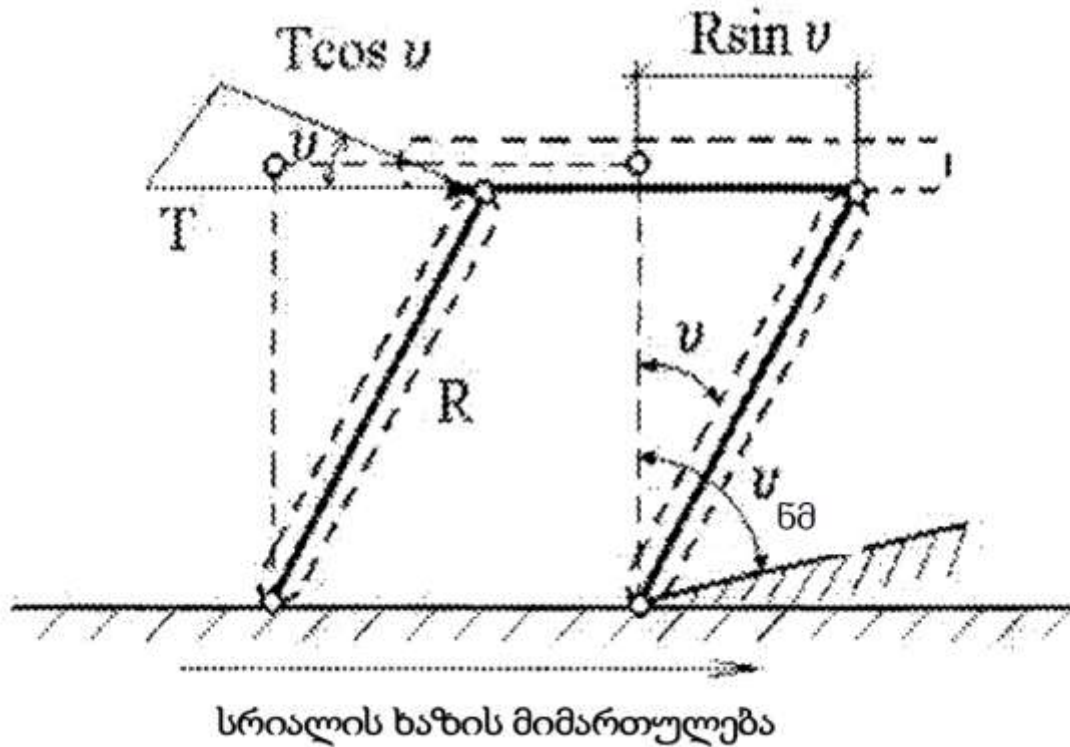
ა. ბუდინის მეთოდიკის საფუძველზე [82] თეორიული გაანგარიშებით ჩატარებული კვლევის ანალიზი გრაფიკულად წარმოდგენილია ნახაზზე 3.4 და გვაჩვენებს სანაპიროს ნავმისადგომის ერთანკერიანი რკინაბეტონის მეტალის ფურცლების წყობის მქონე კედლის მუშაობის საფუძველს განსაზღვრული სიმძლავრით ცოცვის შემთხვევაში.

როგორც გრაფიკებიდან ჩანს დროის ცვლილების მიხედვით ხორციელდება კედლის ჩალუნვის ზრდა, რის გამოც იზრდება მასზე მოქმედი დაძაბულობის სიდიდე.



ნახ. 3.4. მცირე პორტის სანაპიროს მეტალის ფურცლების წყობის მქონე კედლის თეორიული ანგარიშით მიღებული ჩალუნვის ნაზრდი დროზე დამოკიდებულებით ფუნდამენტის ცოცვის შემთხვევაში.

უნდა ავლნიშნოთ, რომ თეორია, რომლის მიხედვითაც ჩავატარეთ თეორიული კვლევა არ ითვალისწინებს გრუნტის რეოლოგიურ თვისებებს, რაც ვერ ქმნის რეალურ სურათს. შემდეგ კვლევებში სასურველია თეორიულად გათვალისწინებული იყოს გრუნტის პლასტიკური დეფორმაციის არსებობა და ამის გათვალისწინებით შექმნას რეოლოგიური მოდელი ნახ. 3.5. რომლის მიხედვითაც გრძივი ღერძის მიმართულებით ბრტყელი ნაწილაკის გადაადგილებისას ძალას უჩნდება დამატებითი მდგენელი.



ნახ. 3.5. სტრუქტურული ელემენტის რეოლოგიური მოდელი.

გარდა ამისა ჩატარებული იქნა მცირე პორტის ჰიდროტექნიკური ნაგებობის დაძაბული მდგომარეობის ანალიზი დროის მიხედვით. დრეკად-ბლანტი სისტემის საყრდენის რეაქცია განისაზღვრება გამოსახულებით

$$N(t) = \frac{PH^3}{\alpha_1} \left(\sqrt{\alpha_1 \cdot t^{-\beta t} + \alpha_2} - H^3 \right) \quad (3.7)$$

სადაც $\alpha_1 = 3EJK(6EJK + H^3)$;

$\alpha_2 = -4X_1 + \frac{1}{4}[H^6 + 2EJK(3EJK + H^3)]$;

$\beta = 3EJ/H^3 \cdot \eta$.

ამ გამოსახულებებით შესაძლებელია განვსაზღვროთ სისტემის დაძაბული მდგომარეობის ყველა პარამეტრი როგორც დროის ფუნქცია.

როგორც წესი, კონსტრუქციის და მისი ელემენტების დაძაბული მდგომარეობის ცვლილება ხორციელდება გრუნტის ცოცვის დეფორმაციის გამო, რომელიც აღიძვრება

უძრავ საყრდენებში კონტაქტის დროს. ამ შემთხვევაში ანკერისებური ზედაპირის მცოცავ საფუძველთან ურთიერთქმედების პროცესი აღიწერება ინტეგრალური განტოლებით:

$$\frac{EJ}{H\eta} \int_0^x dx \int_0^H dx \int_0^t p(xt) dt = \int_0^x dx \int_0^x [M(x; 0) - M(xt)] dx - \int_0^x dx \int_0^x \Delta R_A(t) H(x) dx \quad (3.8)$$

სადაც EJ - ანკერის მასალის სიხისტეა;

η - მცოცავი გრუნტის სიბლანტის კოეფიციენტი;

ΔR_A - ანკერის რეაქციის ნაზრდია t დროს პერიოდში და ტოლია $R_A(t) - R_A(0)$;

H - მცოცავი გრუნტის სისქეა;

$p(xt)$ - გრუნტის რეაქტიული წნევის ინტენსივობაა დროის t მომენტში;

$H(x)$ - განსახილველი კვეთის მიმართ R_A ძალის მხარია.

ამ განტოლების ამოხსნისათვის აუცილებელია $R_A(t)$ სიდიდე გამოვსახოთ დამოკიდებულებით

$$\Delta R_A(t) = [F(t)] \cdot \aleph^* \cdot [p(x; 0)],$$

სადაც \aleph^* - საწყისი რეაქტიული დატვირთვის ფუნქციაა.

უნდა აღინიშნოს, რომ მეთოდის უარყოფით მხარედ ითვლება ის, რომ იგი ითვალისწინებს მხოლოდ საფუძვლის გრუნტის ცოცვას და არ განიხილავს ისეთ სიდიდეებს, როგორცაა გრუნტის შემჭიდროება, მოცულობითი გაფართოება და სხვა. ე.ი. გრუნტის ნაგებობებზე ზემოქმედების პრობლემა განიხილება ცალმხრივად.

აღნიშნული პრობლემების გათვალისწინებით მნიშვნელოვანია ისეთი მეთოდების მოძიება, რომლების ფართოდ გამოიყენება მცირე პორტების ნავმისადგომების თხელი კედლების გაანგარიშებისას. ასეთ შემთხვევაში წონასწორობის განტოლებათა სისტემას აქვს სახე.

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n \delta_{ij} x_j + \alpha_j y_0 + \varphi_0 = \sum_{k=1}^m \delta_{ek} \cdot p_{kj} = \sqrt{n} \\ \sum_{j=1}^n x_j = \sum_{k=1}^m p_k \\ \sum_{j=1}^n \alpha_j x_j = \sum_{k=1}^m \alpha_k p_k \end{cases} \quad (3.9)$$

სადაც n - უცნობი x_j ძალების რიცხვია;

α - ანკერული კვანძიდან ჩალუნვის ლერტილამდე დაშორება;

m - ცნობილი p ძალების რიცხვია.

$$\ell = \begin{cases} 1; & \text{როცა } i = 1 \\ q; & \text{როცა } i = 2 \\ q+; & \text{როცა } i = 3 \\ \dots & \dots \\ m; & \text{როცა } i = n \end{cases} \quad (3.10)$$

სადაც $q - x_j$ შესაბამისი p_k ნომერია;

δ_{ij} - ერთეულოვანი ძალით გამოწვეული გადაადგილების კოეფიციენტი და შედგება ორი კომპონენტისაგან: ძელის ჩალუნვა და გრუნტის დამყოლობა.

ზემოთ მოყვანილ განტოლებაში გათვალისწინებულია გრუნტის შიგა ხახუნის კუთხე და ჩაჭიდება როგორც გრუნტის ტენიანობის ფუნქცია. აღნიშნული სიდიდეების გათვალისწინება საშუალებას იძლევა განისაზღვროს ნავმისადგომის ჰიდროტექნიკური ნაგებობების დამაბული მდგომარეობა, საფუძვლის გრუნტის დროის მიხედვით ცვალებადი მახასიათებლების გათვალისწინებით [91]. გრუნტის ფიზიკო-მექანიკურ თვისებებზე ტენიანობის გავლენა აღიწერება ფორმულით

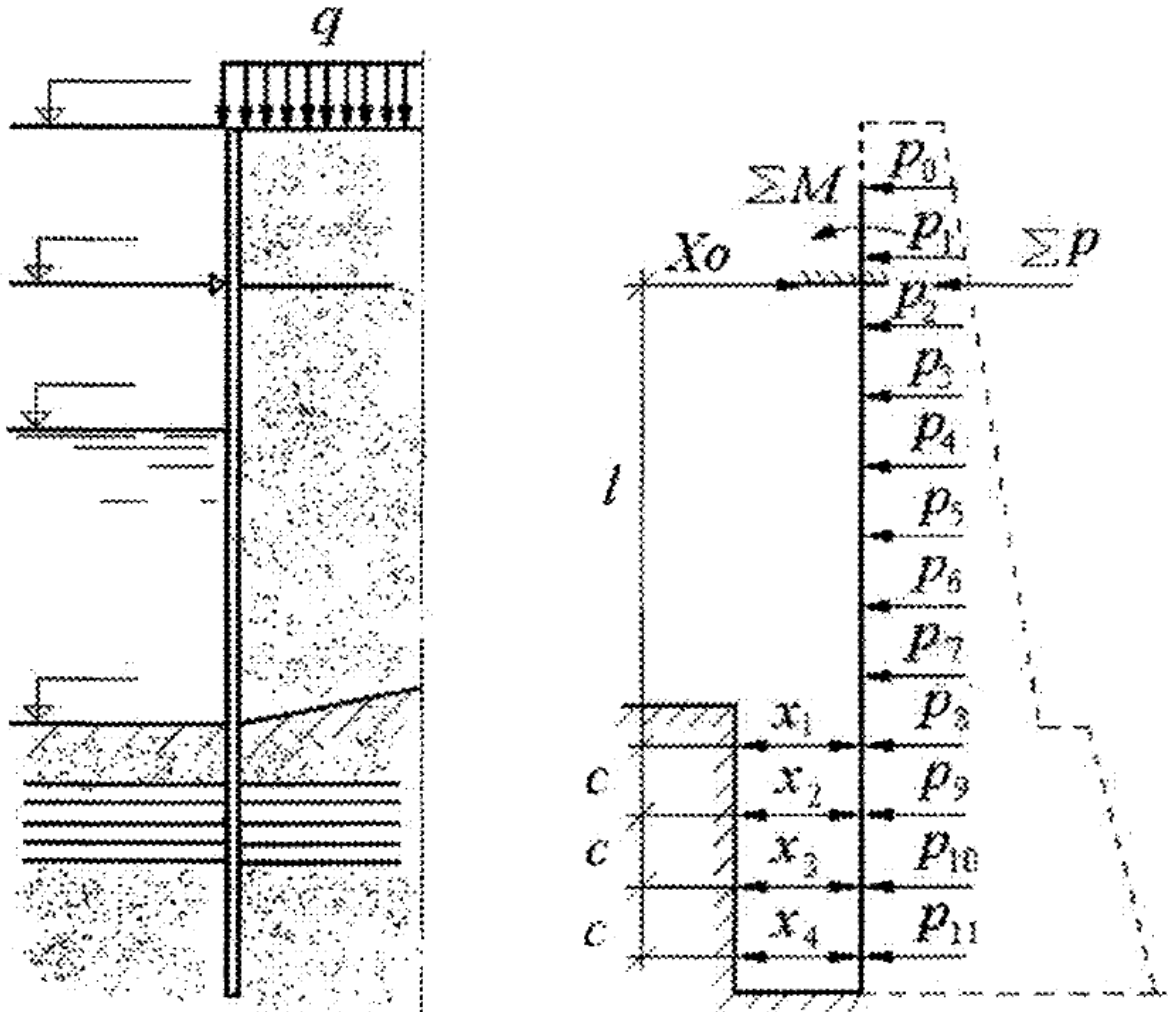
$$\varphi_w(c_w) = \varphi_H(c_H) - [\varphi_H(c_H) - \varphi_k(c_k)] \cdot \left(\frac{W - W_{min}}{W_{max} - W_{min}} \right)^n \quad (3.11)$$

ტენიანობის ფუნქცია გრუნტის გაჯერების დროზე დამოკიდებულებით ჩაიწერება სახით

$$W = W_{min} + (W_{max} - W_{min}) \cos \frac{\delta n}{2\alpha_t \sqrt{r}} \quad (3.12)$$

უნდა აღინიშნოს, რომ გრუნტის რეაქცია და ანკერული კვანძი პირობითად მოდელირდება ღეროების სახით. (ნახ. 3.6.) თუმცა მეთოდი გამოიყენება გამარტივებული წრფივი ამოცანის განხილვისას და ვერ აღწერს ნაგებობის დეფორმაციის რეალურ სურათს.

გრუნტებზე ჩატარებული მრავალრიცხოვანი კვლევებიდან განხილვის საგანია გამოცდა გაჭიმვაზე [88; 90]. ამ დროს გრუნტი თავსდება ხისტ ლითონის მოცულობაში, რომელიც არ განიცდის განივ გაფართოებას.



ნახ. 3.6. ანკერიებული კედლის საანგარიშო სქემა.

გარდა ზემოთ აღნიშნულისა გრუნტების კვლევის კიდევ ერთ მიმართულებას წარმოადგენს კონსოლიდაციის საკითხი. ამ მიმართულებით მნიშვნელოვანი სამუშაოებია ჩატარებული [104] და შექმნილია სამფაზა გრუნტის სივრცითი მოდელი სახელწოდებით „მოცულობითი ძალების მოდელი“. აღნიშნულ მოდელში მოცულობითი ძალები უნდა აკმაყოფილებდნენ პირობებს:

$$\begin{cases} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} + \gamma \frac{\partial H}{\partial x} = 0 \\ \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial x} + \gamma \frac{\partial H}{\partial z} = 0 \\ \nabla^2 (\sigma_1 + \sigma_2) = \frac{1}{1-\nu} \gamma \nabla^2 H \end{cases} \quad (3.13)$$

$$\frac{\partial (\sigma_x + \sigma_z)}{\partial t} - \frac{\beta(1+\ell)(1+\xi)}{\alpha} \cdot \frac{\partial p}{\partial t} = - \frac{(1+\ell)(1+\xi)K}{\alpha} V^2 H \quad (3.14)$$

უკანასკნელ პერიოდში ზოგიერთი ამოცანის ამოხსნა რომელიც დაკავშირებულია მცირე პორტების ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ცალკეული ელემენტების სადატვირთო-დეფორმაციული მახასიათებლების განსაზღვრასთან, დაკავშირებულია სასრული ელემენტების მეთოდთან. ამ დროს განიხილება გრუნტის არაერთგვაროვნება დრეკადობის მოდულის და პუასონის კოეფიციენტის განსაზღვრის გზით. ისინი წარმოადგენენ კოორდინატის ფუნქციას და ახასიათებენ გრუნტის დამაბულ მდგომარეობას. ამ შემთხვევაში დამაბულობისა და დეფორმაციის ამოცანა შეიძლება ამოიხსნას საანგარიშო სქემის მნიშვნელოვნად მცირე ელემენტებად დაყოფით. ამასთან გრუნტის თითოეული ელემენტი შეიძლება ჩავთვალოთ ერთგვაროვნად და იზოტროპულად. გრუნტის მახასიათებლები განისაზღვრება დამოკიდებულებით.

$$E = f(\sigma_1 \sigma_2 \sigma_3) \quad (3.15)$$

$$\mu = f(\sigma_1 \sigma_2 \sigma_3) \quad (3.16)$$

სასრული ელემენტების მეთოდით გაანგარიშებისას ბეტონის კედლის დამაბულ-დეფორმაციული მდგრადობა გრუნტის ზონაში აღიწერება სამკუთხა ელემენტების ბადით, ხოლო დრეკადობის მოდული და პუასონის კოეფიციენტი განიხილება - პირველი როგორც მუდმივი, ხოლო მეორე როგორც ცვლადი. თვითონ ბეტონის კედელს ახასიათებს დრეკადობის მოდულის და პუასონის კოეფიციენტის მუდმივი მნიშვნელობა.

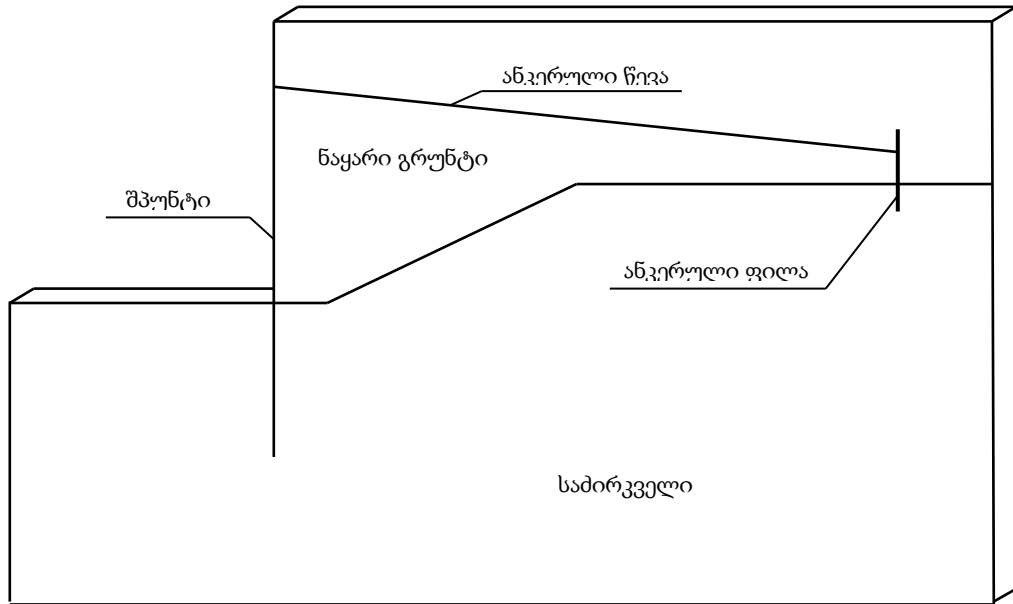
გამომდინარე ზემოთ განხილული კვლევებიდან გრუნტი წარმოადგენს რთულ გარემოს რომლის თვისებები არ ემორჩილება დრეკადობის თეორიის კანონებს და აღიწერება უფრო რთული დამოკიდებულებით დამაბულობასა და დეფორმაციას შორის. ასევე აღსანიშნავია ის, რომ გრუნტის მახასიათებლების ცვლილება ემორჩილება

არაწრფივი ამოცანების კანონებს. ასევე როგორც ჩატარებული კვლევების ანალიზი გვიჩვენებს გრუნტის სივრცეში ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მდგრადობასა და დეფორმაციის საკითხების აღწერა არ ხდება ერთიანი კომპლექსური მიდგომით და განიხილება ცალკეული ამოცანების ამოხსნის სახით.

3.5. ნავმისადგომის ჰიდროტექნიკური ნაგებობების დამაბული და დეფორმაციული მდგომარეობის რიცხვითი მეთოდებით გამოკვლევა რთულ საინჟინრო ტექნოლოგიურ პირობებში

ნავმისადგომის ჰიდროტექნიკური ნაგებობების კონსტრუქციის ძირითად მუშა ნაწილს წარმოადგენს ლითონის თხელი კედელი ნახ. 3.6. რომელიც განიცდის ყველა სახის გარეგანი ზემოქმედების უმეტეს ნაწილს. ნახაზზე წარმოდგენილი ფიზიკური მოდელი აერთიანებს ძირითად ელემენტებს - ლითონის თხელი კედელი (შპუნტი), საძირკვლის ანუ ფსკერის გრუნტი, ჩაყრილი გრუნტის ფენა, ანკერული ფილა, ანკერული წევა და ქმნის უწყვეტი გარემოს სისტემას ან რაც იგივეა განიხილება როგორც ერთიანი მთლიანი სივრცე. ანკერული ფილა საანგარიშო სქემაში შპუნტთან შეერთებულია ანკერული წევით გვერდის მხრიდან, უზრუნველყოფს ანკერული ფილისა და შპუნტის ერთობლივ მუშაობას. ანკერული წევა განლაგებულია გარკვეული განსაზღვრული ბიჯით და მისი შპუნტზე დამაგრების ადგილებში მოქმედებს შეყურსული ძალები, თვითონ ანკერული ფილების შორის არსებობს განსაზღვრული ღრეჩო.

როგორც ავლნიშნეთ ნავმისადგომის სანაპიროს ძირითად დამაბულ ნაწილს წარმოადგენს ლითონის თხელი კედელი - შპუნტი, ამიტომ მნიშვნელოვანია მისი დამაბულ-დეფორმაციული მდგომარეობის შესწავლა კონსტრუქციის საიმედოობიდან გამომდინარე.



ნახ. 3.7. ნავმისადგომის სანაპიროს საანგარიშო ფიზიკური მოდელი.

იმ შემთხვევაში როცა ჰიდროტექნიკური ნაგებობების კონსტრუქციებში დაძაბულობასა და დეფორმაციას შორის არ არსებობს წრფივი დამოკიდებულება, მაშინ მასალის შიგნითაც, რომლისგანაც დამზადებულია კონსტრუქცია, მიმდინარეობს არაწრფივი ხასიათის ცვლილებები. გრუნტებში ასეთი არაწრფივი ხასიათის ცვლილებები შესწავლილია მთელ რიგ სამეცნიერო შრომებში [83, 88, 89, 90, 93, 96, 97]. ტექნიკურ თეორიაში რომელიც აღწერილია ფხვიერ მასალებში წნევების განაწილების სურათი ყველაზე ხშირად განისაზღვრება ისეთი მდგომარეობა, რომელიც განისაზღვრება ორი კოორდინატით X და Y . ერთ-ერთ ასეთ გავრცელებულ შემთხვევას წარმოადგენს გრუნტის დაწევა მყარი საყრდენების კედლებზე.

ვთქვათ σ_x და σ_y დაძაბულობის ნორმალური კომპონენტებია, ხოლო τ_{xy} მხების ძაბვაა (რადგან გადაადგილება ხორციელდება XY სიბრტყეში, ამიტომ ნორმალური დაძაბულობის მესამე მდგენელი არ განიხილება). α - წარმოადგენს კუთხეს X ღერძსა და მთავარ ძაბვას σ შორის; ρ კი წარმოადგენს ხახუნის კუთხეს. მაშინ ფხვიერი მასალის ბრტყელი დაძაბული მდგომარეობისათვის დავწერთ

$$\sigma_x = \sigma(1 + \sin\rho \cos 2\alpha) \quad (3.17)$$

$$\sigma_y = \sigma(1 - \sin\rho \cos 2\alpha) \quad (3.18)$$

$$\tau_{xy} = \sigma \sin\rho \sin 2\alpha \quad (3.19)$$

თუ გავითვალისწინებთ ცნებას განზოგადოებული იდეალური პლასტიკური სხეულების შესახებ, რომლებსაც არ ახასიათებთ დეფორმაციისადმი წინააღმდეგობის თვისება, მაშინ პლასტიკურ სხეულებში დაძაბულობის მნიშვნელობები შეიძლება ჩავწეროთ შემდეგი დამოკიდებულებებით

$$C + \sigma_x = (C + \sigma)(1 + \sin\rho \cos 2\alpha) \quad (3.20)$$

$$C - \sigma_y = (C + \sigma)(1 - \sin\rho \cos 2\alpha) \quad (3.21)$$

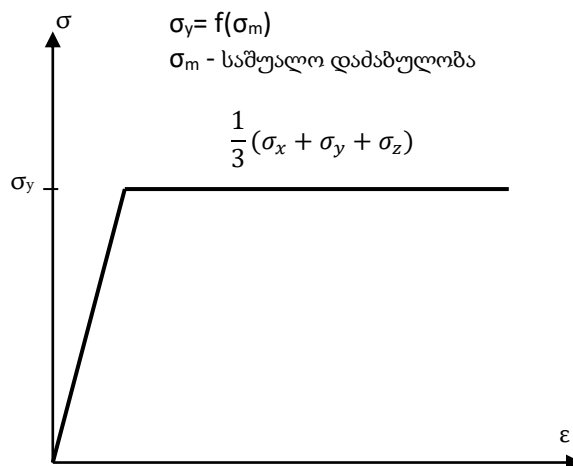
$$\tau_{xy} = (C + \sigma) \sin\rho \sin 2\alpha \quad (3.22)$$

განზოგადოებული პლასტიკური სხეულებისათვის დიერენციალური განტოლებები ჩაიწერება შემდეგი სახით

$$(1 + \sin\rho) \frac{\partial z}{\partial m} + 2 \cos\rho \frac{\partial \alpha}{\partial n} = 0 \quad (3.23)$$

$$(1 - \sin\rho) \frac{\partial z}{\partial n} + 2 \cos\rho \frac{\partial \alpha}{\partial m} = 0 \quad (3.24)$$

იმ შემთხვევაში, თუ მასალის პლასტიკური ცვლილების პროცესი დამოკიდებული არ არის დეფორმაციის სიჩქარეზე, მაშინ იგი ხასიათდება შეუქცევადი დეფორმაციით, რომელიც აღიძვრება მასში განსაზღვრული სიდიდის დაძაბულობით მიღწევის შემდეგ და პლასტიკური დეფორმაცია არ არის დამოკიდებული დროზე. ნახ.3.8-ზე მოცემულია დამოკიდებულება დაძაბულობასა და დეფორმაციას შორის იდეალური-პლასტიკური გარემოს მოდელისათვის.



ნახ. 3.8. მასალის პლასტიკური მახასიათებელი „ $\sigma - \epsilon$ “ დიაგრამა.

პლასტიკურობის თეორია საშუალებას იძლევა მივიღოთ ისეთი დამოკიდებულება, რომელიც აღწერს მასალის დრეკად პლასტიკურ მახასიათებლებს. პლასტიკურობის განსახილველი თეორიის ძირითად საფუძველს წარმოადგენს: დენადობის კრიტერიუმები, დინების კანონი და სიმტკიცის წესი. დენადობის კრიტერიუმები განსაზღვრავს დაძაბულობის იმ დონეს, რომლის დროსაც იწყება მასალის დენადობა. ამასთან დენადობის დაწყების პირობები საშუალებას იძლევა დაძაბულობის მრავალკომპონენტთან ფუნქციაში შევიყვანოთ ცალკეული მისი მდგენელი $f(\{\sigma\})$ სადაც $\{\sigma\}$ - დაძაბულობის ვექტორია. როცა ექვივალენტური დაძაბულობა მიაღწევს მასალის დენადობის ზღვარს σ_Y მაშინ მასალაში აღიძვრება პლასტიკური დეორმაცია და აღიწერება დამოკიდებულებით $f(\{\sigma\}) = \sigma_Y$.

იმ შემთხვევაში თუ $\sigma_Y < \sigma_\varepsilon$ მასალა ინარჩუნებს დრეკად თვისებებს და შესაბამისად დაძაბულობა განისაზღვრება „ $\sigma - \varepsilon$ “ დამოკიდებულებით. ამ შემთხვევაში ექვივალენტური დაძაბულობა არ აჭარბებს მასალის დენადობის ზღვარს რადგან განვითარებული მყისიერი პლასტიკური დეფორმაცია ამცირებს ამ სახის დაძაბულობას დენადობის ზღვრის მნიშვნელობამდე. პლასტიკური თვისებების მქონე ზოგიერთი მასალისათვის დამოკიდებულება $f(\{\sigma\}) = \sigma_Y$ შეიძლება წარმოვიდგინოთ დაძაბულობის სივრცითი ფორმით ისე როგორც ნაჩვენებია ნახაზზე 3.9. სურათზე წარმოდგენილი ზედაპირები ცნობილია როგორც დენადობის ზედაპირები. ამ ზედაპირების შიგნით ნებისმიერი დაძაბულობა წარმოადგენს დრეკადს ან რაც იგივეა ისინი არ იწვევენ პლასტიკურ დეორმაციას.

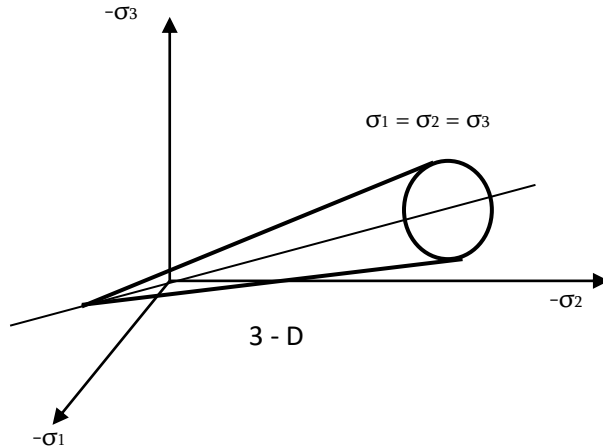
დენადობის კანონი განსაზღვრავს პლასტიკური დეორმაციის მიმართულებას და განისაზღვრება შემდეგი დამოკიდებულებით

$$\left\{ de^{pe} = \lambda \left\{ \frac{\partial Q}{\partial \sigma} \right\} \right\} \quad (3.25)$$

სადაც λ - განსაზღვრავს პლასტიკური დეორმაციის სიდიდეს.

Q - დაძაბულობის უნქციაა და იწოდება როგორც პლასტიკურობის პოტენციალი. იგი

განსაზღვრავს პლასტიკური დეორმაციის მიმართულებას.



ნახ. 3.9. მასალის დენადობის ზედაპირი.

თუ Q წარმოადგენს დენადობის ფუნქციას, მაშინ დენადობის კანონს ეწოდება ასოციაციური და ამ შემთხვევაში პლასტიკური დეფორმაცია ხორციელდება დენადობის ზედაპირის პერპენდიკულარული მიმართულებით. დენადობის ზედაპირი არ იცვლება დეფორმაციის ზრდასთან ერთად, რის გამოც არ არსებობს სიმტკიცის კანონი და მასალა წარმოადგენს დრეკად-იდეალურ პლასტიკურს. ასეთ შემთხვევაში ექვივალენტური ძაბვა განისაზღვრება დამოკიდებულებით

$$\sigma_e = 3\beta\sigma_m + \left[\frac{1}{2} \{S\}^T [M] \{S\} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3.26)$$

სადაც $\sigma_m = \frac{1}{3}(\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)$ - საშუალო ანუ ჰიდროსტატიკური დაძაბულობა;

β - მასალის მუდმივაა;

$\{S\} = \{\sigma\} \cdot \sigma_m [111000]^T$ - დაძაბულობის დევიატორული ნაწილია, ანუ ძაბვის ტენზორის ნაწილი, რომელიც ახასიათებს დეფორმირებადი სხეულის ფორმის ცვალებადობას მისი მოცულობის ცვლილების გარეშე; (3.27)

$[M]$ - მატრიცაა და განისაზღვრება დამოკიდებულებით

$$\sigma = \left[\frac{3}{2} (\{S\} - \{\alpha\})^T [M] (\{S\} - \{\alpha\}) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3.28)$$

მიღებული გამოსახულებები ითვალისწინებენ სისტემაზე საშუალო ანუ ჰიდროსტატიკური დაძაბულობის გავლენას, ამასთან რაც მეტია ჰიდროსტატიკური წნევა,

მით მაღალია დენადობის ზღვარი. რაც შეეხება მასალის მუდმივას, იგი განისაზღვრება დამოკიდებულებით

$$\beta = 2 \sin \varphi / [\sqrt{3}(3 - \sin \varphi)] \quad (3.29)$$

სადაც φ - შიგა ხახუნის მოცემული კუთხეა.

მასალის დენადობის ზღვარი განისაზღვრება გამოსახულებით

$$\sigma_Y = 6C \cos \varphi / \sqrt{3}(3 - \sin \varphi) \quad (3.30)$$

სადაც C - ჩაჭიდების მოცემული სიდიდეა.

გამომდინარე აქედან დენადობის კრიტერიუმს აქვს სახე

$$F = 3\beta\sigma_m + \left[\frac{1}{2} \{S\}^T [M] \{S\} \right]^{\frac{1}{2}} - \sigma_Y = 0 \quad (3.31)$$

ვექტორი $\frac{\partial Q}{\partial \sigma}$ განისაზღვრება ანალიზური მეთოდით, ხოლო β პარამეტრის განსაზღვრისათვის გამოიყენება კუთხე φ_1 . როცა $\varphi_1 = \varphi$ დენადობის კანონი წარმოადგენს ასოცირებულს და პლასტიკური დეფორმაციის ვექტორი მიმართულია დენადობის ზედაპირის ნორმალის მიმართულებით, რაც შეესაბამება მასალის მოცულობით გაფართოებას პლასტიკური დეფორმაციის არსებობისას. თუ $\varphi_1 < \varphi$ მოცულობითი გაფართოება ნაკლებად გამოხატულია, ხოლო როცა $\varphi_1 = 0$ სრულიად არ არსებობს.

ექვივალენტური პლასტიკური დეფორმაცია განისაზღვრება განტოლებით [151]

$$\epsilon^{*pe}_n = \epsilon^{*pe}_{n-1} + \Delta \epsilon^{*pe} \quad (3.32)$$

სადაც ϵ^{*pe}_n - ექვივალენტური პლასტიკური დეფორმაციაა დროის რაიმე მომენტში;

ϵ^{*pe}_{n-1} - ექვივალენტური პლასტიკური დეფორმაციაა დროის მოცემულ მომენტში.

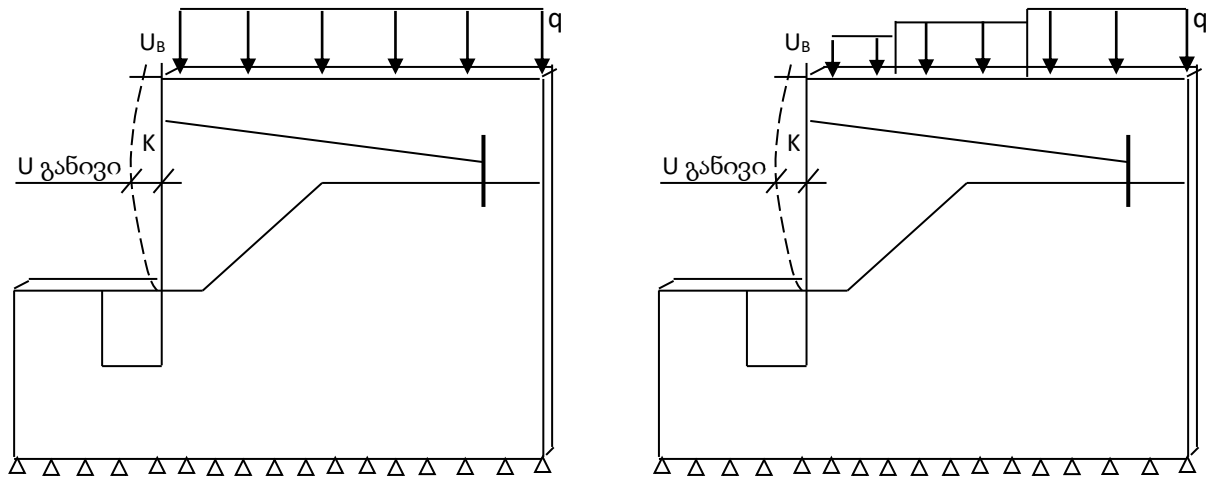
ექვივალენტური დაძაბულობის პარამეტრი განისაზღვრება დამოკიდებულებით

$$\sigma^{*pe}_e = \sqrt{3}(\sigma_Y - 3\beta\sigma_m) \quad (3.33)$$

აღნიშნული სიდიდე ინტერპრეტირდება როგორც ჰიდროსტატიკური დაძაბულობის მიმდინარე მნიშვნელობა.

3.6. ნავმისადგომის ნაგებობების საექსპლუატაციო პარამეტრებზე ტექნიკური მახასიათებლების გავლენის გამოკვლევა

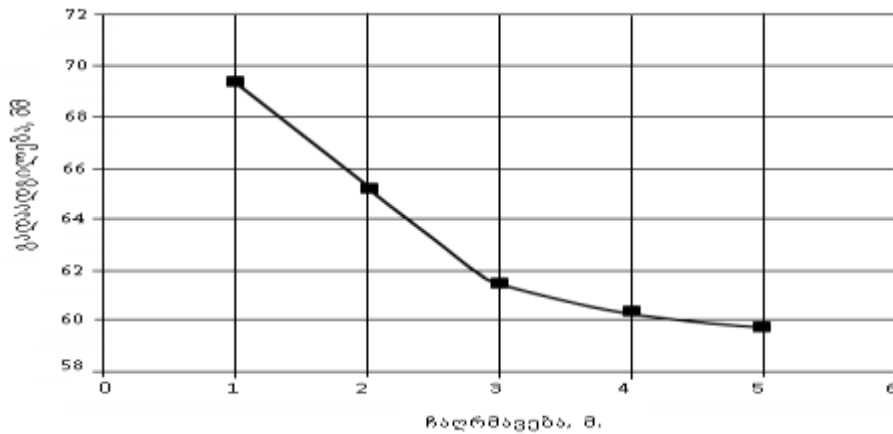
ამ ტიპის გამოკვლევის ჩატარებისას მნიშვნელოვანია შპუნტის დატვირთვაზე გრუნტშიჩაშვების სიღრმის გავლენა. შპუნტის გრუნტში ჩაღრმავება დამოკიდებულია ჰიდროგეოლოგიურ პირობებზე, კლიმატურ თავისებურებებზე და გრუნტზე გადაცემული დატვირთვის სიდიდეზე. ჩაღრმავების სიდიდე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს კონსტრუქციის მდგრადობასა და გადაყირავების პირობებზე იმდენად, რამდენადაც არასაკმარისი ჩაღრმავება იწვევს მდგრადობის დაქვეითებას, თუმცა დასაშვებზე მეტი ჩაღრმავება ზრდის ნაგებობის საერთო ღირებულებას და კონსტრუქცია ხდება უფრო მძიმე. ჩვენს მიერ ამ მიმართულებით ჩატარებული კვლევების საანგარიშო სქემები წარმოდგენილია სურ. 3.10-ზე.



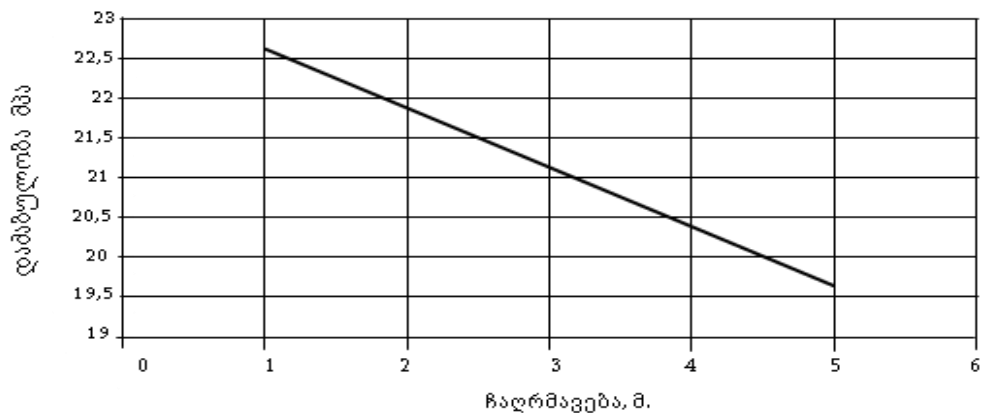
სურ.3.10. ნაგებობის დამაბულ-დეფორმაციულ მდგომარეობაზე შპუნტის გრუნტში ჩაღრმავების დატვირთვის გავლენის საანგარიშო სქემა.

ჩატარებული კვლევის შედეგად განისაზღვრა შპუნტის გრუნტში ჩაღრმავების გავლენა მის დეფორმაციულ მდგომარეობაზე. კერძოდ მიღებული იქნა კონსტრუქციის ყველა კვანძში გადაადგილების და დამაბულობის სიდიდე. კვლევამ გვიჩვენა, რომ შპუნტის მუშაობის შესაფასებლად საკმარისია განისაზღვროსდეფორმაციები მის ზედა,

განივ ნაწილში და ანკერების წევების დამაგრების წერტილებში. აღნიშნული დამოკიდებულებები გრაფიკული სახით წარმოდგენილია სურ. 3.11 და 3.12-ზე.



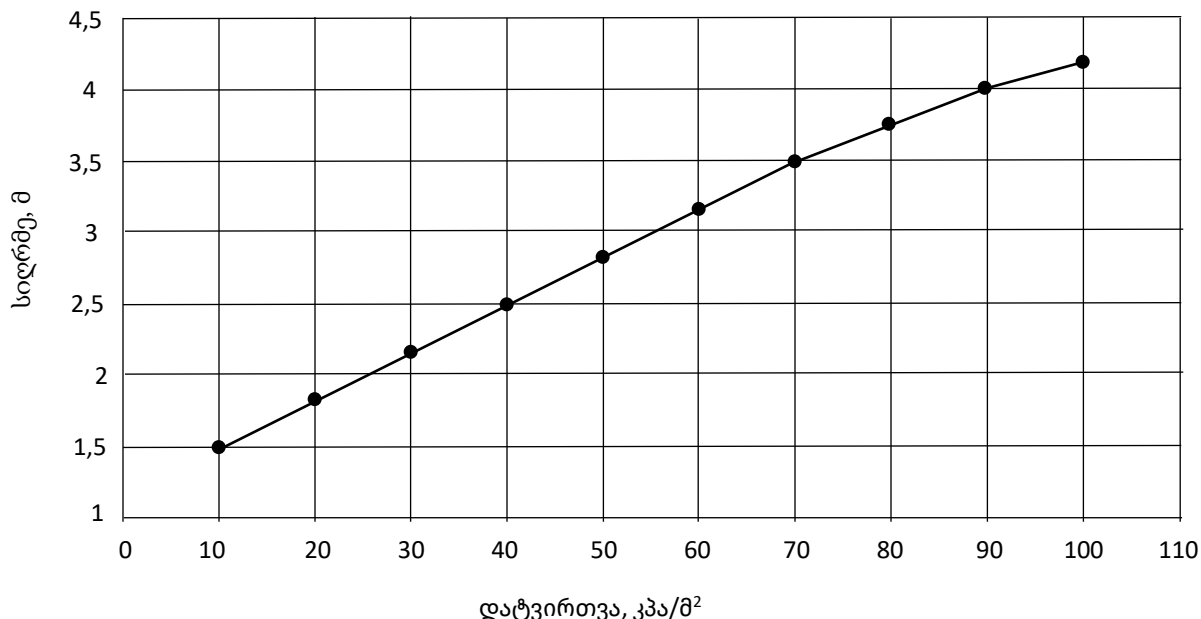
სურ. 3.11. შპუნტის ზედა ნაწილის გადაადგილების ცვლილების დამოკიდებულება გრუნტში ჩაღრმავების სიდიდეზე



სურ.3.12. ანკერების კვანძში დამატულობის ცვლილების დამოკიდებულება შპუნტის გრუნტში ჩაღრმავების სიდიდეზე.

შპუნტის ჰორიზონტალური გადაადგილების სიდიდე გრუნტის პლასტიკურობის გამო მნიშვნელოვნად იზრდება, რაც შეიძლება შევაფასოთ სურ. 3.11-ზე გადაადგილების სიდიდის მიხედვით. დიაგრამიდან ჩანს, რომ შპუნტის ზედა ნაწილში ჰორიზონტალური გადაადგილების სიდიდე 40 კნ/მ^2 დატვირთვის დროს ტოლია 64,5მმ-ის და შპუნტის გრუნტში ჩაშვების სიღრმის ზრდასთან ერთად გადაადგილების სიდიდე მნიშვნელოვნად

მცირდება. კვლევის ერთ-ერთი შემაჯავებელი ნაწილია, თუ როგორ გავლენას ახდენს შპუნტის გრუნტში ჩაშვების სიმაღლე მის ზედაპირულ დატვირთვაზე და წარმოდგენილია სურ. 3.13-ზე.

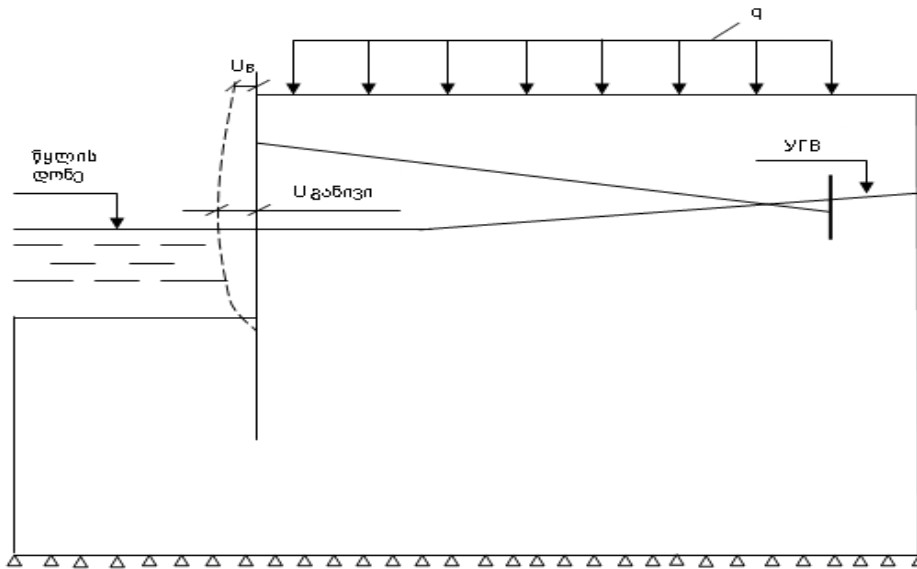


სურ. 3.13. შპუნტის სიმაღლის ცვლილების დამოკიდებულება ზედაპირულ დატვირთვაზე.

გრაფიკის მიხედვით 40 კნ/მ² დატვირთვისას შპუნტის ჩაღრმავების სიღრმე გრუნტში შეადგენს 2,55 მ. ამავე თავში ჩვენს მიერ წარმოდგენილი კვლევის მეთოდის საფუძველზე იგივე სიღრმე 3,15 მ-ია. ე.ი. განსახილველ დატვირთვაზე შპუნტის ჩაღრმავების სიღრმე შეიძლება შევამციროთ 0,6 მ-ით ნაგებობის მდგრადობის შენარჩუნებით. ამასთანავე შესაძლებელია შპუნტის სიგრძის შემცირება 0,6 მ-ით მოცემული მდგრადობის შენარჩუნებით, რაც ამცირებს მისი კონსტრუქციის ლითონტევადობის შემცირებას. წარმოდგენილი მეთოდიკა საშუალებას იძლევა განვსაზღვროთ შპუნტის დატვირთვის ოპტიმალური სიმაღლე როგორც დასაგეგმარებელი ნაგებობებისათვის, ასევე უკვე არსებული ნაგებობების რეკონსტრუქციისათვის.

უნდა აღინიშნოს რომ ნავმისადგომის ნაგებობების დაპროექტებისას მნიშვნელოვანია წყლის ჰიდროსტატიკური წნევით გამოწვეული დატვირთვის განსაზღვრა. 3.4 და 3.5

მოყვანილი მეთოდის საფუძველზე ჩატარებული კვლევის შედეგები იმის შესახებ, თუ რა გავლენას ახდენს წყლის ჰიდროსტატიკური წნევა ნავმისადგომის კედლებზე მოცემულია სურათზე 3.14. ამ სქემაზე მოცემულია ლითონის შპუნტი, ანკერული წევა, ანკერული ფილა, ჩაყრილი გრუნტი და საძირკველი. ლითონის შპუნტს აქვს მართკუთხა კვეთი და მისი დრეკადობის მოდულია 356 მპა. ასევე გრუნტის დრეკადობის მოდულია $16 \cdot 10^6$ მპა ჩაჭიდების სიდიდე 120 პა.

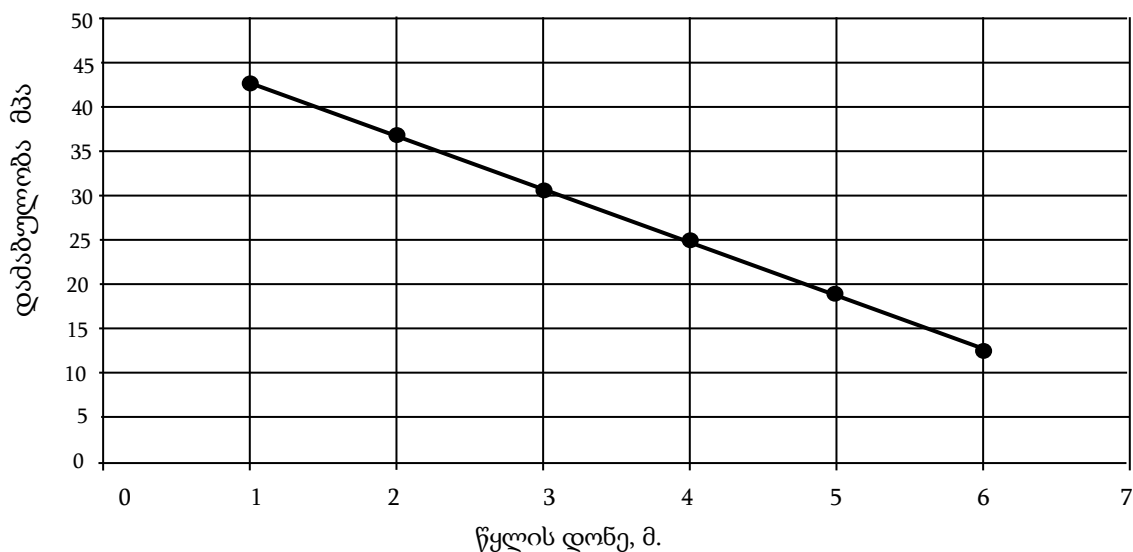


სურ. 3.14. წყლის ჰიდროსტატიკური წნევის შპუნტის დეფორმაციული მდგომარეობის გავლენის განმსაზღვრელი საანგარიშო სქემა.

ნავმისადგომის ნაგებობებზე წყლის ჰიდროსტატიკური წნევით გამოწვეული შპუნტის დამაბულ-დეფორმაციული კვლევის შედეგები გრაფიკული სახით წარმოდგენილია სურ. 3.15-ზე.

ჩატარებული კვლევა გვიჩვენებს, რომ ნავმისადგომის ნაგებობის ზედა და შუა ნაწილების ჰორიზონტალური გადაადგილების სიდიდე როცა წყლის დონე დაბალია წინა კედელზე უფრო მაღალია ვიდრე როცა წყლის დონე მაღალია. როცა წყლის დონე ეკვატორიაში 1 მეტრია ნაგებობის ზედა ნაწილის ჰორიზონტალური გადაადგილება შეადგენს 4 მმ, ხოლო როცა აკვატორიაში წყლის დონე 6 მეტრია ეს გადაადგილება

შეადგენს მხოლოდ 0,15 მმ. ანკერების წერტილებში კედლის წინ წყლის დონის მომატება იწვევს ჰორიზონტალური დეფორმაციის შემცირებას სურ. 3.16. ამასთან მაქსიმალური დაზაბულობა სიდიდით 43 მპა. აღიძვრება, როცა წყლის დონეა 1მ, ხოლო როცა წყლის დონე 6 მ-ია, დაძაბულობა მინიმალურია და შეადგენს 15 მპა.



სურ.3.15. წყლის ჰიდროსტატიკური წნევის გავლენა შპუნტის კედლის ანკერული შეერთების კვანძებში.

ე.ი. წყლის ჰიდროსტატიკური დონის გავლენა ნავმისადგომის ნაგებობის დაძაბულ-დეფორმაციულ მდგომარეობაზე გვიჩვენებს, რომ დონის ცვლილება მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს კედლის დეფორმაციულ მახასიათებლებზე. ჩატარებული კვლევა კი საშუალებას იძლევა შევაფასოთ კონსტრუქციის დეფორმაციის ცვლილების დიაპაზონი აკვატორიაში წყლის დონის ცვლილებასთან დაკავშირებით და განვსაზღვროთ მოსალოდნელი საშიში წერტილები.

თავი 4. მცირე საზღვაო საპორტო ინფრასტრუქტურული ობიექტების გამოკვლევა

4.1. მცირე საზღვაო საპორტო სასაწყობო სისტემის ფუნქციონალური დანიშნულება

საქონელბრუნვის ლოგისტიკა ნებისმიერი სფეროს ფუნქციონირებისას ხასიათდება ისეთი საკვანძო ელემენტებით, რომელთაც აქვთ განსაზღვრული მნიშვნელობა სფეროს წარმატებით განვითარებისათვის. პირველ რიგში ასეთ საკვანძო ელემენტს წარმოადგენს სასაწყობო სისტემა. ისინი არა მარტო წარმოადგენენ ნებისმიერი საქონელმიწოდების ლოგისტიკის ბაზისს, არამედ ახდენენ მატერიალურ-ტექნიკური ინფრასტრუქტურის ფორმირებას. ტვირთბრუნვის პროცესების მაღალ დონეზე ფუნქციონირება დაკავშირებულია არა მარტო სხვადასხვა სახის ტრანსპორტის შეთანწყობილ მუშაობასთან, არამედ ტვირთების დასაწყობების პროცესების მართვასთან დროში. დანიშნულების მიხედვით ლოგისტიკაში სასაწყობე საწარმოები და საწყობები პირობითად შეიძლება დავეყოს რამდენიმე ჯგუფად:

- საწყობები, რომლებიც დანიშნულია დამამზადებელ საწარმოში მზა პროდუქციის შესანახად, სადაც ხდება მათი დახარისხება, მარკირება, შეფუთვა და მომზადება გასაგზავნად;
- მატერიალური დანიშნულების საწყობები, სადაც ხდება პროდუქციის მიღება, გადმოტვირთვა, დაფასოება და მომზადება მოთხოვნილების მიხედვით მისაწოდებლად;
- სარეზერვო ბაზა, სადაც საწყობებში ხორციელდება პროდუქციის სარეზერვო მარაგების შენახვა;
- სატრანსპორტო ტერმინალები, ასრულებენ სატრანსპორტო საექსპლუატაციო ოპერაციებს და ტვირთების ერთი სახის სატრანსპორტო საშუალებიდან მეორეზე გადატვირთვას;

- სასაწყობე საწარმოები ახორციელებენ პროდუქციის კომპლექტაციას, შერჩევას ასორტიმენტის მიხედვით, მცირე პარტიებით საქონლის მიწოდების ორგანიზებას, საბითუმო ვაჭრობას.

იმის და მიხედვით მრეწველობის რომელ სფეროს, გაერთიანებას, კონცერნს, სამინისტროს ემსახურება სასაწყობე სისტემა გვაქვს:

- სოფლის მეურნეობის, მრეწველობის, მშენებლობის, არასამრეწველო დარგების მატერიალური საწყობები;
- ქარხანა-დამამზადებელი საწარმოების საწყობები;
- მატერიალური საწყობები და გადამტვირთავი ბაზები, ტერმინალები, სატრანსპორტო საწარმოები და გადამტვირთავი ბაზები, ტერმინალები, სატრანსპორტო საწარმოები და ორგანიზაციები;
- საშუამავლო ორგანიზაციების საქმიანობის განხორციელების უზრუნველსაყოფად არსებული საწყობები და სასაწყობე საწარმოები;
- თავდაცვის სამინისტროს, სახელმწიფო უშიშროების და სხვა უწყებების მარაგების მართვის სასაწყობე ბაზები.

საზღვაო პორტების და განსაკუთრებით მცირე პორტების ერთ-ერთი ძირითადი სტრუქტურული ელემენტის, სასაწყობე სისტემის სიმძლავრეების გამოყენების ეფექტურობის ამაღლების მიზნით, უპირველეს ყოვლისა აუცილებელია მისი ძირითადი საშემსრულებლო ფუნქციის იდენტიფიცირება. ამასთან შეთავაზებული უნდა იქნას ამ ფუნქციათა პრიორიტეტების სისტემა ოპერაციული მოდელის, ლოგისტიკური მისიისა და კონკრეტული პორტის მასშტაბიდან გამომდინარე.

ამ საკითხების მრავალმხრივი შესწავლის ძირითადი აქცენტი უმეტეს კვლევებში ეთმობა დასაწყობების ოპერაციული ასპექტების პრობლემებს და ძალიან იშვიათად ხდება იმ საკითხების ანალიზი რატომ ან რისთვის ხდება ეს. შრომების უმეტეს ნაწილში საწყობების ფუნქცია საკმაოდ ვიწრო სპეციალიზირებული კუთხითაა განხილული და შერწყმულია პორტის საერთო სისტემურ ფუნქციასთან. იმავდროულად საზღვაო პორტის სასაწყობე კომპლექსის ოპერაციული ეფექტიანობის ოპტიმიზაციის მიზანია არა ფუნქციის

აღწერის ხარისხობრივი დეკლარირება, არამედ მათი მახასიათებლების დაწვრილებითი და დეტალური რაოდენობრივი ანალიზი.

საზღვაო პორტის სასაწყობე სისტემის ფუნქციას მიეკუთვნება ისეთი სპეციფიკური ფუნქციები, როგორცაა:

- ტვირთნაკადის ფორმის გარდაქმნა;
- ტვირთების კომერციული შენახვა;
- ტვირთების ლოგისტიკური დამუშავება;
- სატრანსპორტო საშუალებების მუშაობის თანაბრობის უზრუნველყოფა;
- ტვირთნაკადის სხვადასხვა სახის ტრანსპორტზე გადანაწილების უზრუნველყოფა;
- ტვირთების პარტიების ზომების შეთავსება ტრანსპორტის სახეობასთან.

სხვადასხვა სახის სატრანსპორტო საშუალებებს შორის ტვირთნაკადის გადაცემის ფუნქცია წარმოადგენს ინტენსიურ კავშირს საერთო სატრანსპორტო სისტემის ქვესისტემებს შორის, რომელსაც მიეკუთვნება - სამდინარო და საზღვაო ტრანსპორტი, სარკინიგზო და საავტომობილო ტრანსპორტი, საჰაერო ტრანსპორტი, სპეციალური ტრანსპორტი (მილსადენური და სამრეწველო). ჩამოთვლილი ფუნქციების განხორციელების მიზნით პორტი განთავსებული უნდა იყოს აღნიშნული სატრანსპორტო ქვესისტემების ექსპლუატაციის კომბინაციის შესაბამის მიჯნაზე. კერძოდ, პორტი უნდა განთავსდეს საზღვაო აკვატორიის საკმარისი სიღრმის სანაპირო ზოლში რომელიმე მსხვილი მდინარის სიახლოვეს. ასევე პორტი უნდა მდებარეობდეს საკმარისი ტვირთგამტარებლობის მქონე სარკინიგზო მაგისტრალთან და მსხვილი საავტომობილო მაგისტრალის სიახლოვეს. ამ ფუნქციების განხორციელებაში სასაწყობე სისტემის როლი გამოიხატება ტვირთების განთავსებასა და მომზადებაში ტექნოლოგიური პროცესების განხორციელებით.

ტვირთნაკადების ფორმის გარდაქმნის ფუნქცია ითვალისწინებს ტრანსპორტირებისას ტვირთების ფორმის ცვლილებას, რომელთაც წარმოადგენს ნაყარი, გენერალური ტვირთი, უნიფიცირებული ტვირთი. ნაყარი ან მასიური ერთგვაროვანი

ტვირთი, რომელსაც არ გააჩნია საკუთარი ფირმა შეიძლება ჩაიტვირთოს ან გადმოიტვირთოს სატრანსპორტო საშუალებებში რომლებიც ურთიერთთანხვედრაში არიან საზღვაო ტრანსპორტთან. ეს პროცესი ხორციელდება სარკინიგზო ვაგონებიდან გემის ტრიუმში და პირიქით, მილსადენიდან ცისტერნებში, ტრანსპორტირებიდან კარჭაპებზე, კონტეინერებზე და სხვა.

ტვირთის პარტიების ზომების ფუნქციონალური შეთანწყობა ურთიერთობაში მყოფ ტრანსპორტთან ეფუძნება სხვადასხვა სახის ტრანსპორტის ჰარმონიზაციას დროსა და სივრცეში. ამასთან ტრანსპორტის ყოველი სახე ხასიათდება საკუთარი ეკონომიკური და ტექნოლოგიური მახასიათებლებით (მაგალითად საზღვაო ხომალდის მახასიათებელია მაქსიმალური ტვირთტევადობა). მოთხოვნილი სატრანსპორტო პარტიების ფორმირებისა და რეფორმირებისათვის აუცილებელია შერეული სახის სატრანსპორტო (სამდინარო, სარკინიგზო, საავტომობილო) საშუალებების დიდი რაოდენობა. საზღვაო გემების დამუშავება საზღვაო პორტებში უნდა განხორციელდეს დაჩქარებული ტემპებით დატვირთვა-განტვირთვის ოპერაციების მაქსიმალური ინტენსივობით. ამავე დროს შერეული სახის სატრანსპორტო საშუალებების ქსელის ექსპლუატაცია მოითხოვს მათ მაქსიმალურად თანაბარ მოძრაობას. ასეთ შემთხვევაში სატრანსპორტო საშუალებების თანაბარი მუშაობის ხარჯზე მიმდინარეობს დასატვირთი პარტიების დაგროვება ნავსადგურში გემის შემოსვლამდე გარკვეული დროის მანძილზე და შემდეგ მისი ჩატვირთვა მაქსიმალური ინტენსივობით. გემიდან ტვირთების გადმოტვირთვისას სურათი იცვლება საწინააღმდეგო პროცესებით. თუ გადმოტვირთვის ან ჩატვირთვის დროს ერთდროულად პორტში შემოვა რამდენიმე გემი ასეთი პარტიები შეიძლება იყოს რამდენიმე. თანამედროვე საზღვაო პორტებში გემების თანაბარი ჩატვირთვა ან გადმოტვირთვა პრაქტიკულად შეუძლებელია. ამიტომ საწყობის როლი ასეთ შემთხვევაში წარმოადგენს ნარჩენი პარტიების შენახვას შემდეგი ტექნოლოგიური მომსახურების მიზნით.

არათანაბარი ჩატვირთვა გადმოტვირთვის დემპფირების ფუნქცია მდგომარეობს საზღვაო პორტებში სატრანსპორტო საშუალებების არათანაბარი შემოსვლის

ლიკვიდაციაში. როგორც წესი საზღვაო ხომალდის პორტში შეფერხებით შემოსვლა იწვევს საწყობში ტვირთის დაგროვებას რაც გაწერილი განრიგის მიხედვით იწვევს პორტში შერეული ტიპის ტრანსპორტის შემოსვლას და ტვირთის გატანას. გემის პორტში ნაადრევი შემოსვლისას გათვალისწინებული უნდა იყოს პორტში სარეზერვო ფართის არსებობა. ე.ი. ორივე შემთხვევაში საზღვაო ტრანსპორტი წარმოადგენს ძირითად სახეს, რამდენადაც მის მომზადებასთან არის დაკავშირებული პორტში ტვირთების შემოტანა-გატანის რაოდენობის შეფასება.

ტვირთების კომერციული შენახვა პირდაპირი გზით არ არის დაკავშირებული საზღვაო პორტებში ტექნოლოგიური ოპერაციების სამუშაოების შესრულებაზე. სხვადასხვა მიზეზების გამო მომხმარებელი, რომელიც სარგებლობს პორტის სატრანსპორტო მომსახურებით, შეიძლება დაინტერესებული იყოს საწყობებში ტვირთის ხანგრძლივი დროით შენახვით, რაც გამოიწვევს კომერციული შენახვის მოცულობის ფორმირებას. შენახვის ასეთი ფუნქცია რა თქმა უნდა შეიძლება საკმაოდ მიმზიდველი იყოს ფინანსური თვალსაზრისით, თუმცა იგი პირდაპირი გზით კონკურენციას უწევს იმ ტექნოლოგიური რესურსების გამოყენებას, რომელიც აღწერილია საწყობების როლისა და ფუნქციების მოთხოვნებში.

ტვირთების ლოგისტიკური დამუშავების ფუნქცია ეხება ლოგისტიკური საქმიანობის ასპექტების იმ მრავალრიცხოვან შესაძლებლობებს, რომლებიც განსაზღვრავენ პორტების განვითარების გეოპოლიტიკურ ფონს, რადგან პორტი წარმოადგენს სატრანსპორტო ლოგისტიკური ინფრასტრუქტურის ძირითად ელემენტს. ასეთ შემთხვევაში ლოგისტიკური მიდგომა ემსახურება სატრანსპორტო ნაკადების კონსოლიდაციას და განაწილებას მასშტაბური ეკონომიკური ეფექტის მიღების მიზნით.

თანამედროვე საზღვაო პორტები თავისი გარეგნული ფორმის მიხედვით შესაძლებელია მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდნენ ერთმანეთისაგან, მაგრამ მიუხედავად ამ განსხვავებისა მათი როლი მომარაგების ლოგისტიკურ ჯაჭვში, ტრანსპორტირებასა და დამუშავების პროცესის განხორციელების ოპერაციების ჩატარებისას ტვირთის სახეობის იდენტურია. ყველა საზღვაო პორტი თუ ტერმინალი რომელთა სპეციალიზაციის

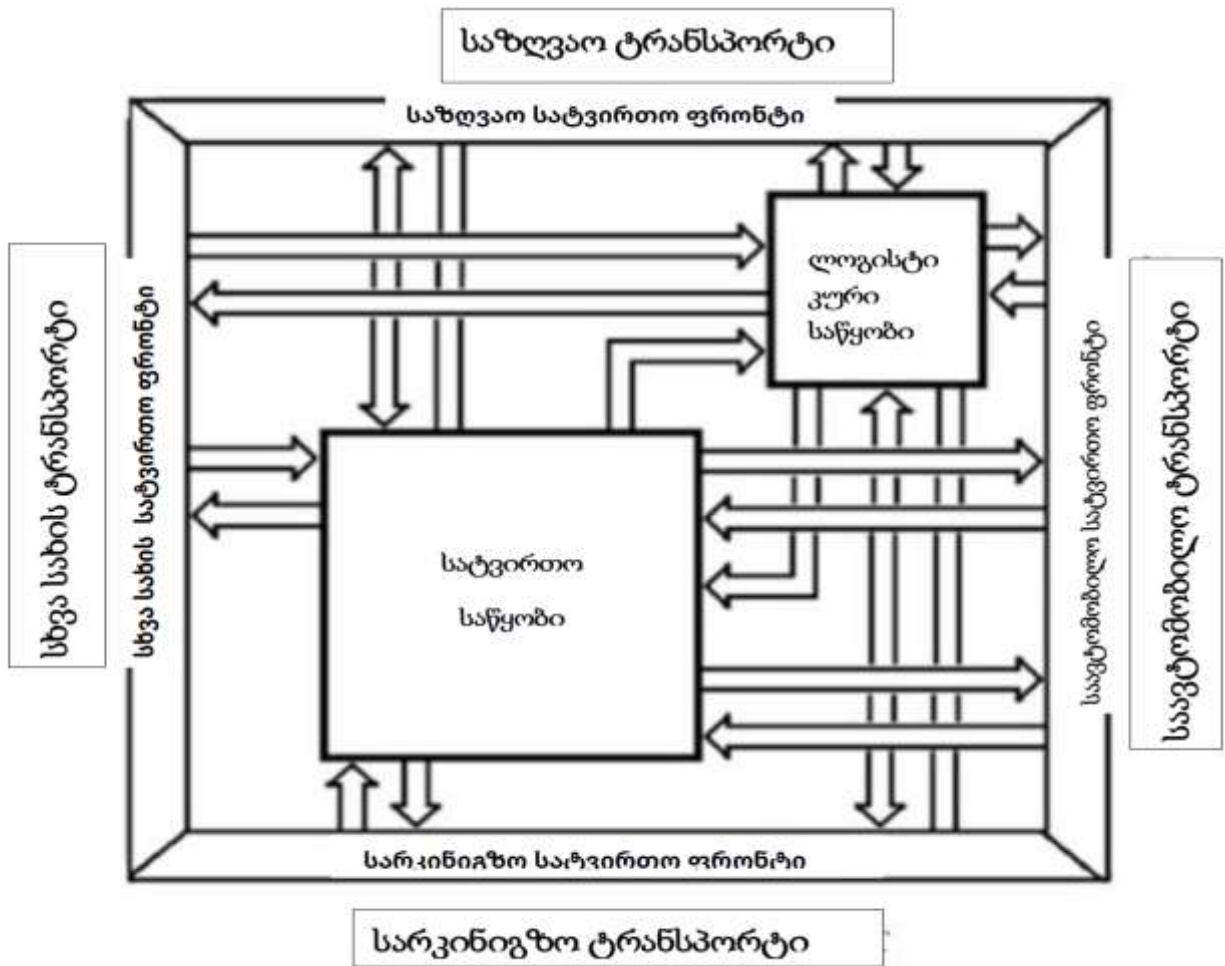
პროფილი განსაზღვრულია ტვირთის სახეობის მიხედვით, ასრულებს იდენტურ ფუნქციას და ამ ფუნქციის ეფექტური შესრულებისათვის გათვალისწინებულია მათი სხვადასხვა ფუნქციონალური ელემენტებით აღჭურვა. ყველა ეს ელემენტი დაკავშირებულია ერთმანეთთან და ქმნიან ობიექტის ინფრასტრუქტურის შესაბამის სატრანსპორტო-ტექნოლოგიურ სისტემას.

ტვირთნაკადის მიღება ერთი სახის ტრანსპორტით და მისი გადაცემა მეორე სახის ტრანსპორტზე ხორციელდება ელემენტებით, რომელთაც სატვითო ფრონტი ეწოდება და რომელსაც მიეკუთვნება საზღვაო, სამდინარო, სარკინიგზო, საავტომობილო და სხვა სახის სატრანსპორტო საშუალებები. სატვირთო ფრონტი აღჭურვილია ამწე-სატრანსპორტო მოწყობილობებით, რომელიც სპეციალიზირებულია ამა თუ იმ სახის ტრანსპორტზე. სატვირთო ფრონტში ტვირთების გადაცემის ოპერაციების ინტენსივობა განისაზღვრება დასამუშავებელ სატრანსპორტო საშუალებების ღირებულებასა და მოწყობილობების ღირებულებებს შორის ტექნიკურ-ეკონომიკური ბალანსით. აქვე უნდა იყოს საზღვაო სატვირთო ფრონტში მოცდენების დრო რადგან საზღვაო ხომალდი, რომელიც მუშავდება საზღვაო პორტის ნავმისადგომში, როგორც წესი ხასიათდება დღეღამური დგომის მაღალი დანახარჯებით. გამომდინარე აქედან დამუშავების პროცესი მოითხოვს მაქსიმალურად მაღალი ინტენსივობით სამუშაოების შესრულებას რაც ძვირადღირებული მოწყობილობების ექსპლუატაციასთანაა დაკავშირებული. სადატვირთო სამუშაოების შესრულებაში სარკინიგზო და საავტომობილო ტრანსპორტის ერთობლივი მუშაობა დაკავშირებულია მათი მოძრაობის თანაბრობის აუცილებლობასთან.

პორტში შემოსული ტვირთი შემდგომი მიწოდების წინ დროებით თავსდება სატვირთო საწყობში, რომელიც ახორციელებს დაგროვების ფუნქციას და ტვირთების პიკური მიღების ან გაცემის თანაბრობას სხვადასხვა სახის სატრანსპორტო საშუალებებს შორის. თუ გემი პორტში ტვირთის მისაღებად შემოდის დროზე ადრე, მაშინ დატვირთვის სამუშაოების განსახორციელებლად აუცილებელია საწყობში ე.წ. სარეზერვო ტვირთის არსებობა. თუ გემი ტვირთით ნავსადგურში შემოდის დაგვიანებით, მაშინ საწყობებში უნდა იყოს ტვირთის ის მარაგი, რომელიც უზრუნველყოფს ტრანსპორტის

უწყვეტ მუშაობას. თუ გემი იგვიანებს ტვირთის მისაღებად, მაშინ საწყობს უნდა შეეძლოს იმ ზედმეტი ტვირთის განთავსება, რომელიც შემოვა სახმელეთო ტრანსპორტით.

საპორტო საწყობში ტვირთის გადამუშავება პირველ რიგში უკავშირდება ტრანსპორტირებისა და შენახვის დროს მისი ფორმის ცვლილებას, რომელიც განისაზღვრება ტექნოლოგიური მოწყობილობების სპეციალიზაციით. აღნიშნულის გამო ამ ფუნქციების შესრულების მიზნით ცალკეული პორტები და ტერმინალები აღჭურვილია განსხვავებული ფუნქციონალური ელემენტებით. ტვირთების ფორმისცვლილების ფუნქცია ემსახურება მათ ლოგისტიკურ გადამუშავებას. ტერმინალის სატრანსპორტო ლოგისტიკური სისტემის საერთო სქემა მოცემულია სურათზე.



სურ. 4.1. საპორტო ტერმინალის სატრანსპორტო - ლოგისტიკური სისტემის საერთო სქემა

სატრანსპორტო - ლოგისტიკური სისტემის ფორმირების მთავარი შემადგენელი ნაწილია შიგა საპორტო ტრანსპორტირების სისტემა რომელიც სქემაზე წარმოდგენილია მიმმართველი ისრების საშუალებით. თითოეული ეს კავშირი წარმოადგენს კერძო სატვირთო მიკრო ნაკადს და ქმნის მიკრო სატვირთო ფრონტს, რომელიც წარმოადგენს საერთო სატვირთო ფრონტის ნაწილს.

ჩვენს მიერ ჩატარებული ანალიზის საფუძველზე შეიძლება გავაკეთოთ დასკვნა იმის შესახებ, რომ საზღვაო პორტის და ტერმინალის ფუნქციონალური საქმიანობის შესრულებაში (რაც გამოიხატება მომსახურების ხარისხსა და ეფექტურობაში) ერთ-ერთი საკვანძო რგოლია სატვირთო სასაწყობო სისტემა, რომელიც განსაზღვრავს პორტის პოტენციალურ შესაძლებლობებს და აყალიბებს ეკონომიკური განვითარების პრინციპებს.

4.2. პორტის სასაწყობო სივრცეში ტვირთების ერთობლივი შენახვის საშუალო და მაქსიმალური მოცულობის შეფასება

ტვირთი, რომელიც შედგება n სხვადასხვა სახის დამოუკიდებელი პარტიებისაგან და რომელთა მოცულობაა თითოეულის V_n , ინახება საწყობში არათანაბრად, რაც იმას ნიშნავს რომ პარტიის α_1 ნაწილის შენახვის ვადაა დროის T_1 მონაკვეთი, α_2 ნაწილის შენახვის დროის მონაკვეთია T_2 და ა.შ. V_n მოცულობის ტვირთის პარტიის საწყობში შენახვა მოითხოვს ე.წ. ადგილი-დრო რიცხვის განსაზღვრას, რომელსაც ეწოდება პარტიის შენახვაზე საწყობის მუშაობა და განისაზღვრება დამოკიდებულებით

$$\alpha_n = \sum_{i=1}^n V_n \cdot \alpha_i \cdot T_i = V_n \sum_{i=1}^n \alpha_i T_i \quad (4.1)$$

სადაც V_n - ტვირთის n -ური პარტიის მოცულობაა;

$\alpha_1; \alpha_2 \dots \alpha_i$ - ტვირთში V_n მოცულობის პარტიების წილია;

$T_1; T_2 \dots T_i$ - ტვირთის ცალკეული პარტიების შენახვის დროა;

α_n - ტვირთის შენახვაზე საწყობის მუშაობაა.

სიდიდე $\sum_{i=1}^n \alpha_i T_i$ წარმოადგენს ტვირთის საწყობში შენახვის საშუალო დროს

$$T_n = \sum_{i=1}^n \alpha_i T_i \quad (4.2)$$

სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ V_n პარტიის ტვირთის შენახვის საშუალო ვადა არის დროის ისეთი ინტერვალი, რომელშიც იგივე ტვირთის მუდმივი შენახვის დროს საწყობი ასრულებს იგივე მუშაობას, რომელსაც შეასრულებს არამუდმივი შენახვის შემთხვევაში. ე.ი.

$$\alpha_n = V_n \cdot \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot T_i = V_n \cdot T_n \quad (4.3)$$

საწყობის საერთო მუშაობა ყველა პარტიის V_n მოცულობის ტვირთის შენახვისას ($n=1, \dots, M$) დროის T ინტერვალში განისაზღვრება ფორმულით

$$A = \sum_{n=1}^N \alpha_n \sum_{n=1}^N V_n \cdot T_n \quad (4.4)$$

სადაც A - საწყობის მუშაობაა ტვირთის ყველა პარტიის შენახვაზე;

N - საწყობში შენახული ტვირთის საერთო რაოდენობაა.

შენახული ტვირთის საშუალო მოცულობა E არის სიდიდე რომელსაც T დროისათვის აქვს საწყობის მუშაობის მოცულობის მნიშვნელობა. ე.ი.

$$E \cdot T = A \quad (4.5)$$

სადაც E - ტვირთის შენახვის მოცულობის საშუალო მნიშვნელობაა;

T - ტვირთის პარტიის შენახვის პერიოდია;

თუ განსახილველი პერიოდი არის ერთი წელი, ე.ი. $T=365$ დღე-ღამეს, მაშინ ყველა პარტია ერთმანეთის ტოლია $V_n = V$ და შენახვის საშუალო დრო T_n ყველა პარტიისათვის ერთნაირია $T_n = T_{\text{შენ}}$ და

$$E \cdot 365 = \sum_{n=1}^N V_n T_n = N \cdot V_n T_n \quad (4.6)$$

ან

$$E = \frac{NVT}{365} \quad (4.7)$$

სიდიდე $N \cdot V = Q$ არის ტვირთის მოცულობა რომელიც საწყობში გატარდება $T=365$ დღე-ღამის პერიოდში, ამიტომ ტვირთის შენახვის საშუალო მოცულობა

$$E = \frac{NVT_s}{365} = \frac{Q_s \cdot T_s}{365} \quad (4.8)$$

სადაც Q_s - საწყობიდან გასული ტვირთის რაოდენობაა T პერიოდში;

Q_s - საწყობიდან გასული ტვირთის რაოდენობაა მთელი წლის მანძილზე.

მეორეს მხრივ სიდიდე $T_{ინტ} = \frac{T}{N} = \frac{365}{N}$ არის საწყობში ტვირთების შემოსვლებს შორის დროს საშუალო ინტერვალი. ამიტომ მივიღებთ

$$E = \frac{NVT_{\theta}}{365} = \frac{VT_{\theta}}{T_{ინტ}} \quad (4.9)$$

(4.8) და(4.9) ფორმულების შედარებით მივიღებთ

$$Q_{წლ} = E \cdot \frac{365}{T_{\theta}} \quad (4.10)$$

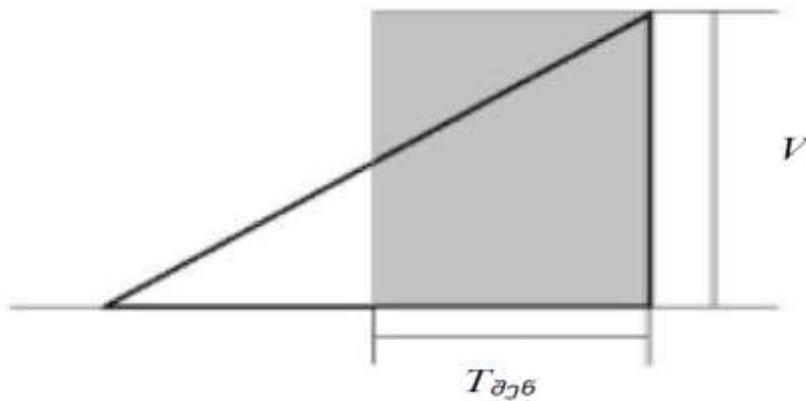
ლოჯისტიკაში სიდიდე $365/T_{\theta}$ წარმოადგენს საწყობის „ბრუნვადობის“ მაჩვენებელს. იგი გვიჩვენებს თუ საწყობში განსახილველი პერიოდის განმავლობაში რამდენჯერ ხდება შედგენილობის სრული განახლება. თუ საწყობის შენახვის საშუალო მოცულობას E - ს გავამრავლებთ ბრუნვადობის მაჩვენებელზე მივიღებთ მოცემულ პერიოდში ტვირთნაკადს $Q_{წლ}$. არანაკლებ საინტერესოა ფორმულებში მოყვანილი სიდიდე $\frac{T_{\theta}}{T_{ინტ}}$ რომელიც გვიჩვენებს თუ რამდენი პარტია შემოდის საწყობში საშუალოდ ერთი პარტიის შენახვის პერიოდში ან სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ იგი გვიჩვენებს თუ რამდენი პარტია უნდა იყოს საწყობში განთავსებული ერთდროულად. თუ აღნიშნულ სიდიდეს გავამრავლებთ პარტიის მოცულობაზე შესაძლებელია განვსაზღვროთ საწყობში ტვირთების ერთდროული შენახვის საშუალო მოცულობა E .

შემოტანილი განმარტებები საშუალებას იძლევიან ობიექტურად შევათავსოთ შენახვის ტექნოლოგიები იმ მოთხოვნებთან, რომლებიც ითვალისწინებენ პორტში სხვადასხვა სახის ტრანსპორტის შეთანხმებულ მუშაობას, საზღვაო გემების პიკურ პერიოდში დამუშავებისას. ამ დასკვნის დასაბუთება შესაძლებელია შემდეგი მოსაზრებებით.

როგორც წესი, საზღვაო პორტის საწყობებში ტვირთის გარკვეული პარტია შემოდის ან გადის დროის $T_{ინტ}$ ინტერვალით. თუ პარტია საწყობებში არ ინახება იმაზე მეტი დროით რაც იხარჯება პორტში გემის მომსახურებაზე, მაშინ ტვირთ ფორმირება ან რეფორმირება უნდა განხორციელდეს დროის აღნიშნულ მონაკვეთში. პორტში შერეული ტრანსპორტით თანაბარი მომსახურებისას საწყობებში ტვირთის დაგროვება ან გატანა მუდმივია, ხოლო მოცულობა წრფივი ფუნქციის სახით იზრდება 0-დან V -მდე ან

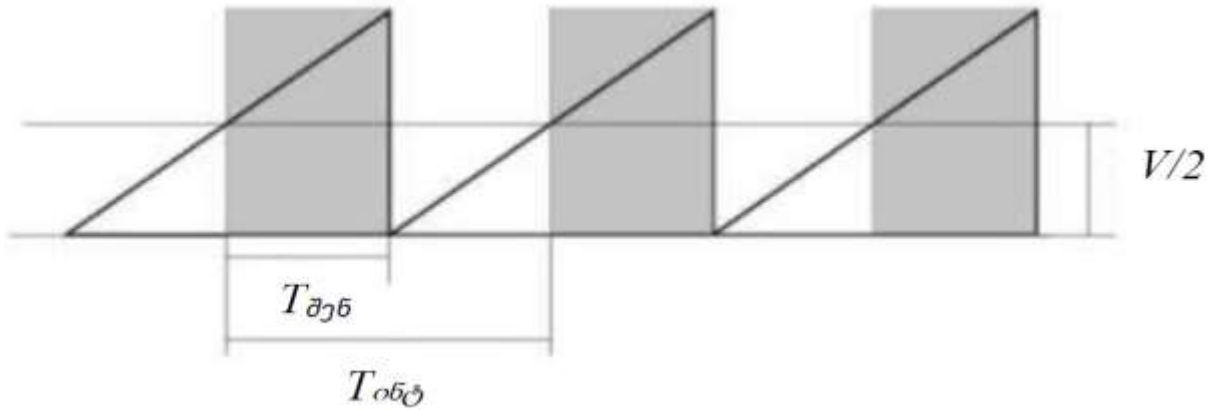
მცირდება V -დან 0 -მდე სამკუთხედის კანონით. შესაბამისად ტექნოლოგიური შენახვის წელი შენახვის საშუალო პერიოდში $T_{შენ}$ არის $T_{ინტ}/2$. ყველა ის დრო, რომელიც აჭარბებს აღნიშნულ სიდიდეს წარმოადგენს დამატებითი შენახვის დროს.

ტვირთების ერთობლივი შენახვის მოცულობის შეფასების მიზნით აუცილებელია ინფრასტრუქტურული სიმძლავრეების აქტიური განვითარება, რაც მოითხოვს არა მარტო მნიშვნელოვანი ფინანსური საშუალებების არსებობას, არამედ ხანგრძლივ დროსაც. პორტის საწყობებში ტვირთის შენახვის საშუალო მოცულობის განხილული შეფასება არ იძლევა სრულყოფილი მსჯელობის საფუძველს. მოვიყვანოთ შემდეგი მაგალითი: ვთქვათ საზღვაო პორტის საწყობში გასაგზავნად მზადდება ტვირთის პარტია, რომლის ფორმირების გრაფიკი მოცემულია ნახაზზე 4.2.



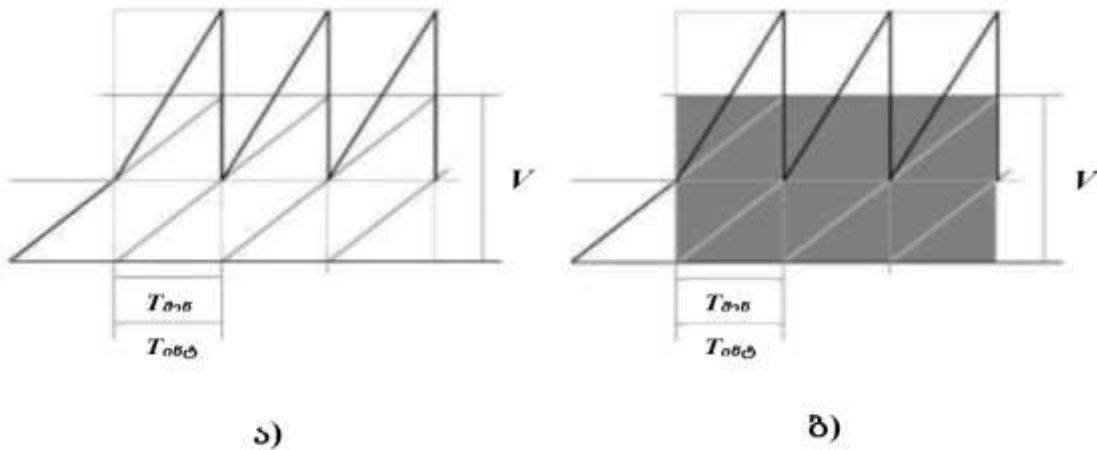
სურ. 4.2. უმარტივესი ერთეულოვანი პარტიის ეპიურა.

თუ ეს პარტია წარმოადგენს ერთადერთს მაშინ საწყობის დატვირთვის საშუალო მნიშვნელობა წარმოადგენს სიდიდეს $E = \frac{VT_{შენ}}{365}$, თუ საწყობის გავლით გატარდება ტვირთების პარტია მიწოდების ინტერვალით $T_{ინტ} = 2T_{შენ}$, მაშინ შენახვის მოცულობის ცვლილების დინამიკას ექნება ნახ. 4.3-ზე წარმოდგენილი სახე



სურ. 4.3. დასაწყობების მოცულობის ცვლილება როცა $T_{ინტ} = 2T_{შენ}$

როგორც მოცემული სურათიდან ჩანს საწყობში მარაგის საშუალო მოცულობა წარმოადგენს სიდიდეს $E = \frac{VT_{შენ}}{T_{ინტ}} = \frac{V}{2}$. თუ პარტიების შემოსავლებს შორის დროის ინტერვალს შევამცირებთ ზღვრულ მნიშვნელობამდე ($T_{ინტ} = T_{შენ}$) მაშინ საწყობში ტვირთის შენახვის საშუალო მოცულობა იქნება $E = \frac{VT_{შენ}}{T_{ინტ}} = V$ (სურათი 4.4.).



სურ. 4.4. დასაწყობების მოცულობის ცვლილება როცა $T_{ინტ} = 2T_{შენ}$

- ა - პარტიების სამკუთხედური ფორმა;
- ბ - პარტიების მართკუთხა ფორმა.

პარტიების შემოსვლის შემდგომი შემცირება განსახილველი ერთეულოვანი პარტიების შემთხვევაში, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახაზზე, გამოიწვევს შენახვის საშუალო მოცულობის ამაღლებას და მიწოდების სამკუთხა ფორმის შემთხვევაში ცვლილების ამპლიტუდა იქნება მუდმივი ($V/2$) სიდიდის ტოლი. ე.ი. განსახილველ შემთხვევაში პარტიების სამკუთხედის კანონით ფორმირებისას შენახვის დრო წარმოადგენს პარტიების ფორმირების დროის ნახევარს ე.ი. $T_{ფორ} = 2T_{შენ}$. გამომდინარე აქედან ტვირთების შენახვის მაქსიმალური მოცულობა შეიძლება გამოვთვალოთ ფორმულით

$$E_{max} = \frac{VT_{შენ}}{T_{ინტ}} + \frac{V}{2} = \frac{VT_{ფორ}}{2T_{ინტ}} + \frac{V}{2} = \frac{V}{2} \left(\frac{T_{ფორ}}{T_{ინტ}} + 1 \right) \quad (4.11)$$

მიღებული ფორმულა შეესაბამება მარეგულირებელი დოკუმენტის „საზღვაო პორტების პროექტირების ტექნოლოგიურ ნორმებს“.

ე.ი. საზღვაო პორტებში ტვირთების შენახვის საშუალო მოცულობის მნიშვნელობა, როცა მოცემულია დეტერმინირებული საწყისი პარამეტრები, აღიწერება რამდენიმე ინვარიანტული ალგებრული დამოკიდებულებით. ასეთ შემთხვევაში ტვირთების შენახვის მაქსიმალური მოცულობა შეიძლება გამოვთვალოთ ანალიზური შესწორებით, რომელიც დამოკიდებულია სხვადასხვა ფაქტორებზე.

4.3. საზღვაო საპორტო საწყობის ზომების შეფასება სტატისტიკური კვლევის მეთოდით

როგორც ზემოთ მოყვანილი განტოლებების (4.1-4.11) შედარება გვიჩვენებს, ისინი წარმოადგენენ იგივეობებს, რომლებიც სამართლიანია დეტერმინირებული მნიშვნელობებისათვის. თუ ამ ფორმულების მარჯვენა მხარეში სიდიდეები შემთხვევითია, მაშინ შემთხვევითი იქნება მათი გამოთვლებით მიღებული შედეგებიც. როგორც ფორმულებიდან ჩანს რიგი განტოლებების მარჯვენა მხარეში შედის მხოლოდ ორი შემთხვევითი სიდიდე $Q_{წლ}$ და $T_{შენ}$, ხოლო რიგიგანტოლების მარჯვენა მხარეში კი

სამი V , $T_{შენ}$ და $T_{ონტ}$. ცხადია ამ განტოლებებით განსაზღვრული ახალი შემთხვევითი სიდიდეს (E) ექნება სხვადასხვა სტატისტიკური ხასიათი და ასეთ შემთხვევაში აღნიშნული განტოლებები აღარ იქნებიან იგივეობები. უფრო მეტიც, როგორც წესი შემთხვევითი სიდიდეები მოცემული იქნებიან განაწილების საკუთარი კანონით (ინტეგრალური ფუნქციით ან განაწილების სიმკვრივით). ამიტომ ალგებრულ მოქმედებებში ამ სიდიდეების გამოყენება დადებით მნიშვნელობებს ვერ მოგვცემს. ამ პრობლემის საინჟინრო გადაწყვეტა შესაძლებელია ფორმულებში მოცემული ცვლადების სიდიდეების მათი მათემატიკური ლოდინის მნიშვნელობებით შეცვლით. თუმცა ასეთი შეცვლისას შეუძლებელია ვიმსჯელოთ შემთხვევითი სიდიდეების განაწილების შესახებ მიღებული მნიშვნელობის მიმართ. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ საინჟინრო გაანგარიშებისას განტოლებით მიღებული სიდიდეები ინტერპრეტირდება როგორც $M[E] = \frac{[V][T_{შენ}]}{[T_{ონტ}]}$. განტოლების მარჯვენა მხარეში საწყისი სიდიდეების მათემატიკური ლოდინი განისაზღვრება სტატისტიკური სიდიდეების შეკრებით, რომელიც აიღება საცნობარო მასალებიდან, მაგრამ აქ წამოიჭრება კიდევ ერთი მეთოდური პრობლემა.

მაგალითად თუ ცნობილია რომელიმე შემთხვევითი სიდიდე X მაშინ მისი შებრუნებული სიდიდის $\left(\frac{1}{X}\right)$ მათემატიკური ლოდინი $M\left[\frac{1}{X}\right]$ სრულად განსხვავებულია სიდიდისაგან $\frac{1}{M[X]}$ რადგან სიდიდე $\frac{1}{X}$ არის სულ სხვა შემთხვევითი სიდიდე. ამიტომ არითმეტიკული ოპერაციების შესრულებისას განტოლება $\frac{VT_{შენ}}{T_{ონტ}}$ ყოველთვის მოგვცემს ცდომილებას საძიებელი სიდიდის განსაზღვრისას მაშინაც კი, როცა ცნობილია სიდიდე $M[T_{ონტ}]$. მოყვანილი მსჯელობიდან შეიძლება დავასკვნათ რომ რეკომენდირებული და ფორმულებით გაანგარიშების ტრადიციული მეთოდების გამოყენება შეიცავს მეთოდურ ცდომილებას სავარაუდო საძიებელი სიდიდის განსაზღვრისას და საშუალებას არ იძლევა შევაფასოთ შემთხვევითი სიდიდეების განაწილების გაბნევის ხასიათი. მაგალითად, თუ რაიმე კვლევის ჩატარებისას 10 შემთხვევაში რაიმე სიდიდის მნიშვნელობაა 50, ხოლო მეორე 10 შემთხვევაში 950, მაშინ საშუალო მნიშვნელობა იქნება 500, რომელიც თანაბრად განსხვავდება დაკვირვებით მიღებულ რეალურ სიდიდეებისაგან.

დავუშვათ, რომ ჩვენს წინაშე დასმულია ამოცანა შევაფასოთ საწყობის მოთხოვნილი ზომები ტვირთნაკადის იმ პარტიისათვის, რომლებსაც გააჩნია ერთნაირი მოცულობა $V=1000$ და ხასიათდებიან შენახვის ერთნაირი ვადით $T_{შენ} = 10$ დღე-ღამე, ამასთან პარტიების პორტში შემოსვლის ინტერვალია $T_{ინტ} = 5$ დღე-ღამე. ამ ამოცანის ამოსახსნელად ფორმულით $E = \frac{VT_{შენ}}{T_{ინტ}}$ ვპოულობთ მნიშვნელობას $E = 1000 \cdot \frac{10}{5} = 2000$. თუ დავუშვებთ იმას რომ პარტიების შემოსვლებს შორის ინტერვალი იქნება შემთხვევითი სიდიდე, რომლის საშუალო მნიშვნელობით იგივე 5 დღე-ღამე, მაშინ საწყობში შენახვის მოცულობა E იქნება შემთხვევითი სიდიდე და მისი კონკრეტული მნიშვნელობა შეიცვლება $E = 2000$ მნიშვნელობის მიდამოში.

სდავუშვათ პორტში პარტიების შემოსვლებს შორის ინტერვალის მნიშვნელობებია 2; 3; 5; 10 დღე-ღამე. მაშინ საშუალო ინტერვალი იქნება $(2+3+5+10) : 4 = 5$. თითოეული ინტერვალისათვის საწყობის საშუალო მოცულობა რომელიც განისაზღვრება ფორმულით $E = \frac{VT_{შენ}}{T_{ინტ}}$ იქნება შესაბამისად 5000; 3333; 2000; 1000. მაგრამ ამ შემთხვევაში საწყობში ტვირთის შენახვის საშუალო მოცულობა იქნება $(5000+3333+2000+1000)/4=2833$ რომელიც მნიშვნელოვნად განსხვავდება მოსალოდნელი სიდიდისაგან 2000.

განვიხილოთ მეორე მაგალითი: დავუშვათ პორტში ტვირთების პარტიებს შორის შემოსვლის დროს ინტერვალი შეადგენს 1; 2; 8; 9 დღე-ღამეს. მაშინ ინტერვალის საშუალო მნიშვნელობა იქნება $(1+2+8+9) : 4 = 5$. იმავე ფორმულით გაანგარიშებისას საწყობის საშუალო მოცულობა შესაბამისად იქნება 1000; 5000; 1250; 1111 და მოცულობის საშუალო მნიშვნელობა $(1000+5000+1250+1111) : 4 = 4340$ რომელიც თითქმის 2-ჯერ განსხვავდება მოსალოდნელი მნიშვნელობისაგან.

როგორც მოყვანილი მაგალითებიდან ჩანს საძიებელი სიდიდის საშუალო მნიშვნელობა შემთხვევითი სიდიდეების სხვადასხვა გაზნვისას მნიშვნელოვნად განსხვავდება კლასიკური ფორმულით გაანგარიშებული მნიშვნელობებისაგან, რაც იმით არის გამოიწვეული, რომ ჩატარებული კვლევისას დაშვებული იყო ტოლობა $M \left[\frac{1}{T_{ინტ}} \right] =$

$\frac{1}{M[T_{ინტ}]}$ რაც რეალურად ვერ აღწერს რეალურ პროცესს. სინამდვილეში ფარდობა $\frac{1}{T_{ინტ}}$ არის

სრულიად ახალი შემთხვევითი სიდიდე რომლის მნიშვნელობებია $\frac{1}{T_1}; \frac{1}{T_2} \dots \frac{1}{T_N}$

სიდიდეები. მისი საშუალო მნიშვნელობა (მათემატიკური ლოდინი) იქნება სიდიდე

$\frac{\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} + \dots + \frac{1}{T_N}}{N}$ რომელიც არ არის ტოლი $\frac{1}{\frac{T_1 + T_2 + \dots + T_N}{N}} = \frac{N}{T_1 + T_2 + \dots + T_N}$ მნიშვნელობის.

სინამდვილეში ჩვენს მიერ განხილულ მაგალითებში $1/T_{ინტ}$ მათემატიკური ლოდინიდ მნიშვნელობები იქნება

$$\frac{\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_3} + \frac{1}{T_4}}{N} = \frac{\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{5} + \frac{1}{10}}{4} = 0,28 \text{ და}$$

$$\frac{\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_3} + \frac{1}{T_4}}{N} = \frac{\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{8} + \frac{1}{9}}{4} = 0,43$$

თუ ამ მნიშვნელობებს გავამრავლებთ $V \cdot T_{შ}$ სიდიდეზე მივიღებთ იგივე შედეგებს რომელიც მიღებული გვქონდა ზემოთ განხილულ მაგალითებში რაც ამართლებს გამოთქმულ წინააღმდეგობებს.

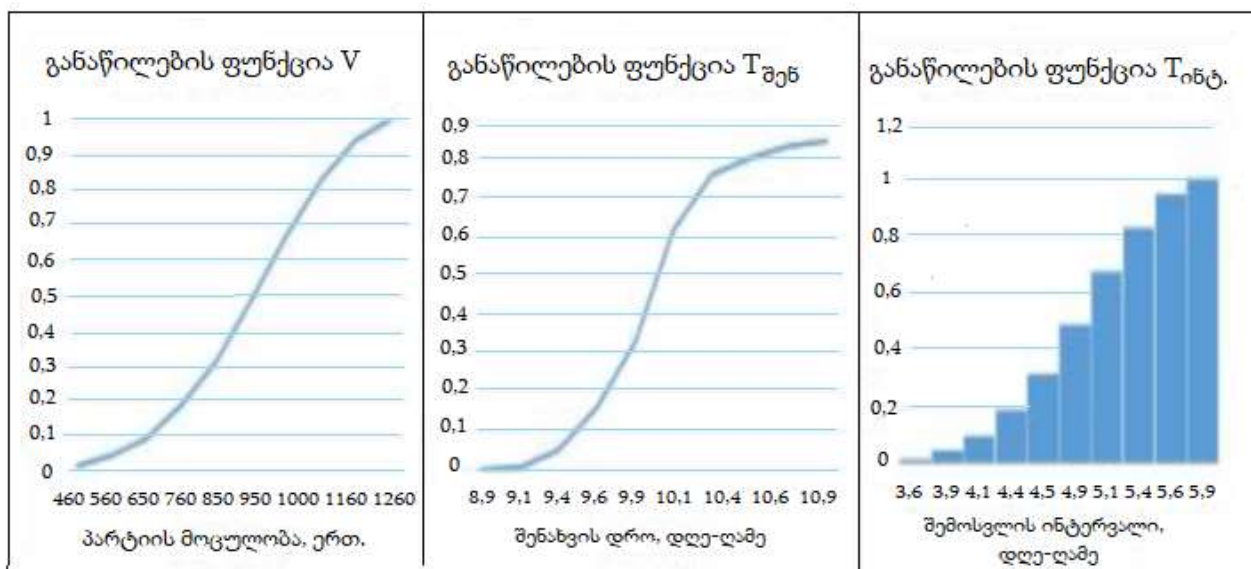
თუ საანგარიშო შედეგების სიზუსტეს არ ექცევა განსაკუთრებული ყურადღება და მიღებული ცდომილებები შეიძლება ჩაითვალოს დასაშვებად, მაშინ აღნიშნული მეთოდის გამოყენება მისაღებია, თუმცა პრაქტიკული ინჟინრული გაანგარიშებისას ანალიზური მეთოდით მიღებულ მნიშვნელობებს ამრავლებენ მარაგის კოეფიციენტებზე $K > 1$, რაც გამორიცხავს გაანგარიშებით მიღებულ შესაძლო შეცდომებს. იმ შემთხვევაში თუ განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა შემთხვევით სიდიდეებზე მსჯელობას, მაშინ მეცნიერებაში გამოიყენება სტატისტიკური კვლევის ანუ მონტე-კარლოს მეთოდი [111; 112; 113; 117; 126].

მონტე-კარლოს მეთოდის იდეა მდგომარეობს ჩატარებულ კვლევებში შემავალი შემთხვევითი სიდიდეების მნიშვნელობების მიმდევრობით გენერაციაში. მაგ. ფორმულაში (4.9) მოცემული სიდიდეების მნიშვნელობების კომბინაცია გამოიყენება ფუნქციის იმ ერთადერთი მნიშვნელობის გამოსათვლელად, რომელიც წარმოადგენს

მოცემული სტატისტიკური კვლევის შედეგს. ასეთი კვლევების მრავალჯერადი განმეორება საშუალებას იძლევა მივიღოთ ამ შემთხვევითი სიდიდეების მნიშვნელობათა მასივი, რომლის სტატისტიკური დამუშავება მოგვცემს განაწილების ინტეგრალური ფუნქციის მნიშვნელობებს ე.ი. სრულად აღწერს მოცემულ შემთხვევით სიდიდეს.

მონტე-კარლოს მეთოდის ძირითად შემსრულებელ მექანიზმს წარმოადგენს შემთხვევითი სიდიდეების მნიშვნელობების გენერაცია განაწილების მოცემული კანონით, რაც როგორც წესი მიიღება შექცეული ფუნქციის მეთოდით [110; 114; 115]. შემთხვევითი X სიდიდეების განაწილების F ფუნქცია არის იმის ალბათობა რომ $X < x$ ანუ $F(x) = P(X < x)$. F ფუნქციის განსაზღვრის სივრცეს წარმოადგენს შემთხვევითი სიდიდეების მნიშვნელობები ინტერვალში $[0; 1]$. შექცეული F^{-1} ფუნქციის განსაზღვრის სივრცეს წარმოადგენს ინტერვალი $[0; 1]$, რომელიც შემთხვევითი სიდიდეების ალბათობების მნიშვნელობების სივრცეა. თუ შემთხვევითი რიცხვების თანაბარი განაწილების გენერირებას მოვახდენთ $[0; 1]$ ინტერვალზე, მაშინ მნიშვნელობების F^{-1} დაჯგუფების სიმკვრივე იქნება იმ ადგილში, სადაც გრაფიკის სიმრუდე იქნება ყველაზე მეტი ე.ი. მნიშვნელობების გამოვლინების ალბათობა იქნება უფრო მეტი იქ, სადაც მაღალია F ფუნქციის სიმკვრივე ე.ი. სტატისტიკურად შესაბამისობაში იქნება შემთხვევითი სიდიდეების მოცემულ განაწილებასთან [116].

გამოთქმული მტკიცებულებების ილუსტრირება მოცემულია სურ. 4.5-ზე სადაც წარმოდგენილია ისეთი შემთხვევითი სიდიდეების განაწილების ინტეგრალური ფუნქციები, როგორცაა - პარტიების მოცულობა, შენახვის ვადები და პარტიების პორტში შემოსვლებს შორის ინტერვალი.



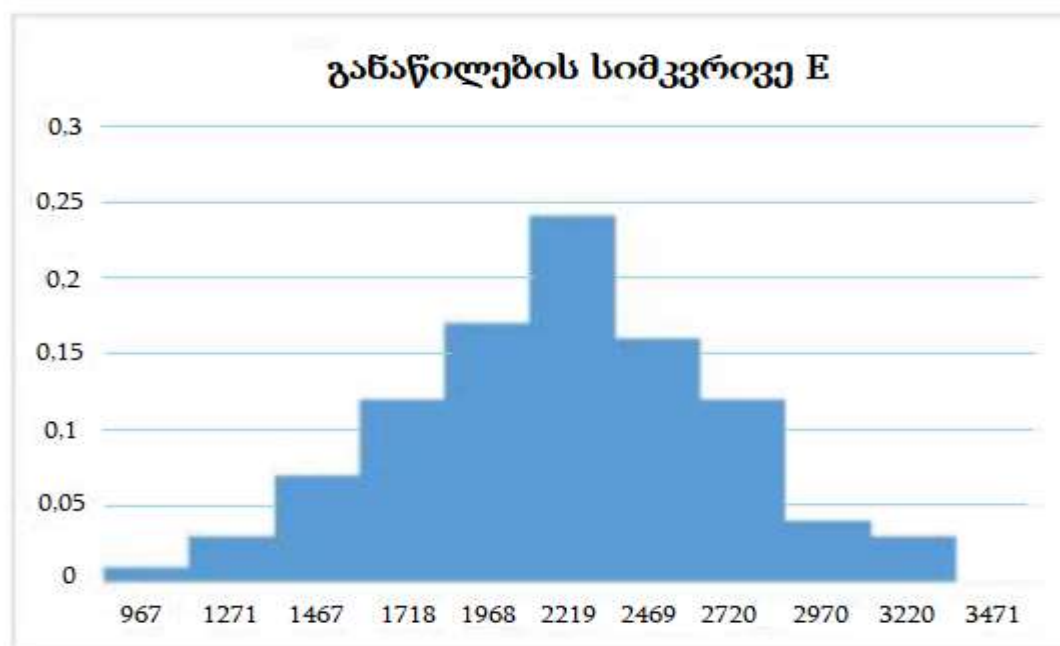
სურ. 4.5. საწყისი საანგარიშო სიდიდეების განაწილების ფუნქცია.

ჩატარებული მრავალჯერადი სტატისტიკური კვლევის მონაცემების მასივი მოცემულია ცხრილში 4. ცხრილის ანალიზი აჩვენებს მაგალითს თუ როგორ ხდება საწყობებში შესანახი E მოცულობის მნიშვნელობათა ცვლილება თითოეული სტატისტიკური კვლევის დროს საწყისი მონაცემების შემთხვევაში. ცხრილის მონაცემების საფუძველზე აგებული ჰისტოგრამა გვიჩვენებს მონაცემთა მასივის სტატისტიკური დამუშავებისას საწყობში E მოცულობის ტვირთების შენახვის მნიშვნელობების ალბათობების განაწილების სიმკვრივეს. პარტიების მოცულობების მათემატიკური ლოდინი, შენახვის დრო და პარტიების შემოსვლის ინტერვალი 4.5. სურათზე მოცემული მაგალითისათვის შესაბამისად შეადგენს სიდიდეებს: $M[V] = 1000$ $M[T_{\text{შ}}] = 10$ დღე-ღამე და $M[T_{\text{ინტ}}] = 5$ დღე-ღამე, რაც ზემოთ განხილულ მაგალითებში მოყვანილ სიდიდეებს ემთხვევა.

ცხრილი 4.1.

სტატისტიკური გამოცდის მართვის მაგალითი

გაზ	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	660	960	760	1060	960	1160	860	760	760
T	10,1	10,1	8,9	11,1	9,4	11,1	11,1	9,9	9,9
T_{ონტ}	4,4	4,1	5,1	4,6	4,9	4,6	5,1	4,9	3,9
E	1527,4	2356,4	1316,1	2549,7	1846,2	2790,3	1866,8	1539,5	1936,8
გაზ	10	11	12	13	14	15	16	17	18
V	1260	660	960	560	1060	1160	1060	860	860
T	11,1	10,4	9,9	11,1	10,1	10,1	9,1	10,1	10,4
T_{ონტ}	5,1	4,9	4,9	5,1	5,6	5,4	4,6	5,1	4,4
E	2735,1	1404,6	1944,6	1215,6	1908,0	2185,1	2091,4	1699,0	2039,4



სურ. 4.6. საწყობში ტვირთის შენახვის მოცულობის განაწილების სიმკვრივის ჰისტოგრამა.

როგორც სურათ. 4.6 -დან ჩანს პორტის საწყობებში ტვირთის შენახვის E მოცულობის მნიშვნელობა განთავსებულია 2000 ერთეულის მახლობლობაში ე.ი. ემთხვევა ჩვენს მიერ ზემოთ განხილულ მაგალითებში გაანგარიშებით მიღებულ სიდიდეს. ამავე დროს სტატისტიკური კვლევის მონაცემთა მართვების გაანგარიშებით მოცულობის (E) ზუსტი საშუალო მნიშვნელობა შეადგენს დეტერმინირებულ სიდიდეს 1940-ს. სურათზე მოცემული ჰისტოგრამა საშუალებას იძლევა ვიმსჯელოთ სიდიდეების შესაძლო გადახრების ალბათობაზე და მივიღოთ უფრო დაზუსტებული საინჟინრო გადაწყვეტილებები.

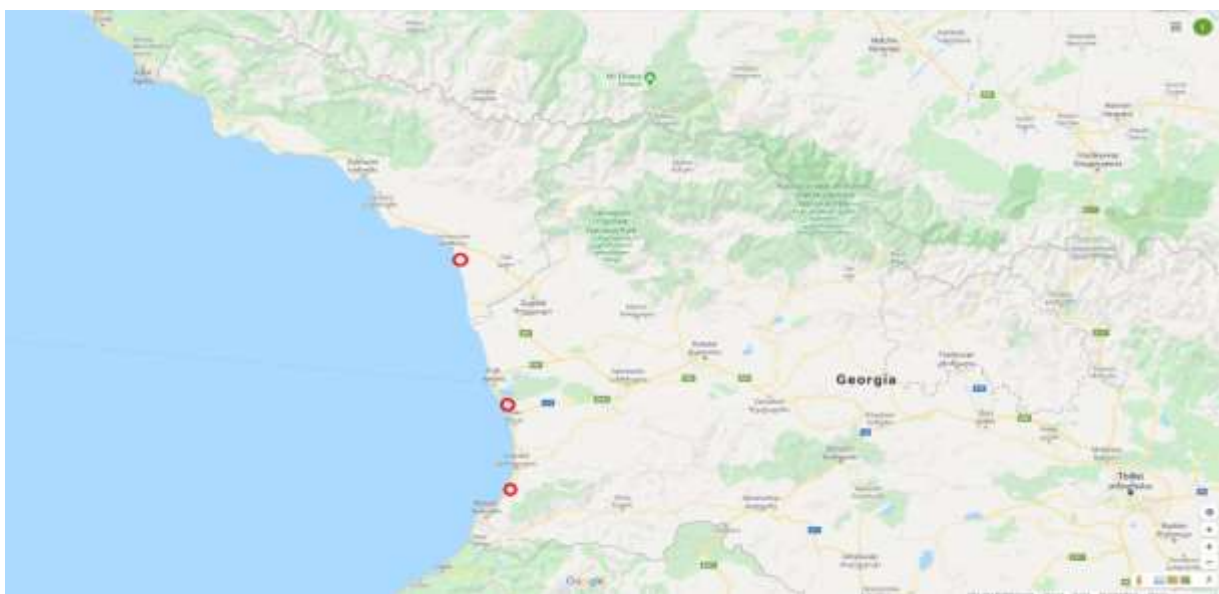
აღნიშნულიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ აღწერილი მოდელის გამოყენება საშუალებას იძლევა კომერციული თვალსაზრისით შევავასოთ არსებული ან დასაპროექტებელი ტერმინალის მუშაობა და ამ შეფასების საუბველზე მივიღოთ გადაწყვეტილება საწყობების მოცულობის გადიდების ან სატრანსპორტო საშუალებების მწარმოებლობის გაზრდის შესახებ. ამასთან პორტის სატვირთო საწყობებში შენახვის მოცულობის ცვლილების დინამიკა სრულად განისაზღვრება ტვირთების შემოსვლა-გატანის მყისიერი ინტენსივობით, რაც სრულყოფილად აღიწერება დიფერენციალური განტოლებით.

4.4. მცირე პორტების ნავმისადგომების სასაწყობე ფართის განსაზღვრის მეთოდოლოგია და ძირითადი ტექნიკური პარამეტრების განსაზღვრა

თანამედროვე მცირე პორტების კონკურენტუნარიანობის საფუძველს მიმზიდველი გეოგრაფიული მდებარეობა და გამართული ინფრასტრუქტურა წარმოადგენს. მცირე პორტების შექმნით ქვეყანა შეძლებს მცირე და საშუალო ბიზნესის შემდგომ ინტენსიფიკაციას როგორც ზღვაზე, ასევე ხმელეთზე, რასაც შესაბამისად მოჰყვება დამატებითი სამუშაო ადგილების შექმნა და დასაქმების პროგრამის შემუშავება. მცირე პორტების შექმნა და ინფრასტრუქტურული აღჭურვა გამოიწვევს ქვეყნის შიგა და ტრანზიტული მცირე და საშუალო ტვირთნაკადების მოძრაობის ინტენსივობის გაზრდას,

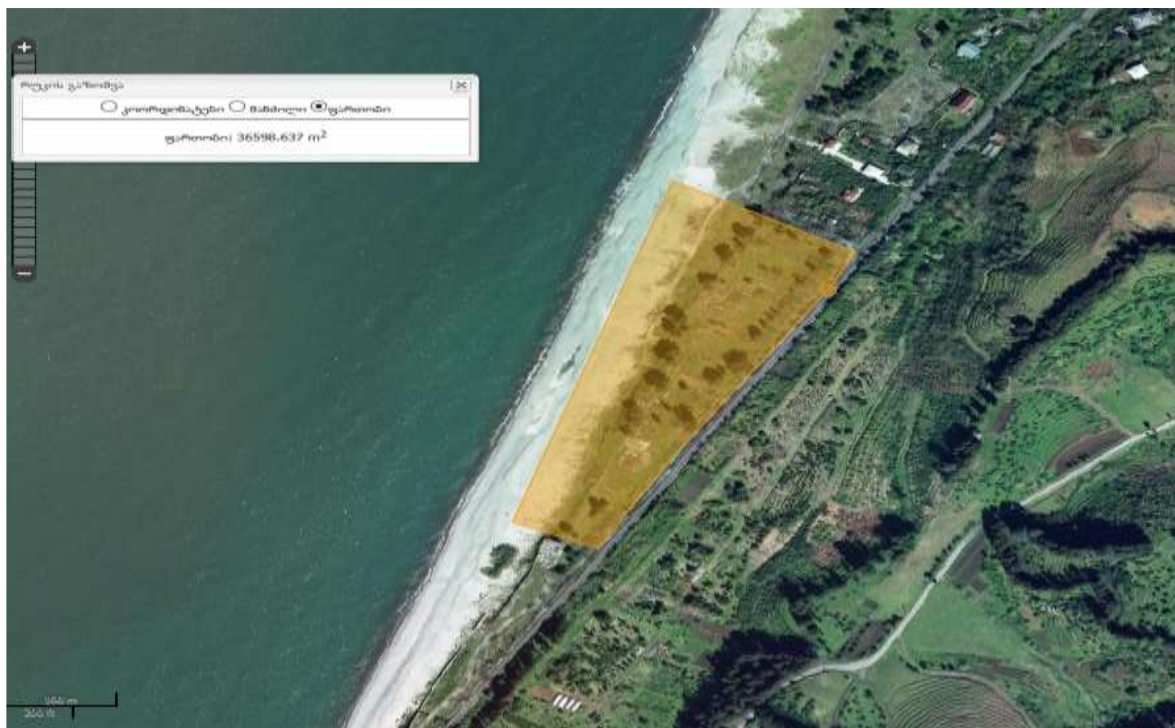
რაც გაამარტივებს სოფლის მეურნეობასა და გადამამუშავებელ სფეროში დასაქმებული მცირე და საშუალო ბიზნესისათვის საერთაშორისო სავაჭრო ურთიერთობებში ჩართვას.

საყოველთაოდ ცნობილია რომ საქართველოს შავი ზღვის სახით გააჩნია უდიდესი პოტენციალი რადგან ზღვის სანაპირო თავისი გეოგრაფიული თავისებურებებით იძლევა მცირე პორტების ქსელის განვითარების საუკეთესო საშუალებას (სურ. 4.7.) რაც ხელს შეუწყობს ქვეყანაში მცირე და საშუალო ბიზნესის ინტენსიურ განვითარებას, რადგან საქართველო არის ძირითადი სახმელეთო-საზღვაო სატრანზიტო კვანძი მთელს სამხრეთ კავკასიაში, ამიტომ საქართველოს მთავრობამ ქმედითი ღონისძიებები უნდა გაატაროს სატრანსპორტო-ლოჯისტიკური სისტემების შემდგომი განვითარების და მისი კონკურენტუნარიანობის ამაღლების მიმართულებით. რაშიც დიდი როლის შესრულებას შეძლებს ქვეყანაში მცირე პორტების ქსელის შექმნა და განვითარება.



სურ.4.7. შავი ზღვის სანაპიროზე მცირე პორტების დისლოკაციის სავარაუდო აგილები

ტოპოგრაფიული აგეგმვისა და გეოგრაფიული მდებარეობის ანალიზის საფუძველზე გამოვიკვლიეთ საქართველოს შავიზღვისპირა აკვატორიაში ჩაქვისა და მდინარე ჩაქვისწყლის მიმდებარე ტერიტორია, სადაც განსაზღვრულია მცირე სიმძლავრის პორტის დაპროექტება და მშენებლობა (სურ. 4. 8.).



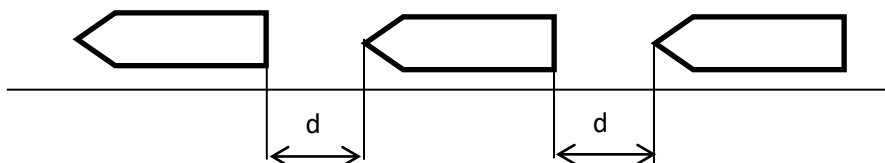
სურ.4.8. ჩაქვის ტერიტორიაზე მცირე პორტების დისლოკაციის სავარაუდო აგილი დასაპროექტებელი ნავმისადგომის შერჩეული ტერიტორიის ტოპოგრაფიული გეგმა 1:1000-იან მასშტაბში წარმოებულია საქართველოს საჯარო რეესტრის მიერ აღიარებულ ფორმატში, სტრუქტურების რეგისტრირებული ტერიტორიისა და ფაქტიური საზღვრების მითითებით ტოპოგრაფიული აგეგმვა ჩატარდა ტაქომეტრი Leica TS-09 plus ხელსაწყოთი და მიღებული მონაცემები დამუშავდა ელექტრონული ფორმატით ავტოკადში.

პორტის დაპროექტების საწყის ეტაპზე განსაზღვრული უნდა იყოს ისეთი ძირითადი საპროექტო პარამეტრები, როგორცაა ნავმისადგომის სიგრძე, სიგანე აკვატორიაში, წყლის სიღრმე და სხვა.

ნავმისადგომის საპროექტო სიგრძე განისაზღვრება საანგარიშო გემის უნიფიცირებული სიგრძისა და ნავმისადგომის თავისუფალი სიგრძის მარაგის ჯამით. ეს სიდიდე ისე უნდა იყოს შერჩეული, რომ უზრუნველყოს პორტში გემის უსაფრთხო დგომა. საანგარიშო გემის უნიფიცირებული სიგრძე განისაზღვრება პორტში დგომისას მისი დაწვევის ანუ დაჯდომის სატვირთო მარკის (მეტრებში) და დანიშნულების სპეცოფიკიდან გამომდინარე რეგლამენტირებული ზომების მიხედვით. მაგალითად კონტეინერების მზიდავი გემებისთვის თუ სატვირთო მარკაა 10 მ, უნიფიცირებული სიგრძეა 225 მ, ხოლო

იგივე მარკის შემთხვევაში გენერალური ტვირთების გადამზიდი გემისათვის უნიფიცირებული სიგრძე 180 მ-ია ან კიდევ თუ სატვირთო მარკაა 5 მ, მაშინ იგივე დანიშნულების გემებისათვის უნიფიცირებული სიგრძეა შესაბამისად 100 მ და 90 მ.

რაც შეეხება ნავმისადგომის თავისუფალი სიგრძის მარაგს, იგი დამოკიდებულია გემების დგომის სქემაზე. მაგალითად, თუ გემები განლაგებულია სურ.4.9-ზე წარმოდგენილი სქემით და გემებს შორის დაშორებაა 30 მეტრი. მაშინ ეს ზომა მეტია 300 მეტრზე, ხოლოთუ დაშორებაა 20 მეტრი, მაშინ თავისუფალი სიგრძის მარაგია 151 – 200 მ.



სურ.4.9. ნავსადგურში გემების დგომის სქემები.

რაც შეეხება ნავმისადგომის ფრონტის სიგანეს, იგი განისაზღვრება კორდონის ხაზიდან ტვირთების დასახარისხებელ მოედანზე შტაბელის გარე ზედაპირის ხაზამდე დაშორებით, ამასთან დაშორება კორდონის ხაზიდან კონტეინერების გადამტვირთავი ამწე მოწყობილობის მოძრაობის რელსამდე უნდა იყოს 2,75 ან 4 მეტრი

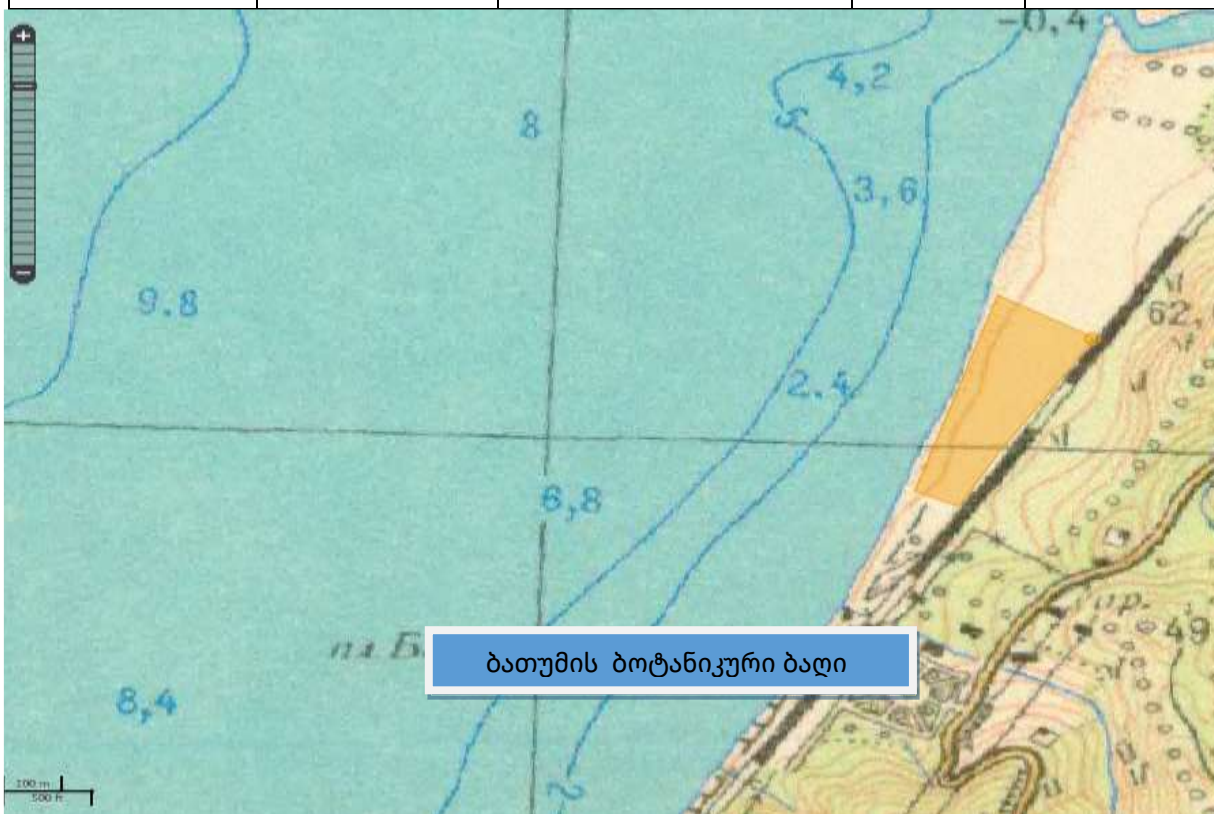
ნავმისადგომის კორდონის ამალლების საპროექტო მნიშვნელობა დელვისაგან დაცულ აკვატორიაში დგინდება ე.წ. შედარებითი ანგარიშით ნორმატიულ ნორმებსა და ანგარიშით მიღებულ სიდიდეებს შორის. ნორმატიული ნორმები კი შეესაბამება ზღვაში წყლის დონის საწყის მნიშვნელობებს. ამასთან უნდა აღინიშნოს რომ ნორმატიული სიდიდეების მნიშვნელობა დამოკიდებულია ნავმისადგომის აკვატორიაში ზღვის წყლების მახასიათებლებზე. კერძოდ ზღვებში, რომლებიც ხასიათდებიან მოქცევის პროცესებით საწყისი დონიდან კორდონის აწევის სიმაღლეა 2,1/1 ამ (ზღვა მოქცევადია თუ მოქცევის სიდიდეა 0,5 მეტრზე მეტი). არა მოქცევად ზღვებში კორდონის აწევის სიმაღლეა 2,0/1,2 მ.

ნავმისადგომის საზღვაო სივრცეში მნიშვნელოვანი პარამეტრია წყლის სიღრმე. მისი საანგარიშო სიდიდე განისაზღვრება როგორც საანგარიშო გემის დაწევის (დაჯდომის) და სიღრმის მარაგის ჯამი. საანგარიშო გემის დაწევის ანუ დაჯდომის სიდიდე აიღება

ნორმატიული დოკუმენტებიდან და განისაზღვრება ნავმისადგომის დანიშნულების ანუ სპეციალიზაციის მიხედვით. საანგარიშო სიღრმე შესაბამისობაშია ტოპოგრაფიულ გეგმაზე ნაჩვენებ სიმაღლეებთან (სურ.4.10.).

ცხრილი 4.2.

დასახელება	ზღვის სიღრმის მნიშვნელობები			
	ნავმისადგომთან წყლის უნიფიცირებული სიღრმე (მ)			
	გადასატვირთი კომპლექსის სახე			
	კონტეინერები	გენერალური ტვირთები და ხე-ტყე	მყარი ტვირთი	თხევადი ტვირთები
შიგა საზღვაო ცურვა	8,25	6,50	8,50	8,25
ადგილობრივი	6,50	5,0	5,0	5,0



სურ.4.10. ჩაქვის მიმდებარე ზღვის სანაპირო ზოლის სიღრმეების რუკა

შენიშვნა: საანგარიშო სიღრმე შესაბამისობაშია ტოპოგრაფიულ გეგმაზე ნაჩვენებ სიმაღლეებთან.

ნავმისადგომის და მთლიანად ნავსადგურის დაპროექტების სტადიაში გათვალისწინებული უნდა იქნას ტერიტორიის მუდმივი საფარით დაფარვის სახე, რომელიც განისაზღვრება ტერიტორიის ამა თუ იმ ნაწილის ტექნოლოგიური დანიშნულებიდან გამომდინარე. საფარის კონსტრუქცია და მასალა უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს:

- გააჩნდეს ისეთი სიმტკიცე, რომელიც უზრუნველყოფს მის საიმედო და ხანგრძლივ ექსპლუატაციას საანგარიშო დატვირთვებიდან გამომდინარე;
- არ განიცდის პლასტიკურ დეფორმაციას;
- იყოს ყინვისა და ბზარების წინააღმდეგ მედეგი;
- ზედაპირი იყოს სწორი და არ უნდა ხდებოდეს მასზე წყლის დაგროვება;
- გამოირჩეოდეს ანტიკოროზიული თვისებებით ქიმიური ტვირთების მიმართ.

ნორმატიული დოკუმენტაციიდან გამომდინარე ტერიტორიის მუდმივი საფარის ზომები დამოკიდებულია საფარის სახეზე და რეკომენდირებულია შემდეგი სიდიდეები:

- რკინაბეტონის მონოლითი - 16 სმ;
- რკინაბეტონის ფილების ნაკრები - 14 სმ;
- ორშრიანი ასკალცემენტი - 9 სმ.

იმისათვის რომ არ მოხდეს ნავმისადგომის ტერიტორიის ზედაპირზე წვიმის წყლის დაგროვება, აუცილებელია საფარს ჰქონდეს დახრა, რომლის სიდიდე დამოკიდებულია დასაწყისში ტვირთის სახეზე. კერძოდ კონტეინერების, პაკეტური ტვირთების და ნაყარი ტვირთებისათვის დახრის სიდიდეა 0,01; გენერალური და ხე-ტყის ტვირთებისათვის დახრის სიდიდეა 0,02, ხოლო იმ ზედაპირებისათვის, სადაც განთავსებულია მექანიკური სახელოსნოები, ავტომობილის გასამართი პუნქტები და სადგომები დახრის სიდიდეა 0,015 – 0,02. აქვე აღსანიშნავია რომ წყლის მიმღები ჭები განთავსებული არ უნდა იყვნენ ინტენსიური დატვირთვა-განტვირთვისათვის ზონაში და ნაყარი ტვირთების შტაბელებს ქვევით.

საზღვრო პორტების ფუნქციონირების და ტვირთბრუნვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ელემენტია სასაწყობე სისტემა, რომელიც განსაზღვრავს მისი მუშაობის ეკონომიკურ ეფექტს და განვითარების სცენარს. კერძოდ საწყობებში ტვირთების შენახვის მარაგები წარმოადგენენ ტვირთბრუნვის პროცესში არსებული პროდუქციის საერთაშორისო ფორმას.

ღია და დახურული ტიპის საპორტო საცავების შემთხვევაში დასაწყობების საჭირო ფართი განისაზღვრება ფორმულით

$$F = \frac{E}{q \cdot K_8} \quad (4.1)$$

სიდიდე E საწყობების საანგარიშო ტევადობა და განისაზღვრება დამოკიდებულებით

$$E = KD + P \cdot n \quad (4.2)$$

სადაც K - პორტში შემოსული ტვირთნაკადის სირთულის კოეფიციენტი და

ითვალისწინებს ტვირთის სახეობას. კერძოდ ერთგვაროვანი ტვირთებისათვის

$K=1,0 \div 1,3$; ხოლო შერეული ტვირთებისათვის $K=1,3 \div 1,6$;

D - საანგარიშო გემის სუფთა ტვირთამწეობაა (ტ);

სიდიდე $P \cdot n$ - სარეზერვო ტვირთტევადობაა (ტ), სადაც P წარმოადგენს დატვირთვა-განტვირთვის სამუშაოების ინტენსივობას დღე-ღამეში (ტ/დღე-ღამე), ხოლო n სარეზერვო ნორმატიული დროა. თუ სარკინიგზო ან საავტომობილო ტრანსპორტის მუშაობის რეჟიმი თანაბარია და დამოკიდებული არ არის ნავმისადგომში გემების შემოსვლის რეჟიმზე, მაშინ $n = 2$ დღე-ღამეს, ხოლო გემების არარეგულარული შემოსვლისას $n = 4$ დღე-ღამეს.

ფორმულაში (4.1) სიდიდე q წარმოადგენს დასაწყობებული ტვირთის ტექნოლოგიურ დატვირთვას. ერთსართულიანი სასაწყობე შენობებისათვის ტექნოლოგიური დატვირთვა $q=2,5$ ტ/მ², ხოლო მრავალსართულიანი შენობების პირველი და დანარჩენი სართულებისათვის შესაბამისად $q=2,1$ ტ/მ² და $q=1,35$ ტ/მ².

K_8 დახურული ტიპის სასაწყობე ფართების გამოყენების კოეფიციენტი და შერეული გენერალური ტვირთების შემთხვევაში განისაზღვრება ცხრილიდან 4.1. უნდა ავლნიშნოთ რომ ღია ტიპის საწყობების შემთხვევაში ლითონისა და სხვა სახის ნაკეთობების

დასაწყობებისას პორტალური ამწის მოქმედების ზონაში ფართის გამოყენების კოეფიციენტი $K_g = 0,8$, ხოლო პორტალური ამწის გამოყენების ზონის გარეთ $K_g = 0,7$.

ცხრილი 4.3.

დახურული ტიპის საწყობებში ფართის გამოყენების კოეფიციენტის მნიშვნელობები

საწყობის სიგანე მ-ში	ართის გამოყენების კოეფიციენტი K_g	
	ერთგვაროვანი ტვირთი	შერეული ტვირთი
ერთსართულიანი შენობა		
ნაკლებია 24 მ-ზე	0,65	0,55
24-დან 30 მეტრამდე	0,70	0,60
30 მეტრზე მეტი	0,75	0,60
მრავალსართულიანი შენობა		
ნაკლებია 36 მეტრზე	0,6	0,5
36 მეტრიდან 48 მეტრამდე	0,65	0,55
48 მეტრზე მეტი	0,7	0,6

ზოგადად ერთი ნავმისადგომისათვის სასაწყობე შენობების ტევადობა უნდა აკმაყოფილებდეს ზღვარს $1,3D < E < 2,4D$.

უნდა აღინიშნოს, რომ დახურული ტიპის საწყობებისათვის მნიშვნელოვანია შენობის სასარგებლო სიმაღლე ანუ სიმაღლე იატაკიდან გადახურვის მზიდ კონსტრუქციამდე. მისი სიდიდე განისაზღვრება შენობის ტიპის მიხედვით და ერთსართულიანი საწყობებისათვის $H=7,8$ მ. მრავალსართულიანი შენობების პირველი სართულისათვის $H=6$ მ, ხოლო დანარჩენი სართულებისათვის მისი სიდიდე არაა ნაკლები 4,8მ-ზე.

დახურული ტიპის საწყობებში მნიშვნელოვანია შესასვლელი და გამოსასვლელი კარების სიმაღლის ზომების სიდიდეების გათვალისწინება. კერძოდ, როგორც ერთი, ასევე მრავალსართულიანი შენობების პირველ სართულზე კარების სიმაღლე უნდა იყოს 5,4 მ, ხოლო მრავალსართულიანი შენობის ზედა სართულებისათვის 4,2 მეტრი. ამ შემთხვევაში თუ სასაწყობე შენობაში აუცილებელია სარკინიგზო ტრანსპორტის

შემოსვლა, მაშინ შესასვლელი კარების სიმაღლე არ უნდა იყოს 5,5 მ-ზე, ხოლო სიგანე 4,9 მეტრზე ნაკლები.

აუცილებელია რომ როგორც ერთი, ასევე მრავალსართულიანი სასაწყობე შენობის პირველ სართულზე განთავსებული იყოს ე.წ. ჩატვირთვა-განტვირთვის რამპა (გრძელი დაბალი ბარიერი), რომელიც დანიშნულების მიხედვით აღჭურვილი უნდა იყოს პატარა ხიდურებით, რაც უზრუნველყოს ვაგონებში, ავტოტრანსპორტზე და კონტეინერებში ტვირთის გადამტანი მექანიზაციის საშუალებების თავისუფლად შესვლას. ჩატვირთვა-განტვირთვისათვის რამპის სიგანე არ უნდა იყოს 7 მ-ზე ნაკლები, ხოლო სიმაღლე დახურული საცავების შემთხვევაში შეირჩევა დანიშნულების მიხედვით. კერძოდ, ავტოტრანსპორტის და მისაბმელიანი და ნახევარმისაბმელიან ტრაილერებზე განთავსებული კონტეინერების დამუშავებისათვის რამპის სიმაღლე აიღება 1200 მმ ტერიტორიის საფარის ზედაპირიდან.

თუ ჩატვირთვა-განტვირთვის რამპას არ ემსახურება პორტალური ამწე, მაშინ იგი აღჭურვილი უნდა იყოს ფარდულით. რამპის ზედაპირიდან ფარდულის ქვედა კონსტრუქციამდე დაშორება ისეთ საწყობებში ეადაც მუშაობენ ჩანგლებიანი დამტვირთავები აირება 4,5 მ, ხოლო სხვა სახის მექანიზაციის შემთხვევაში გათვალისწინებული უნდა იყოს ამ მექანიზმების ზომები და კონსტრუქცია. ფარდულის მიერ შეიძლება გადაიფაროს რამპა და ვაგონის სიგანის 0,6 ნაწილი თუ სარკინიგზო ვაგონის დამუშავება ხდება ჩანგლებიანი დამტვირთავებით. ხოლო სხვა სახის მექანიზაციის გამოყენებისას ფარდულმა შეიძლება გადაფაროს როგორც რამპის, ასევე ვაგონის სიგანე.

მრავალსართულიანი საწყობების ზედა სართულები, რომლებიც იმყოფებიან პორტალური ამწეების მოქმედების ზონაში, საწყობის სართულების რაოდენობასა და შენობის კონსტრუქციის გათვალისწინებით აღჭურვილი უნდა იყვნენ სატვირთო აივნებით ან ტერასებით. ამასთან სატვირთო აივნის ან ტერასის სიგანე არ უნდა იყოს 3,5 მეტრზე ნაკლები და დაცული უნდა იყოს შემოდობით. მრავალსართულიან საწყობებში ბოლო სართულის ზევით ტერასის ან სატვირთო აივნის ამალღება დასაშვებია იმ

შემთხვევაში, თუ პარალელური ამწის მომსახურეობისას ეს სიმაღლე არ აჭარბებს ამწის მიერ ტვირთის უსართხო აწევის სიმაღლეს შემოღობვის გათვალისწინებით.

სასაწყობე ფართების დაპროექტებისას მნიშვნელოვან ამოცანას წარმოადგენს ქიმიური ტვირთების შენახვის პრობლემის გადაჭრა. ქიმიური ტვირთების შესანახი საწყობის შენობა აუცილებლად უნდა იყოს ერთსართულიანი და ატმოსფერული ნალექებისა და მზის სხივების შეღწევისაგან კარგად დაცული. ამასთან შენობის ვენტილაციამ და განათებამ უნდა უზრუნველყოს შრომის უსაფრთხოების მოთხოვნები. ზოგადად ქიმიური ტვირთების დასაწყობება მიზანშეწონილია განხორციელდეს ცალკე გამოყოფილ დახურულ შენობაში ან საერთო საწყობის შენობაში განსაკუთრებულად გამოყოფილ სექციაში. თუ შესანახი ქიმიური ტვირთები აქტიურად ურთიერთქმედებენ წყალთან, მაშინ ასეთი საწყობების იატაკი საერთო ზედაპირიდან უნდა იყოს 200 მმ-ით მაღლა და აღიჭურვოს სპეციალური გამწმენდი მოწყობილობით.

საწყობებში, რომლებიც დანიშნული იყო ქიმიური ტვირთების შესანახად, რომელთა წყალთან ურთიერთქმედება იწვევს ხანძარს ან აფეთქებას, დაშვებულია წყლის მომარაგების მილგაყვანილობით აღჭურვა და ორთქლზე ან ცხელ წყალზე მომუშავე გათბობის სისტემის დამონტაჟება. ასევე დაუშვებელია წყალზე მომუშავე ხანძარსაწინააღმდეგო საშუალებების გამოყენება.

საპორტო საწყობების დაპროექტებისას მნიშვნელოვანია ღია ტიპის საწყობების მოწყობა. ისინი დანიშნულია ისეთი სახის მასალების შესანახად, რომლებიც არ მოითხოვენ დახურულ საწყობებში შენახვას და შეიძლება განთავსდეს ღია ცის ქვეშაც. ღია ტიპის სასაწყობო სისტემის მოწყობისას აუცილებელია ისეთი ძირითადი მოთხოვნების დაცვა როგორცაა შტაბელის შუბლის დაშორება სავალი ნაწილის მხრიდან ან საყრდენი კედლიდან. კერძოდ, დაშორება შტაბელის შუბლიდან სარკინიგზო გზის რელსამდე 2,75 – 3,25 მ, ამწის სავალი რელსების ღერძამდე - 2,0 მ და ავტომობილების სავალი გზის კიდეზე - 1,5 მ.

5. ძირითადი დასკვნები

- 1) შესწავლილი იქნა საზღვარი ქვეყნების მცირე და საშუალო ბიზნესის განვითარების საქმეში მცირე ნავსადგურების როლი და ამ რეგიონებში წარმოებული პროდუქციის მცირე პარტიული ტვირთების მცირე დანახრჯებით მოკლე დროში გადატვირთვის შესაძლებლობები;
- 2) ტოპოგრაფიული აგეგმვისა და გეოგრაფიული მდებარეობის ანალიზის საფუძველზე შესწავლილი და დასაბუთებული იქნა საქართველოს შავი ზღვის აკვატორიაში ჩაქვისა და მდინარე ჩაქვისწყლის მიმდებარე ტერიტორიაზე მცირე სიმძლავრის პორტის შექმნის პერსპექტივა და შესაძლებლობები, რაც მარტივად გადაწყვეტს რეგიონის სოფლის მეურნეობასა და გადამამუშავებელ სფეროში დასაქმებული მცირე და საშუალო ბიზნესისათვის საერთაშორისო სავაჭრო ურთიერთობებში ჩართვის შესაძლებლობებს;
- 3) საპორტო მშენებლობის გაანგარიშებისა და დაპროექტების ნორმატიული მეთოდის საფუძველზე, საკვლევი ტერიტორიის ტოპოგრაფიული გეგმისა და გეოგრაფიულ მონაცემებზე დაყრდნობით შეიქმნა ტერმინალის პროექტირების სქემა და ტვირთნაკადების მოცემული სიმძლავრისათვის განისაზღვრა ნავმისადგომების რიცხვი და განლაგება;
- 4) დამუშავდა დასაპროექტებელ პორტში გემების ნაკადის განაწილების და შემოსვლა-გასვლის განრიგის კვლევის მეთოდის, რის საფუძველზეც თეორიულად იქნა შესწავლილი ტვირთნაკადების და სახმელეთო სატრანსპორტო (რკინიგზა, ავტოსატრანსპორტო) საშუალებების მოძრაობის მარშრუტების სქემები და სიხშირეები;
- 5) ჩატარდა დასაპროექტებელი ნავმისადგომის ჰიდროტექნიკური ნაგებობების საექსპლუატაციო-ტექნიკური პარამეტრების კვლევა. განისაზღვრა ნავმისადგომის ნაგებობებზე მოქმედი გარე ფაქტორების ზემოქმედების მახასიათებლები და შესწავლილი იქნა შერჩეული ტერიტორიის გრუნტის მახასიათებლების გავლენა ნაგებობების კონსტრუქციაზე;

- 6) დადგინდა რომ გრუნტის მახასიათებლების ცვლილება ემორჩილება არაწრფივი ამოცანების კანონებს და გრუნტის სივრცეში ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მდგრადობასა და დეფორმაციის მოვლენების აღწერა არ ხდება ერთიანი კომპლექსური მიდგომით და განიხილება ცალკეული ამოცანების ამოხსნის გზით;
- 7) ჩატარდა ნავმისადგომის ჰიდროტექნიკური ნაგებობების დამაბული და დეფორმაციული მდგომარეობის რიცხვითი მეთოდებით გამოკვლევა რთულ საინჟინრო გეოლოგიურ პირობებში. კერძოდ, განისაზღვრა შპუნტის დეფორმაციულ მდგომარეობაზე აკვატორიაში წყლის ჰიდროსტატიკური წნევის და გრუნტში ჩაღრმავების სიდიდეების მახასიათებლების გავლენა.
- 8) განისაზღვრა ნავსადგურის სასაწყობე ნაგებობების და ღია სივრცეების ზომები სტატისტიკური კვლევის მეთოდით. მიღებული სიდიდეები შესაბამისობაშია ტოპოგრაფიულ გეგმასა და გეოგრაფიულ ზომებთან. აღნიშნული მოდელის გამოყენება იძლევა საშუალებას კომერციული თვალსაზრისით შვაფასოთ დასაპროექტებელი ტერმინალის მუშაობა და ამ შეფასების საფუძველზე მივიღოთ გადაწყვეტილება საწყობების მოცულობის გადიდების ან სატრანსპორტო საშუალებების მწარმოებლობის გაზრდის შესახებ.

6 . გამოყენებული ლიტერატურა

1. Tellier L. N. Urban world history: An economic and geographical perspective.–PUQ, 2009,p. 308
2. Stopford M. Maritime Economics. NY. Routledge, 2009. p. 8
3. Кузнецов А.Л. Транспортный узел: к вопросу организации деятельности, 2015. с. 30
4. Сталийное время – срок, в течение которого перевозчик предоставляет судно для погрузки груза и держит его под погрузкой судна без дополнительных к фрахту платежей (сталийное время). Источник: Кодекс торгового мореплавания Российской Федерации от 30.04.1999 № 81-ФЗ (ред. от 03.07.2016).
5. Источник: Report of Maritime Transport 2016, NY and Geneva, 2016. p.36
6. European Commission. European ports: An engine for growth, 2012
7. Ferrari C. Ports and Regional Development: a European Perspective. OECD Regional Development Working Papers, 2012
8. О.Н. Григоренко, Ю.А. Кулик. Роль и место ТНК в мировой экономике и влияние на протекание мирового финансового кризиса, 2012
9. WorldInvestmentReport 2016, p.3 132
-
10. Edmond, E.D., Maggs, R.P. (1978), How useful are queue models in port investment decisions for container berths? Journal of the Operational Research Society 29(8), 741-750.
11. Guan, Y., Cheung, R.K. (2004), The berth allocation problem: models and solution methods, OR Spectrum 26, 75-92.
12. Imai, A., Nagaiwa, K., Tat, C.W. (1997), Efficient planning of berth allocation for container terminals in Asia, Journal of Advanced Transportation 31(1), pp. 75-94.
13. Imai, A., Nishimura, E., Papadimitriou, S. (2001), The dynamic berth allocation problem for a container port, Transportation Research B 35, 401 -417.
14. Imai, A., Nishimura, E., Papadimitriou, S. (2002), Berth allocation with service priority, Transportation Research Part B 37, 437-457.
15. Kim, K.H., Moon, K.C. (2003), Berth scheduling by simulated annealing, Transportation Research Part B 37, 541-560.
16. Legato, P., Mazza, R.M. (2001), Berth planning and resources optimisation at a container terminal via discrete event simulation, European Journal of Operational Research 133, 537-547.

17. Nishimura, E., Imai, A., Papadimitriou, S. (2001), Berth allocation planning in the public berth system by genetic algorithms, *European Journal of Operational Research* 131, 2822-292.
18. Avriel, M., Penn, M., Shpirer, N., Witteboon, S. (1998), Stowage planning for container ships to reduce the number of shifts, *Annals of Operations Research* 76, 55-71.
19. Avriel, M., Penn, M., Shpirer, N. (2000), Container ship stowage problem: complexity and connection to the coloring of circle graphs, *Discrete Applied Mathematics* 103, 271-279.
20. Daganzo, C.F. (1989), The crane scheduling problem, *Transportation Research B* 23(3), 159-175.
21. Kim, K.H., Park, Y.M. (2004), A crane scheduling method for port container terminals, *European Journal of Operational Research* 156, 752-768.
22. Peterkofsky, R.I., Daganzo, C.F. (1990), A branch and bound solution method for the crane scheduling problem, *Transportation Research B* 24(3), 159-172.
23. Shields, J.J. (1984), Container stowage: a computer-aided preplanning system, *Marine Technology* 21(4), 370-383.
24. Wilson, I.D., Roach, P.A. (2000), Container stowage planning: a methodology for generating computerised solutions, *Journal of the Operational Research Society* 51, 1248-1255.
25. Anonymous (1999), More AGVs for ECT, *Cargo Systems* June, 5.
26. Baker, C. (1998), High time for straddles, *Cargo Systems* October, 23-26.
27. Bose, J., Reiners, T., Steenken, D., Voss, S. (2000), Vehicle dispatching at seaport container terminals using evolutionary algorithms, *Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on Systems Sciences*.
28. Chen, Y., Leong, Y.T., Ng, J.W.C., Demir, E.K., Nelson, B.L., Simchi-Levi, D. (1998), Dispatching automated guided vehicles in a mega container terminal, paper presented at *INFORMS Montreal 1998*, Canada.
29. Evers, J.J.M., Koppers, S.A.J. (1996), Automated guided vehicle traffic control at a container terminal, *Transportation Research A* 30(1), 21-34.
30. Grunow, M., Gunther, H.O., Lehmann, M. (2004), Dispatching multi-load AGVs in highly automated seaport container terminals, *OR Spectrum* 26 211-235.
31. Meersmans, P.J.M., Vis, I.F.A., De Koster, M.B.M., Dekker, R. (1999), *FAMAS-NewCon, Een model voorkorte-termijn stacking. Modelbeschrijving*, Report Econometric Institute EI-9942/A, Erasmus University Rotterdam.

32. Meersmans, P.J.M., Wagelmans, A.P.M. (2001), Effective algorithms for integrated scheduling of handling equipment at automated container terminals, ERIM Report Series Research in Management ERS-2001-36-LIS, Erasmus University Rotterdam.
33. Bernardo De Castilho, Carlos F. Daganzo. Handling Strategies for Import Containers at Marine Terminals. The University of California Transportation Center. Transportation Research-B. 1993. - vol. 27B, no.2, pp. 151-166.
34. Cosmos. Technological Advancements in Container Terminal Management.
35. Ben Shelton. Union Pacific Railroad. May 2, 2007.
36. Anil Singh. Trends in Port Development. Ports of the Future // 4th Tai ports & Shipping.- LCB container terminal 1 Ltd. Laem Chabang Port, Chonburu, Thailand. 2002.
37. Marc Goetschalckx. Logistics Systems Design: Material Handling Systems. 21 July 2003.
38. Barbel Koppe, Birgitt Brinkmann, State of the art of handling and storage systems on container terminals, in: Chinese-German joint symposium on hydraulic and coastal engineering, Germany, Darmstadt, August 24-30, 2008.
39. ESPO. ESPO Annual Report 2006-2007. The container market // InforMare. Forum of shipping and logistics. 28 January 2009.
40. Choi, Yong Seok. Analysis of Combined Productivity of Equipments in Container Terminal. 2004.
41. Access Economics Pty Limited. Benchmarking Technology on the Australian Waterfront. Implication for Agricultural Exports:A report for the Rural Industries R&D Corporation.-August 2002.
42. Port Benchmarking for Assessing Hong Kong's Maritime Services and Associated Costs with other Major International Ports. Marine Department Planning, Development and Port Security Branch. December 2006.
43. Recent Developments and Prospects at UK Container Ports. 2005.
44. Centre for maritime studies university of Turku, Prospects and challenges, in: Shortsea shipping on the Baltic sea, Finland, Pori, 7-8 June 2006.
45. Novorossiysk Container Service Center, April 2007. (русская и английская версии)
46. ExecutiveSummary. Русский контейнерный трафик. 2004.
47. Jari Pirhonen, Development of port infrastructure in the Baltic sea region, in: Shortsea shipping on the Baltic sea, Finland, Pori, 7-8 June 2006.
48. IBI Group. Inland Container terminal Analysis. Final Report. December 12, 2006.

49. Berthing analysis // Port Everglades Master Plan Element 1- Facilities Assessment: Final report. August 23, 2001.
50. Nazery Khalid, Ahmad Fakhruddin Muda, Armi Suzana Zamil. Port Competitiveness: Swot Analysis of Malaysian Ports under Federal Port Authorities. Centre for Economic Studies and Ocean Industries. Maritime Industries. - July 2004.
51. Anton Kleywegt, Sea Cargo, Georgia Institute of Technology, May 17, 2000.
52. Robert Harrison, Miguel A. Figliozzi, C. Michael Walton. Mega-containerships and mega-containerports in the gulf of Mexico: a literature review and annotated bibliography. May 2000.
53. Ships and Harbors. Image library.2009.
54. Panamax, Post-Panamax, Capesize, etc.2005.
55. The Louis Berger Group, Inc. The Panama Canal impact on the liner container shipping industry. Appendix C: The existing and future container vessels: Final Report. October 2003.
56. David Tozer, Andrew Penfold. ULCS designing to the limit of current and projected terminal infrastructure capabilities // SCHIP en WERF de ZEE. June 2002.
57. UNCTAD. Port Development. A handbook for planners in developing countries: Second Edition, Revised and expanded / UNCTAD. New York, 1985.94.
58. Multimodal transport: The feasibility of an international legal instrument. 13 January 2003.
59. Study on the use of information technology in small ports. 12 January 2001.
60. Operating and maintenance features of container handling systems. March 1988.
65. Лапкина И.А. Совершенствование управления работой флота и портов на базе автоматного вероятностного моделирования. Текст лекций. М.: Мортехин-формреклама, 1986.-32 с.
69. Нормы технологического проектирования морских портов: РД 31.3.05-97. -М.: Гиперокс, 1998
71. Нормы технологического проектирования морских портов: РД РД 31.3.01.01-93.-М.: Гиперокс, 1993
72. РД 31.31.48-88 «Прогрессивные показатели технического уровня производства и строительных решений в проектах строительства, реконструкции и технического перевооружения морских портов»165. СНиП 11-01-1995.
73. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования №7-12/47, утв. 31.03.1994167. РД 31.82.01-1995.
74. UNCTAD Monographs on Port Management. «Port development handbook». -July 1993.

75. Кузнецов А.И. Методология технологического проектирования контейнерных центров грузораспределения: дисс.д-ра техн. Наук, 2011.

76. Погодин В. А. Обоснование оптимальных технологических параметров контейнерных комплексов: дис. . канд-та техн. наук / В. А. Погодин. Ленинград. 1989.-201 с.

79. AnyLogic 6: Материалы базовой программы тренинга. С-Пб.: Экс Джей Текнолоджис, 2008.

81. Спасский, Ярослав Борисович, Автоматизация технологического проектирования портовых терминалов на основе имитационного моделирования автореферат диссертации кандидат технических наук, Санкт-Петербург 2012 г.

.....

82. Будин В. А. Влияние упругой податливости опор на характер взаимодействия тонкостенных портовых набережных с ползучими грунтами //Сб.: Судоходные условия рек и транспортные гидротехнические сооружения (ЛИИВТ)/ Будин В. А. - Л., 1980.

83. Варгин М. Н. Определение допускаемых полосовых нагрузок на причалы с помощью ЭВМ.//Морские порты: инженерные сооружения и средства механизации./ Варгин М. Н. - М.: В/О «Мортехинформреклама», 1989. [ОИИМФ].

84. Варламов Б. Н. Длительная прочность сооружений эстакадного типа на деформирующихся во времени основаниях. Спец. 05.22.18 - морские и речные порты. Автореф. дисс. на соиск. ученой степени канд. техн. наук./ Варламов Б. Н. - Л., 1984.

85. Верниковский А. И. Определение максимальных эксплуатационных полосовых нагрузок на причальные сооружения комбинированного типа/Вопросы технической эксплуатации транспортных гидротехнических сооружений./Верниковский А. И., Сусликов Е. И. - Новосибирск, 1986, 71-76 (рус.)-

86. Грушевский Г. М. Экспериментальное и теоретическое изучение поведения грунтовых сред при ударном сжатии деформируемыми телами. Дисс. на соиск. ученой степени канд. техн. наук./ Грушевский Г. М. - Н. Новгород, ННГУ им. Лобачевского, 1993.

87. Дубровский М. П. Некоторые особенности расчета гидротехнических сооружений на грунтовом основании методом конечных элементов. Союзморниипроект, М., 1981, 15 с , библиогр. 14 назв. (Рукопись деп. В ЦВНТИ ММФ 3 ноября 1981г., №133/8).

88. Дубровский М. П. Постановка и решение упругопластической задачи определения бокового давления грунта на портовые гидротехнические сооружения.//Мор. гидротех, и механиз. перегрузоч. работ в портах/ Дубровский М. П. - М., ОИИМФ, 1992. - С. 16-22. - Рус.

89. Иванов А. В. Взаимодействие тонкой подпорной причальной стенки с обратной засыпкой, армированной гибкими полотнищами. Спец. 05.22.19 - Эксплуатация водного транспорта. Автореф. дисс. на соиск. ученой степени канд. техн. наук./ Иванов А. В. - С. Петербург, 1999.
90. Иванов П. Л. Грунты и основания гидротехнических сооружений: Учеб. для гидротехнических спец. ВУЗов. - 2-е изд., перераб. и доп./ Иванов П. Л. - М. : Высш. шк., 1999 - 447 с.
91. Кандауров И. И. Механика зернистых сред и ее применение в строительстве. 2-е изд., испр. и перераб./ Кандауров И. И. - Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1988. - 280 с , ил. ISBN 5-274-001152-1.
92. Киселев В. Ю. Разработка алгоритма упругопластического расчета заанкерованных больверков.//Резервы пропускной способности судоходных и несущей способности портовых сооружений и рационализация методов ведения путевых работ в газонефтедобывающих районах Сибири. Сб. науч. тр./Киселев В. Ю. - Л.: ЛИВР, 1988. - 113 с.
93. Коровкин В. С. Длительная прочность и долговечность эксплуатируемых сооружений (в краевых задачах) портовой гидротехники. Автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук./ Коровкин В. С. - М., МГАВТ, 1994.
94. Мороз Л. Р. О совместной работе цилиндрических стальных оболочек большого диаметра с грунтом заполнения и основания.//Технология и оборудование для свайных и буровых работ: 95. науч. тр., Всесоюз. науч.- исслед. ин-т гидромеханизации, сан.-техн. и спец. строительных работ./ Мороз Л. Р., Руденко И. И., Перлей Е. М. - Л., 1988.
96. Ничипорук О. И. Перевозка плодоовощей в опломбированных судах без проводников//Науч.-техн. информац. сб. ЦБПТИ РТ/ Ничипорук О. И., Селезнев М. В., Хохлов А. А. - 1989, вып. 7. - С. 1-7.
97. Смайл Габи Особенности работы оснований портовых сооружений из оболочек большого диаметра. Автореф. дисс. на соиск. ученой степени канд. техн. наук./ Смайл Габи - ОИИМФ, 1991.
99. Цытович П. А. Механика грунтов (краткий курс): Учебник для строительных ВУЗов. 4-е изд., перераб. и доп./ Цытович П. А. - М.: Высш. шк., 1983.
100. Pansch, H. "A Consistent Tangent Stiffness Matrix for Three Dimensional Non-Linear Contact Analysis", International Journal for Numerical Methods in Engineering, Vol.28, pp. 1803-1812 (1989).

101. Кочкурова, Наталия Викторовна Обоснование эксплуатационно-технических параметров портовых причальных сооружений, автореферат диссертации кандидат технических наук, Нижний Новгород – 2002г.
102. Вадзинский, Р.Н. Справочник по вероятностным распределениям / Р.Н. Вадзинский. – СПб.: Наука, 2001. – 295 с.
103. Вентцель, Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. – 2-е изд., стер. – М.: Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 208 с.
104. Вентцель, Е.С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения: учебное пособие / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – 5-е изд. – М.: КНОРУС, 2013. – 448 с.
105. Кобзарь, А.И. Прикладная математическая статистика / А.И. Кобзарь. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 813 с.
106. Свешников, А.А. Прикладные методы теории вероятностей / А.А. Свешников. – СПб.: Лань, 2012. – 480 с.
107. ВАЛЬКОВА Светлана Сергеевна ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ВМЕСТИМОСТИ СКЛАДА МОРСКОГО ПОРТА С ПОМОЩЬЮ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ Диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Санкт-Петербург – 2019
108. Sundarapandian, V. "7. Queueing Theory". Probability, Statistics and Queueing Theory. PHI Learning. – 2009. ISBN 8120338448.
109. Sustainable development strategies for cities and ports: monographs. – United Nation, Geneva: UNCTAD, 1996. – 125 p.
110. Swanson, S. WaveScalar / S. Swanson, K. Michelson // Proc. Of the 36th annual IEEE/ACM International Symposium on Microarchitecture. – USA, 2003. – P. 291–302.
111. Thorensen, C.A. Port designer's handbook / C.A. Thorensen. – London: Thomas Telford Limited, 2010. – 554 p.
112. Tierney K. A mathematical model of inter-terminal transportation / K. Tierney, S. Voß, R. Stahlbock // European Journal of Operational Research. – 2014. – Т. 235. – №. 2. – С. 448–460.
113. UNCTAD Monographs on Port Management. Monograph №9. Multipurpose port terminals. Recommendations for planning and management. – March 1991.

114. Van den Berg R. Hinterland strategies of port authorities: A case study of the port of Barcelona / R. Van den Berg, P.W. De Langen // *Research in Transportation Economics*. – 2011. – Vol. 33. – Is. 1. – Pp. 6–14. DOI: 10.1016/j.retrec.2011.08.002.
115. Winston, W. (1998). *Financial Models Using Simulation and Optimization*. /W. Winston. – Palisade Corporation, Newfield, NY. –Pp. 107–112.
116. Xie Y. Optimal planning for container prestaging, discharging, and loading processes at seaport rail terminals with uncertainty / Y. Xie, D.P. Song // *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. – 2018. –T. 119. –C. 88–109.
117. Yuktेशwar, K. Hu, Pakistan and the 'string of pearls' Electronic resource //Indian news rediff.com. 28.11.2006. – Electronic date. – URL: <http://in.rediff.com/news/2006/nov/28guest.htm>.