

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

გიორგი სურგულაძე

მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნესპროცესების
ავტომატიზებული მართვა

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
წარდგენილი დისერტაციის

ავტორ ე ფ ე რ ა ტ ი

სადოქტორო პროგრამა „ინფორმატიკა“
შიფრი 0401

თბილისი
2017 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტში
ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტი
მართვის ავტომატიზებული სისტემების (პროგრამული ინჟინერიის)
დეპარტამენტი

ხელმძღვანელი: ტ.მ.დ., პროფ. გიორგი გოგიჩაიშვილი

რეცენზენტები: პროფ. თეიმურაზ სუხიაშვილი (სტუ)
ასოც.პროფ. დავით გულუა (სამხედრო აკადემია)

დაცვა შედგება 2017 წლის „ 12 ” ივლისს, 15.00 საათზე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის
სისტემების ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს კოლეგიის
სხდომაზე, კორპუსი IV, აუდიტორია 401
მისამართი: 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,
ხოლო ავტორეფერატისა - ფაკულტეტის ვებგვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი, პროფ. თინათინ კაიშაური

ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

თემის აქტუალურობა. ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების სფერო (საზღვაო, სარკინიგზო, ავტოსატრანსპორტო, საჰაერო და შიგა წყლების გადაზიდვები) პროგრესულად ვითარდება მთელ მსოფლიოში და მისი ეფექტური მენეჯმენტის განხორციელება დიდადაა დამოკიდებული შესაბამისი ბიზნესპროცესების ავტომატიზაციაზე, რაც უდავოდ აქტუალური სამეცნიერო-პრაქტიკული მიმართულებაა როგორც საერთაშორისო თვალსაზრისით, ასევე კონკრეტულად საქართველოს სატრანსპორტო-სატრანზიტო დერეფნის გაფართოების თვალსაზრისით.

შეიძლება ითქვას, რომ საქართველოში ტვირთების გადაზიდვის (მათ შორის მულტიმოდალურის) აღრიცხვის პრობლემები საკმაოდ დიდია. არ არსებობს ერთიანი სისტემა (მონაცემთა ბაზა) საქართველოში შემომავალი და გამავალი (სატრანზიტო) ტვირთების ზუსტი აღრიცხვისათვის და შესაბამისად, ამ პრობლემების გადაწყვეტის მექანიზმები. სტატისტიკური ან სხვა სააღრიცხვო წყაროების არსებობის დეფიციტი აშკარაა.

ამ თვალსაზრისით შესწავლილია რეალური მდგომარეობა და ნაშრომში გაანალიზებულია ის პრობლემები და ამოცანები, რომელთა გადაწყვეტა მნიშვნელოვან სარგებლობას მოუტანს ჩვენ ქვეყანას თავისი აქტუალური გეოგრაფიული მდებარეობის გათვალისწინებით.

სატრანსპორტო გადაზიდვების სფეროში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ლოგისტიკას და ლოგისტიკის მენეჯმენტს. ლოგისტიკურმა სისტემამ უნდა მოიცვას და შეათანხმოს პროდუქციის წარმოების, შესყიდვების, განაწილების და ტრანსპორტირების პროცესები და აგრეთვე იყოს საფუძველი სტრატეგიული დაგეგმვისა და პროგნოზირების დროს. ლოგისტიკის თეორიისა და პრაქტიკის განვითარების თანამედროვე ინტეგრაციის ეტაპზე უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება ორ ძირითად საკითხს – ლოგისტიკურ მენეჯმენტს და მიწოდებათა ჯაჭვების მართვას (Supply Chain Management - SCM). ეს უკანასკნელი არის ინტეგრალური ლოგისტიკური კონცეფციის ბუნებრივი გაგრძელება და განვითარება ფუნქციათა და

ორგანიზაციათაშორისი ლოგისტიკური კოორდინაციის თვალსაზრისით. პროგრამული SCM – დანართები არსებობს მართვის ყველა მოწინავე ინტეგრირებულ კორპორაციულ მართვის სისტემებში (მაგალითად, ERP).

დღეისათვის შექმნილია და კვლავაც ვითარდება საწარმოო მენეჯმენტის ავტომატიზებული სისტემების ისეთი პროგრამული პაკეტები, როგორცაა ERP (Enterprise Resource Planning-ბრიტანეთი, აშშ და სხვ.), SAP (System Analysis and Program Development-გერმანია), CRM(Customer relationship management - მაიკროსოფტი, ორაკლე და სხვ.), „1C: Предприятие” (რუსეთი) და ა.შ. საქართველოში მსგავსი სისტემების პროგრამული პაკეტების გამოყენება იწვევს, მაგ., სააქციო საზოგადოებაში „საქართველოს რკინიგზა“ (SAP), კერძო პროგრამული კომპანიების მიერ, მაგ., ORIS (სისტემა „ორის მენეჯერი“), BIT, ApexERP სისტემა, Infinati და სხვ.

სამუშაოს მიზანია მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნეს-პროცესების მენეჯმენტის მხარდამჭერი კომპიუტერული სისტემის აგება და კვლევა თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიების საფუძველზე. ამ მიზნის მისაღწევად ნაშრომში შემოთავაზებულია შემდეგი **ამოცანები**:

- საზღვარგარეთის მოწინავე გამოცდილების და საქართველოში არსებული მდგომარეობის შესწავლა მულტიმოდალური გადაზიდვების პროცესების მენეჯმენტის შესახებ;

- მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნეს-პროცესების სისტემური, ობიექტ-ორიენტირებული და პროცეს-ორიენტირებული ანალიზის ჩატარება, ბიზნეს-წესების კლასიფიკაცია და ასაგები სისტემის ფუნქციონალური მოთხოვნების განსაზღვრა BPMN და UML-ის პრეცედენტებისა და აქტიურობათა დიაგრამების საფუძველზე;

- მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნეს-პროცესების ძირითადი როლების (კლიენტი, ექსპედიტორი და გადამზიდავი) ფუნქციონალური ფორმალიზაცია საერთაშორისო და ადგილობრივი კანონმდებლობისა და ნორმატივების საფუძველზე. მათი ავტომატიზებულ რეჟიმში მუშაობის სცენარების აგება UML-ის მიმდევრობითობის დიაგრამების საფუძველზე;

- ტვირთის გადაზიდვის პროცესებში შესაძლო რისკების ანალიზი;

- მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნეს-პროცესების მხარდამჭერი კომპიუტერული სისტემის ინფრასტრუქტურის განსაზღვრა, მონაცემთა

ბაზების, მონიტორინგის და გადაწყვეტილების მიღების ბლოკების ერთობლიობით;

- ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების პროცესების მართვის ავტომატიზაცია მონაცემთა ლოგიკურად ერთიანი განაწილებული ბაზის საფუძველზე CASE ტექნოლოგიებით, ობიექტ-როლური (ORM) და არსთა დამოკიდებულების მოდელირების (ERM) ინსტრუმენტებით;

- მულტიმოდალური გადაზიდვების უნიფიცირებული დინამიკური პროცესების სტანდარტული და არასტანდარტული სიტუაციების მდგომარეობათა დიაგრამების (Statechart-D) ანალიზი და დაპროექტება მათი შემდგომი კვლევისათვის პეტრის კლასიკური და ფერადი ქსელების იმიტაციური მოდელირების გრაფო-ანალიზური მათემატიკური აპარატით;

- დაპროექტებული სისტემის დემოვერსიის პროგრამული რეალიზაცია კორპორაციული სისტემის სერვის-ორიენტირებული არქიტექტურის საფუძველზე. დაპროგრამების *ჰიბრიდული* ტექნოლოგიების (WPF, WCF) გამოყენებით მომხმარებელთა მოქნილი ინტერფეისების აგება მონაცემთა დამუშავებისა და დისტანციურად გადაცემის სერვისებით *მობილური* ტექნოლოგიების ბაზაზე (MsSharePoint). მონაცემთა ბაზასთან მიმართვის ღრუბლოვანი სერვისების აგება კორპორაციული ვებ-პორტალისათვის.

კვლევის ობიექტი. ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების სახელმწიფო და კერძო სტრუქტურათა ორგანიზაციები, ექსპედიტორული და ოპერატიული მართვის დეპარტამენტები. ტვირთების საერთაშორისო გადაზიდვების მონიტორინგის, საფინანსო და სადაზღვევო კომპანიების, საზღვაო პორტებისა და აეროპორტების სასაწყობო მეურნეობათა სამსახურები და სხვ.

კვლევის მეთოდები. ბიზნეს-პროცესების სისტემური, ობიექტ-ორიენტირებული, პროცეს-ორიენტირებული და სერვის-ორიენტირებული მოდელირების, ანალიზისა და დაპროექტების მეთოდები. ობიექტების უნიფიცირებული მოდელირების მეთოდოლოგია (BPMN, UML). საწარმოო რესურსების ავტომატიზებული მართვის სისტემები (ERP, CRM, SAP),

მონაცემთა განაწილებული ბაზების თეორია, პეტრის კლასიკური და ფერადი ქსელების იმიტაციური მოდელირების მათემატიკური აპარატი, დაპროგრამების ახალი ჰიბრიდული და მობილური ტექნოლოგიები.

ნაშრომის ძირითადი შედეგები და მეცნიერული სიახლე. სადისერტაციო ნაშრომის ფარგლებში შესწავლილ იქნა ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნეს-პროცესების მენეჯმენტის საერთაშორისო გამოცდილება, ჩატარდა ამ სფეროში ტრანსპორტირების სახეების კლასიფიკაცია მათი დადებითი და ნაკლოვანი მხარეების გამოვლენით, გაანალიზებულ იქნა საქართველოში ტვირთების მოძრაობის აღრიცხვის არსებული სისტემის მდგომარეობა.

პირველად დისერტაციაში კომპლექსურად იქნა გამოკვლეული ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნეს-პროცესების ობიექტ-ორიენტირებული და პროცეს-ორიენტირებული მოდელები, უნიფიცირებული მოდელირების UML ტექნოლოგიით შეიქმნა საკვლევი სისტემის პრეცედენტების და აქტიურობათა (ქმედებათა) დიაგრამების ერთობლიობა, აგრეთვე ავტომატიზებული სისტემის მომხმარებელთა ინტერაქტიული პროცედურების სცენარები მიმდევრობითობის დიაგრამების სახით. შემუშავდა ასევე კლასთა-ასოციაციისა და ობიექტების სტანდარტული და არასტანდარტული მდგომარეობების მოდელები.

განხორციელა მულტიმოდალური გადაზიდვების აგებული დინამიკური ბიზნეს-პროცესების მოდელების კვლევა პეტრის კლასიკური და ფერადი ქსელების გრაფო-ანალიზური ინსტრუმენტების საშუალებით, იმიტაციური მოდელირების რეჟიმში.

მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნეს-პროცესების მენეჯმენტისა და მონიტორინგის სისტემისათვის დაპროექტდა მონაცემთა განაწილებული MsSQL Server 2014 ბაზები CASE/ORM ტექნოლოგიის საფუძველზე, პროგრამული რეალიზაცია კი განხორციელდა დაპროგრამების ახალი ჰიბრიდული (WPF,WCF) და მობილური ტექნოლოგიებით Ms Visual Studio .NET Framework 4.5 -ის ბაზაზე.

შედეგების გამოყენების სფერო. დისერტაციის შედეგებს აქვს განსაკუთრებული პრაქტიკული ღირებულება ჩვენი ქვეყნის ეკონომიკური და ფინანსური სტაბილურობის სრულყოფის მიზნით. ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების (საზღვაო-, საჰაერო და სახმელეთო ტრანსპორტირების) საადრიცხვო სისტემის მოგვარება მეტად მნიშვნელოვანია ევროპა-აზია-რუსეთის გზაჯვარედინზე მდებარე საქართველოსთვის. კერძოდ, ჩვენი შედეგები შეიძლება გამოიყენოს სს „საქართველოს რკინიგზამ“, ტვირთების გადაზიდვის საერთაშორისო და ადგილობრივმა ფირმებმა, რომლებიც საკმარისადაა საქართველოშიც.

ნაშრომის აპრობაცია და პუბლიკაციები. დისერტაციის ძირითადი შინაარსი მოხსენებული იყო ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის მართვის ავტომატიზებული სისტემების კოლეგიის სამეცნიერო სემინარების სხდომებზე. ნაშრომის გარკვეული შედეგები წარდგენილი იყო საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკურ კონფერენციებზე:

- III და IV საერთ. სამეცნ.კონფ. „კომპიუტინგი/ინფორმატიკა, განათლების მეცნიერებები“, ბათუმი, 2014, თბილისი 2016;

- ივ. ფრანგიშვილის 85-ე წლ.მიძღვ. საიუბილეო საერთ. კონფ. „საინფორმაციო და კომპიუტერული ტექნოლოგიები, მოდელირება და მართვა“; 2015

- VII და VIII საერთაშ. სამეცნ.-პრაქტიკული კონფ.: „ინტერნეტი და საზოგადოება“. აკ. წერეთლის სახ. უნივერსიტეტი, 2014 და 2017;

- XXVII Intern. Conf. “Problems of Decision Making under Uncertainties”. კიევის ტარას შევჩენკოს ეროვნული უნივერსიტეტი, კიევი. 2016.

პუბლიკაციები: დისერტაციის ძირითადი შედეგები გამოქვეყნებულია 18 სამეცნიერო ნაშრომში, მათ შორის 2 მონოგრაფია და 1 სახელმძღვანელო (თანაავტორობით). ნაშრომების ჩამონათვალი მოყვანილია ავტორეფერატის ბოლოს.

სადისერტაციო ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა.

სადისერტაციო ნაშრომი მოიცავს 156 ნაბეჭდ გვერდს. იგი შედგება შესავლის, ხუთი თავის, დასკვნების და 57 გამოყენებული ლიტერატურის სიისგან. ნაშრომში წარმოდგენილია 5 ცხრილი და 77 ნახაზი.

დისერტაციის მოკლე შინაარსი

შესავალში გადმოცემულია დისერტაციის ზოგადი დახასიათება, თემის აქტუალურობა, მიზანი და გადასაწყვეტი ამოცანები, სამეცნიერო სიახლე და პრაქტიკული ღირებულება. აგრეთვე ნაშრომის მოკლე შინაარსი.

დისერტაციის პირველ თავში გადმოცემულია ლიტერატურული წყაროების ანალიზი მულტიმოდალური გადაზიდვების საერთაშორისო პრაქტიკის შესახებ. აგრეთვე დისერტაციის ავტორის საქმიანი გამოცდილების პრაქტიკული მოღვაწეობის ანალიზის შედეგები საქართველოს რკინიგზაში, თბილისში არსებული ფრანგული და არაბული ქვეყნების ტვირთების გადაზიდვის კერძო ფირმებში (როგორც გადაზიდვების მენეჯერის, ექსპედიტორის თანამდებობაზე მუშაობისას).

მულტიმოდალური გადაზიდვა გულისხმობს ორი ან მეტი ტრანსპორტის სახეობის გამოყენებას ერთიანი გადაზიდვის პროცესში. ამიტომაც, უპირველეს ყოვლისა ჩატარდა ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების სფეროს ბიზნეს-პროცესების ანალიზი, კლასიფიცირებულ იქნა საზღვაო, სარკინიგზო, ავტო, საჰაერო და შიგა წყლების ტრანსპორტის სახეები და განისაზღვრა მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეები.

არ უნდა ჩავთვალოთ, რომ რადგან გადაზიდვა მულტიმოდალურია, იგი რაიმენაირად ამცირებს იმ რისკებს, რომლებიც ინტეგრირებულია თითოეული, ცალკეული სახეობის ტრანსპორტის გამოყენებაში.

ტვირთების გადამზიდვან ორგანიზაციებს ექსპედიტორებს უწოდებენ. ასეთი ტიპის კომპანიების ძირითად საქმიანობა ტვირთების ექსპედიტირებაა. საყოველთაოდ მიჩნეულია, რომ საექსპედიტორო სფერო მსოფლიოში მასშტაბით ხასიათდება როგორც მაღალფრაგმენტირებული, მრავალი მონაწილითა და მათ შორის სხვადასხვა სახის ურთიერთქმედებით.

ექსპედიტორი კომპანიების საქმიანობის უმეტესი ნაწილი სრულდება ქალაქებში, ვინაიდან საოპერაციო საქმიანობაში გამოიყენება დიდი რაოდენობით საერთაშორისო თუ ადგილობრივი დოკუმენტაცია, რაც შეუძლებელს ხდის აღნიშნული ტიპის საქმიანობის გვერდის ავლას.

ექსპედიტორულ საქმიანობას ახასიათებს აგრეთვე მრავალი ოპერაციული პროცედურის შესრულება, რასაც ხშირად საჭიროზე მეტი დრო მიაქვს, ისევე და ისევე გამომდინარე იქიდან, რომ მასში ფიგურირებს დიდი

რაოდენობით დოკუმენტებთან დაკავშირებული საქმიანობა. რაც შეეხება ექსპედიტორის საქმიანობას გარე ორგანიზაციებთან (მაგალითად, მწარმოებლები, მიმწოდებლები, დამკვეთები, დისტრიბუტორი თუ სხვა), არც აქ არის საქმე სახარბიელოდ, რადგან არა მარტო საქართველოში, არამედ ბევრ სხვა, განვითარებულ ქვეყანაშიც კი სიტუაცია საკმაოდ მძიმეა იმ თვალსაზრისით, რომ დღემდე არ ეთმობა სათანადო ყურადღება იმას, რომ ექსპედიტორებსა და სხვა კომპანიებს შორის ხორციელდებოდეს შეუფერხებელი და საიმედო ელექტრონული სახით ინფორმაციის მიმოცვლა.

აღნიშნული ვითარებაა სწორედ მიზეზი იმისა, რომ ოპერაციულ საქმიანობაში ხშირია არაეფექტური გადაწყვეტილებები, რაც პროაქტიული და ინფორმაციაზე დაყრდნობით გადაწყვეტილებების მიღების სფეროში დამაბრკოლებელ ფაქტორად გვევლინება.

ტრანსპორტირების სახეობები (სახმელეთო, საზღვაო, საჰაერო) ერთმანეთისგან განსხვავდება როგორც ტექნიკური, ასევე ეკონომიკური თვალსაზრისით. ამასთანავე, ვინაიდან არ არსებობს იდეალური ტრანსპორტის სახეობა, საერთაშორისო გადაზიდვების სფეროში ხშირად ჩნდება კითხვები იმის შესახებ, თუ ტრანსპორტირების რომელი სახეობის, ან სახეობათა კომბინაციის გამოყენება არის მიზანშეწონილი კონკრეტული გადაზიდვის პირობებში.

აღნიშნულთან დაკავშირებით, გადაწყვეტილებების მიღებისას მოქმედებს მრავალი ფაქტორი, რომლებიც ეხმარება მენეჯერს მიიღოს ოპტიმალური გადაწყვეტილება, ასეთ ფაქტორებს შორისაა:

- გადაზიდვის ღირებულება;
- ტვირთის ღირებულება;
- გადაზიდვის დრო;
- გადაზიდვების საიმედოობა;
- გადაზიდვის რეგულარული ხასიათი;
- მოცემული ტრანსპორტის სახეობის ტერიტორიალური ხელმისაწვდომობა, და ა.შ.

გადაზიდვის განხორციელებისას, ტრანსპორტის სახეობის შეფასება ზოგადად ხორციელდება სფეროში ექსპერტული ცოდნისა და გამოცდილების გამოყენების საფუძველზე. იმისათვის, რომ გავიაზროთ თუ

რა უარყოფითი თუ დადებითი თვისებები და შესაბამისი რისკები ახასიათებს თითოეული ტრანსპორტის სახეობას. წინამდებარე თავში მოცემულია ამ საკითხის დეტალური კრიტიკული ანალიზის შედეგები.

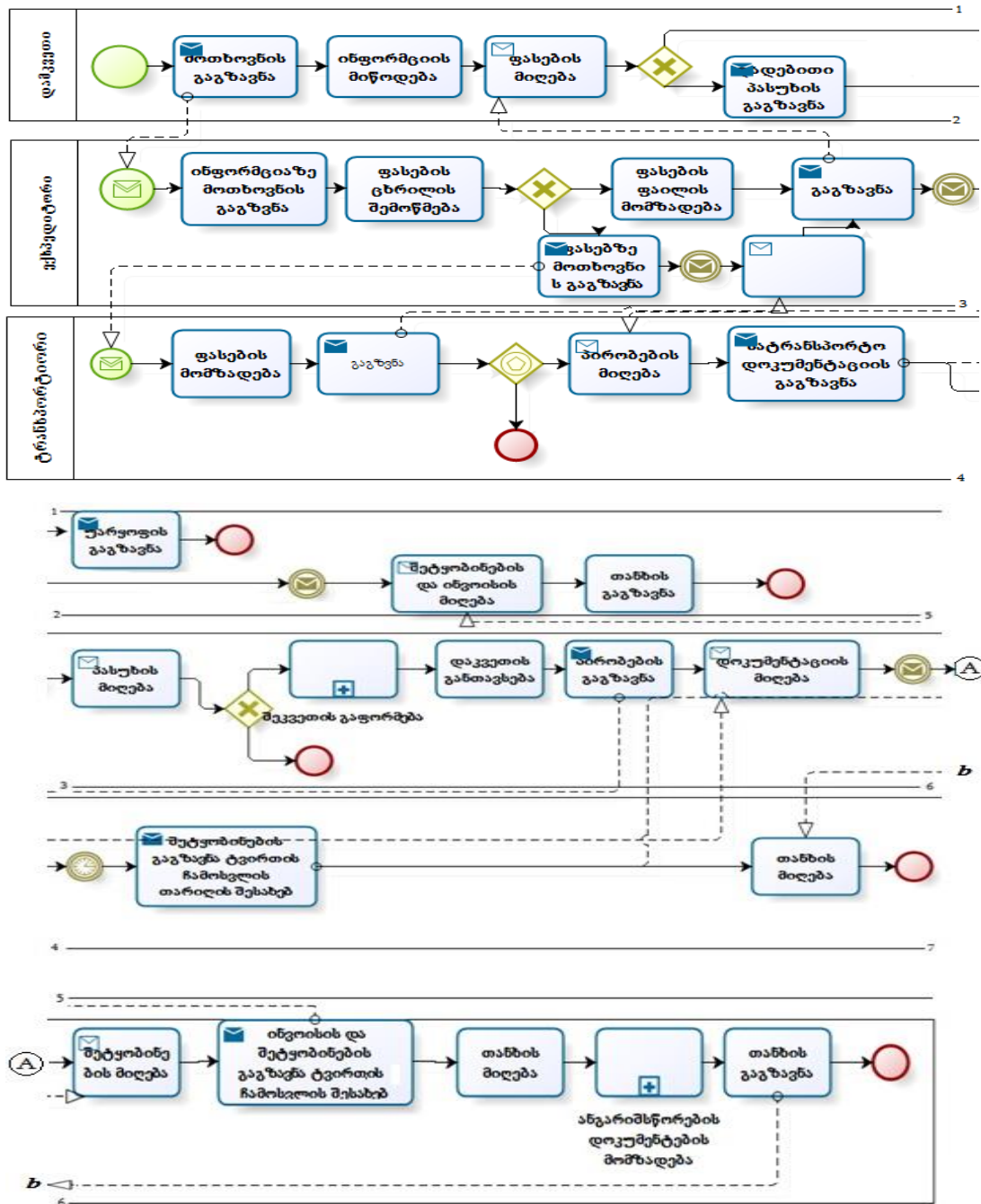
წარმოდგენილი საკითხის ინფორმაციული სირთულის საილუსტრაციოდ შეიძლება ასეთი ციტატა განვიხილოთ: „საბერძნეთის მფლობელობაში მყოფი ხომალდი, აგებული სამხრეთ კორეაში, შესაძლოა იყოს ჩარტერირებული დანიური ოპერატორის მიერ, რომელიც ქირაობს ფილიპინელ მეზღვაურებს კვიპროსული დაქირავების სააგენტოს მეშვეობით. იგი დარეგისტრირებულია პანამაში, დაზღვეულია დიდ ბრიტანეთში და ახდენს გერმანიაში წარმოებული ტვირთის ტრანსპორტირებას შვეიცარიული გადაზიდვის სახელით დანიის ერთ-ერთი პორტიდან არგენტინის მიმართულებით, ტერმინალების გავლით, რომლებსაც ჰონგკონგელი და ავსტრალიელი პორტის ოპერატორები კონცესიის უფლებით განკარგავენ“.

მონაცემთა ბაზა, რომელიც უნდა აიგოს მულტიმოდალური გადაზიდვებისათვის, მათ შორის საზღვაო ტრანსპორტის ოპერატიული მართვის მიზნით, საკმაოდ რთულ და დიდი სისტემების კლასს მიეკუთვნება. უდავოა, რომ ასეთი ბაზების დაპროექტება, აგება, და ინფორმაციის დამუშავების შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფის შექმნა და სისტემის თანხლება საკმაოდ კომპლექსური, არატრივიალური ამოცანაა.

მულტიმოდალური გადაზიდვების მენეჯმენტის ბიზნესპროცესების ავტომატიზაციის ამოცანის გადასაწყვეტად, ინფორმაციული და ფუნქციონალური მოთხოვნილებების დასაგენად, ნაშრომში შემოთავაზებულია ექსპედიტორული სამსახურის და ოპერატორ-მენეჯერის ფუნქციების ობიექტ-ორიენტირებული და პროცეს-ორიენტირებული მოდელების აგება ბიზნეს-პროცესების მოდელირების ნოიტაციით (BPMN).

1-ელ ნახაზზე მოცემულია ტვირთების გადაზიდვის ოპერატიული მართვის ბიზნესპროცესის BPMN მოდელი. გამოყენებულ იქნა Bizagi Process modeler ინსტრუმენტი.

„პროცესში მონაწილეობს სამი ძირითადი როლი: დამკვეთი, ექსპედიტორი და ტრანსპორტიორი.



ნახ.1. ტვირთის გადაზიდვის პროცესის დიაგრამა

ექსპედიტორი ამოწმებს თუ აქვს უკვე დამუშავებული (არსებული ფასების ბაზაში თუ იძებნება) ყველა საჭირო ფასი. თუ აქვს, მაშინ იგი ამზადებს კოტირების ფაილს (Quotation) და უგზავნის პასუხს ელ-ფოსტით დამკვეთს. შესაბამისად დამკვეთი განიხილავს წინადადებას და გასცემს დადებით ან უარყოფით პასუხს. ექსპედიტორს თუ არ აქვს მზად ფასები, იგი უკავშირდება ტრანსპორტიორებს და/ან აგენტებს (Carrier/Agent) და აზუსტებს ფასებს.

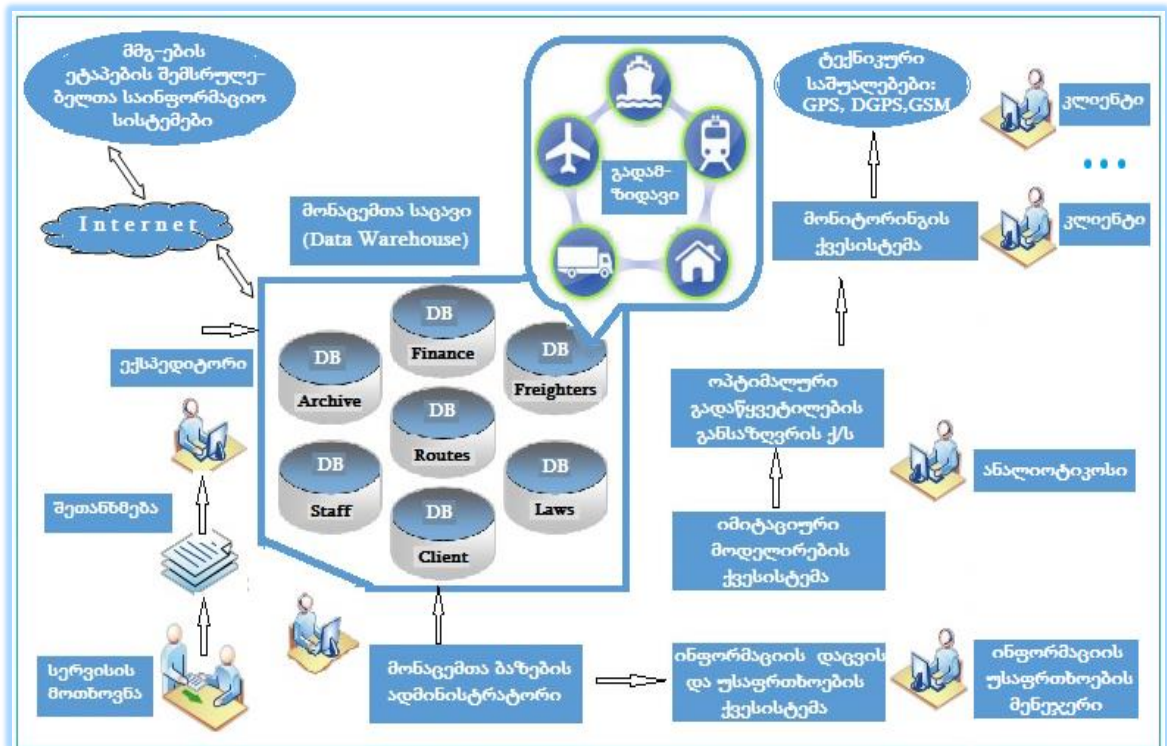
ტრანსპორტიორი/აგენტი ამზადებს და უზრუნველყოფს კოტირებას ექსპედიტორს. ექსპედიტორი მიღებულ ფასებს ამუშავებს და უზრუნველყოფს ელ-ფოსტით კოტირების ფაილს დამკვეთს. მას შემდეგ, რაც დამკვეთი დადებით პასუხს გასცემს ექსპედიტორს, ხდება შეკვეთის გაფორმება (გადაზიდვის ინიცირების საფუძველი შეიძლება გახდეს უბრალო მიმოწერა ელ-ფოსტაზე, გადაზიდვის დაკვეთის ორდერის გაფორმების გარეშე). ექსპედიტორი ათავსებს დაკვეთას და უთანხმდება გადაზიდვის პირობებზე ტრანსპორტიორს/აგენტს, რომელიც თავის მხრივ სატრანსპორტო დოკუმენტაციას ათანხმებს ექსპედიტორთან, რომელსაც შემდგომ უზრუნველყოფს (B/L, CMR, AWB, RWB თუ სხვა). როცა ტვირთი მიუახლოვდება დანიშნულების ადგილს, ტრანსპორტიორი/აგენტი უზრუნველყოფს ექსპედიტორს შეტყობინებას ტვირთის ჩამოსვლის თარიღის მითითებით, რათა მან დროულად მოახდინოს დამკვეთის გაფრთხილება. ექსპედიტორი უზრუნველყოფს დამკვეთს ტვირთის სავარაუდო ჩამოსვლის შეტყობინებას, თარიღის მითითებით. ექსპედიტორი ამზადებს და უზრუნველყოფს დამკვეთს გადაზიდვის ანგარიშს (ინვოისს).

დამკვეთი იღებს შეტყობინებას და უკავშირდება ექსპედიტორს, რათა გამოართვას ტვირთის ორიგინალი დოკუმენტები (კომერციული ინვოისი, სატრანსპორტო დოკუმენტაცია, წარმომავლობის სერტიფიკატი და სხვა).

ექსპედიტორის ფინანსური დეპარტამენტი განიხილავს ინვოისს, ახდენს ანგარიშსწორების პროცესის მიდევნებას და თანხის მიღების შემდეგ ამოწმებს მის სისწორეს. შემდეგ კი ახდენს ტრანსპორტიორებთან და აგენტებთან ანგარიშსწორებას“.

პროდუქციის იმპორტიორი და ტვირთების გადაზიდვის ფორმების ბიზნეს-პროცესების მოდელირება BPMN სტანდარტების საფუძველზე საშუალებას იძლევა აგებულ იქნას ოპერატიული მართვის პროცესების იმიტაციური მოდელები და ჩატარდეს ექსპერიმენტები გადაწყვეტილების მიღების პროცესის შემდგომი სრულყოფის მიზნით. თავის ბოლოს მოცემულია სატრანსპორტო გადაზიდვების დინამიკური პროცესების კვლევებისათვის პეტრის კლასიკური და ფერადი პეტრის ქსელების გრაფიკული ინსტრუმენტის (PetNet++, CPN) გამოყენების კონცეფცია.

მეორე თავში წარმოდგენილია მულტიმოდალური გადაზიდვების მართვის საინფორმაციო სისტემის ინფრასტრუქტურა და ფუნქციონალურ მოთხოვნილებათა ერთობლიობა (ნახ.2). ამ მიზნით ჩატარდა საპრობლემო სფეროს ინფორმაციულ-სტრუქტურული და ობიექტ-ორიენტირებული ანალიზი. შემუშავებულ იქნა მართვის საინფორმაციო სისტემის აგების კონცეფცია.



ნახ.2. მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნესპროცესების მართვის საინფორმაციო სისტემის ინფრასტრუქტურის სქემა

- GPS - გლობალური ადგილმდებარეობის განმსაზღვრელი სისტემა,
- DGPS - დიფერენცირებული გლობალური ადგილმდებარეობის განმსაზღვრელი სისტემა,
- GSM - გლობალური სისტემა მობილური კომუნიკაციისთვის

როგორც ექსპედიტორ-მენეჯერის ფუნქციური ამოცანების ფორმალიზაციამ და ბიზნესპროცესების მოდელირებამ გვიჩვენა, ტვირთების გადაზიდვის ასეთი კომპლექსური, საერთაშორისო კანონმდებლობაზე დაფუძნებული სისტემა არის საკმაოდ რთული და დიდი სისტემა, რომლისთვისაც დამახასიათებელია, ერთი მხრივ, აღნიშნული პროცესების რეალიზაციისათვის მრავალფეროვანი ტექნიკურ-ტექნოლოგიური რესურსების ინფრასტრუქტურის არსებობა და, მეორე მხრივ, ორგანიზაციული, სამართლებრივი, ფინანსური და საკადრო უზრუნველყოფათა მხარდაჭერა.

თანამედროვე საკომუნიკაციო ტექნიკისა და ინფორმაციული ტექნოლოგიების ბაზაზე სულ უფრო ვითარდება და იხვეწება ასეთი დიდი მასშტაბების მქონე ტრანსპორტირების უსაფრთხო მხარდამჭერი სისტემების შექმნა.

მულტიმოდალური გადაზიდვების მხარდამჭერი კომპიუტერული სისტემა უნდა დაეხმაროს ტრანსპორტირების ორგანიზატორს სწორედ ისეთი ამოცანების გადაჭრაში, როგორებიცაა:

- გემებისა და სარკინიგზო ვაგონების მოცდენის დროის მაქსიმალური შემცირება;
- დატვირთვა-დაცლის მექანიზმების მაქსიმალური გამოყენება (ამწე-კრანები, სპეცმაქანები და სხვ.);
- პორტის სატრანზიტო დროის მაქსიმალურად ეფექტურად მართვა.

ზოგადად კი ტვირთის, რაც შეიძლება სწრაფად და იაფად მიწოდება გადაზიდვის ჯაჭვით გათვალისწინებული მომდევნო სატრანსპორტო საშუალებისთვის.

ქვემოთ მოცემული გვაქვს მულტიმოდალური გადაზიდვების პროცესის ინფრასტრუქტურის ძირითადი ობიექტების და მათი თვისებების (ატრიბუტების) სემანტიკური აღწერა, რაც მომავალში გამოყენებულ იქნება ავტომატიზებული სისტემის მონაცემთა ბაზების ასაგებად.

კლიენტი - იდენტიფიკატორი, დასახელება/ვინაობა, იურიდიული/ფიზიკური პირი, მისამართი, ტელეფონი, ელ_მისამართი და სხვა;

ტვირთი - იდენტიფიკატორი, ტიპი, მდგომარეობა, შეფუთვის ტიპი, ერთეულის ზომები (სიგრძე, სიგანე, სიმაღლე), ერთეულის მოცულობა, ჯამური მოცულობა, ერთეულის წონა, ერთეულის რაოდენობა, ჯამური წონა, უსაფრთხოობა, საბაჟო კოდი, გამგზავნი, მიმღები, გადაზიდვის ხელშეკრულების იდენტიფიკატორი და სხვა;

მიმწოდებელი - იდენტიფიკატორი, დასახელება, იურიდიული/ფიზიკური პირი, მისამართი, ტელეფონი, ელ_მისამართი, ფაქსი, ტრანსპორტის სახე და სხვა;

გემი - იდენტიფიკატორი, ტიპი, კრანით/უკრანო, მდგომარეობა, სასაწყობო ლიმიტი, ტვირთამწეობა, ტვირთმოცულობა, ადგილმდებარეობა, მიმწოდებლის იდენტიფიკატორი და სხვა;

თვითმფრინავი - იდენტიფიკატორი, ტიპი, მდგომარეობა, ტვირთმოცულობა, გადასაზიდი ერთეულის დასაშვები ზომები (სიგრძე, სიგანე, სიმაღლე), მიმწოდებლის იდენტიფიკატორი, ადგილმდებარეობა და სხვა;

ავტოტრანსპორტი - იდენტიფიკატორი, ტიპი, მდგომარეობა, ტვირთმოცულობა, გადასაზიდი ერთეულის დასაშვები ზომები (სიგრძე, სიგანე, სიმაღლე), გადასაზიდი ერთეულის დასაშვები წონა, მაქსიმალური დატვირთვა, ადგილმდებარეობა, მიმწოდებლის იდენტიფიკატორი, და სხვა;

სარკინიგზო სატვირთო ვაგონი - იდენტიფიკატორი, ტიპი, ტვირთამწეობა, მოცულობა, დასაშვები დატვირთვა, ადგილმდებარეობა, მიმწოდებლის იდენტიფიკატორი, მდგომარეობა და სხვა;

საწყობი - იდენტიფიკატორი, სახე, ფართობი, სართული, დაკავებულობის პროცენტი, დასაშვები დატვირთვა, ადგილმდებარეობა, მისამართი, მიკუთვნება რაიონზე და სხვა;

გადაზიდვის ხელშეკრულება კლიენტთან - იდენტიფიკატორი, საწყისი მდებარეობა, თარიღი_1, საბოლოო მდებარეობა, თარიღი_2, გადაზიდვის ღირებულება, გადახდილი თანხა, გადახდის_თარიღი, მდგომარეობა და სხვა;

გადაზიდვის ხელშეკრულება ტრანსპორტის მიმწოდებელთან - იდენტიფიკატორი, ტვირთის_იდენტიფიკატორი, მიმწოდებლის_იდენტიფიკატორი, ტვირთის საწყისი მდებარეობა, თარიღი_1, ტვირთის მიტანის მისამართი, თარიღი_2, გადაზიდვის ღირებულება, გადახდილი თანხა, გადახდის_თარიღი, მდგომარეობა და სხვა;

გადაზიდვის მარშრუტი - იდენტიფიკატორი, საწყისი პოზიცია (ქალაქი/ქვეყანა), გასვლის პუნქტი/ლოკაცია, ტრანზიტული დანიშნულებ(ებ)ის ადგილი, საბოლოო_პოზიცია (ქალაქი/ქვეყანა), შესვლის პუნქტი/ლოკაცია, მანძილი, ტრანზიტის დრო (გეგმიური), ტრანზიტის დრო (ფაქტობრივი) და სხვა;

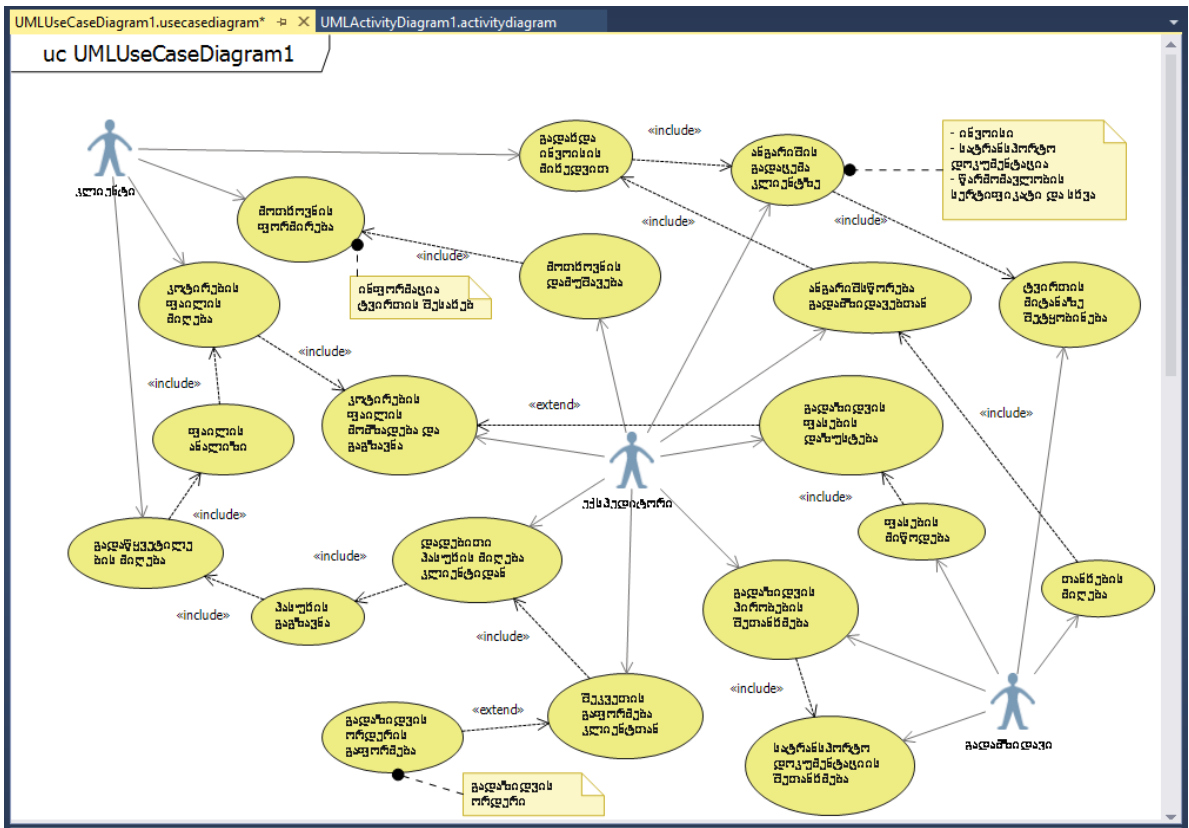
გადაზიდვის პირობა - იდენტიფიკატორი, პირობა დატვირთვის ადგილას, პირობა დანიშნულების ადგილას (საერთაშორისო გადაზიდვის პირობები - INCOTERMS) და ა.შ.

აღნიშნული ობიექტების და მათი თვისებების საფუძველზე აგებულია მულტიმოდალური გადაზიდვების საპრობლემო სფეროს კონცეპტუალური მოდელები და რეალური მონაცემთა ბაზა, აგრეთვე მომხმარებლის ინტერფეისი მონაცემთა ბაზასთან სამუშაოდ და მისი განახლების მიზნით.

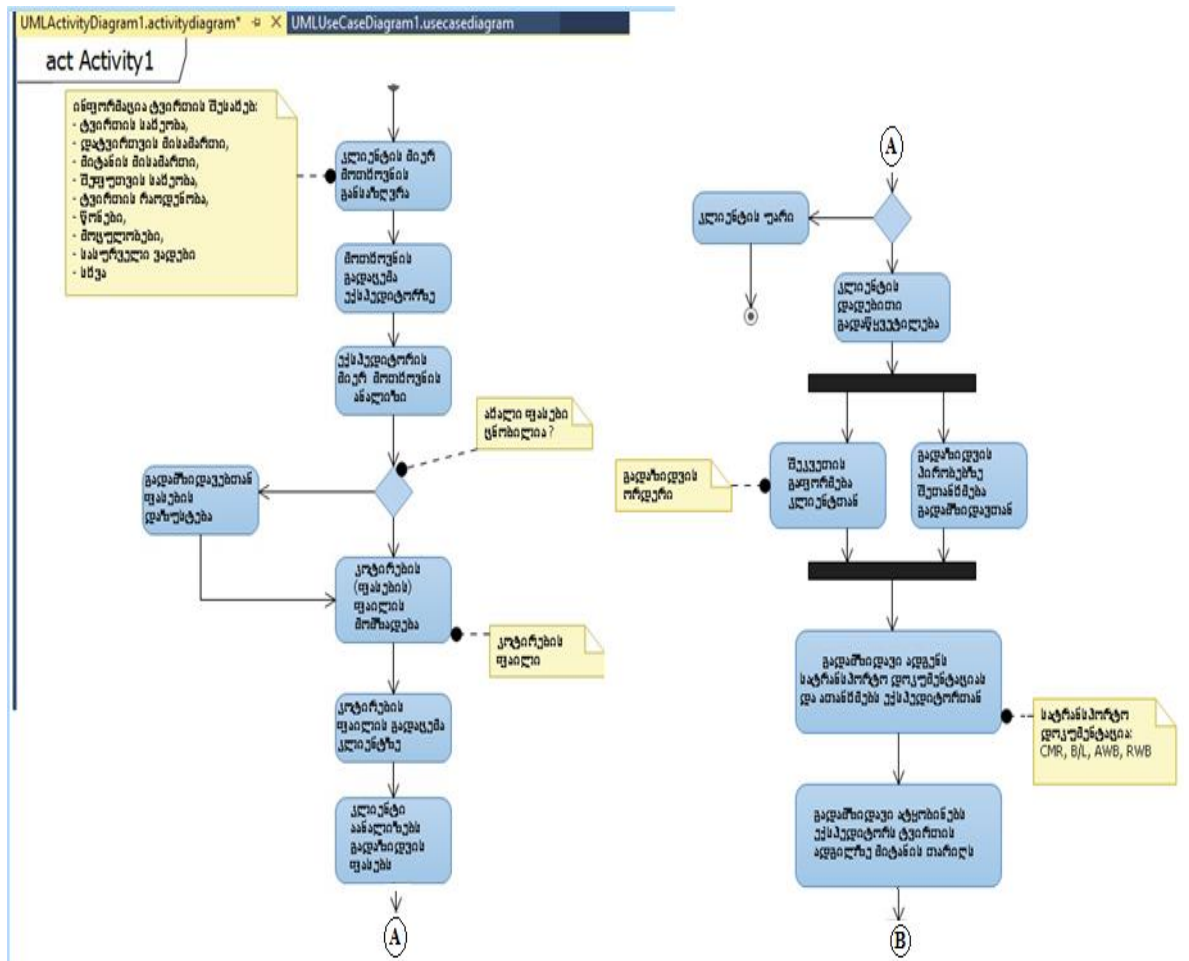
საპრობლემო სფეროს შესწავლა და გამოკვლევა, მისი შესაბამისი კომპიუტერული სისტემის ფუნქციონალური მოთხოვნილებების დასადგენად, იწყება Use Case და Activity დიაგრამების აგებით. შემდეგ მას მოჰყვება ობიექტ-ორიენტირებული ანალიზის ეტაპი, რომელზეც აიგება ინტერაქტიული მოდელები - Sequence და Collaboration დიაგრამები, რომლებიც აღწერს მომხმარებელთა ინტერფეისებს და მათ მოქმედების *სცენარებს* მომავალ სისტემაში.

მე-3 ნახაზზე ნაჩვენებია Visual Studio.NET Framework 4.5 გარემოში UseCase დიაგრამის ფრაგმენტი, „კლიენტი - ექსპედიტორი - გადამზიდავი“ როლებით და მათი ფუნქციებით. შემდეგ ეტაპზე თითოეული ოვალისთვის (როლის ფუნქციისთვის) აგებულ იქნა ქმედებათა ანუ აქტიურობათა დიაგრამები (Activity-D). მე-4 ნახაზზე მოცემულია აქტიურობათა დიაგრამის ფრაგმენტი ბიზნეს-პროცესებით და ბიზნეს-წესებით.

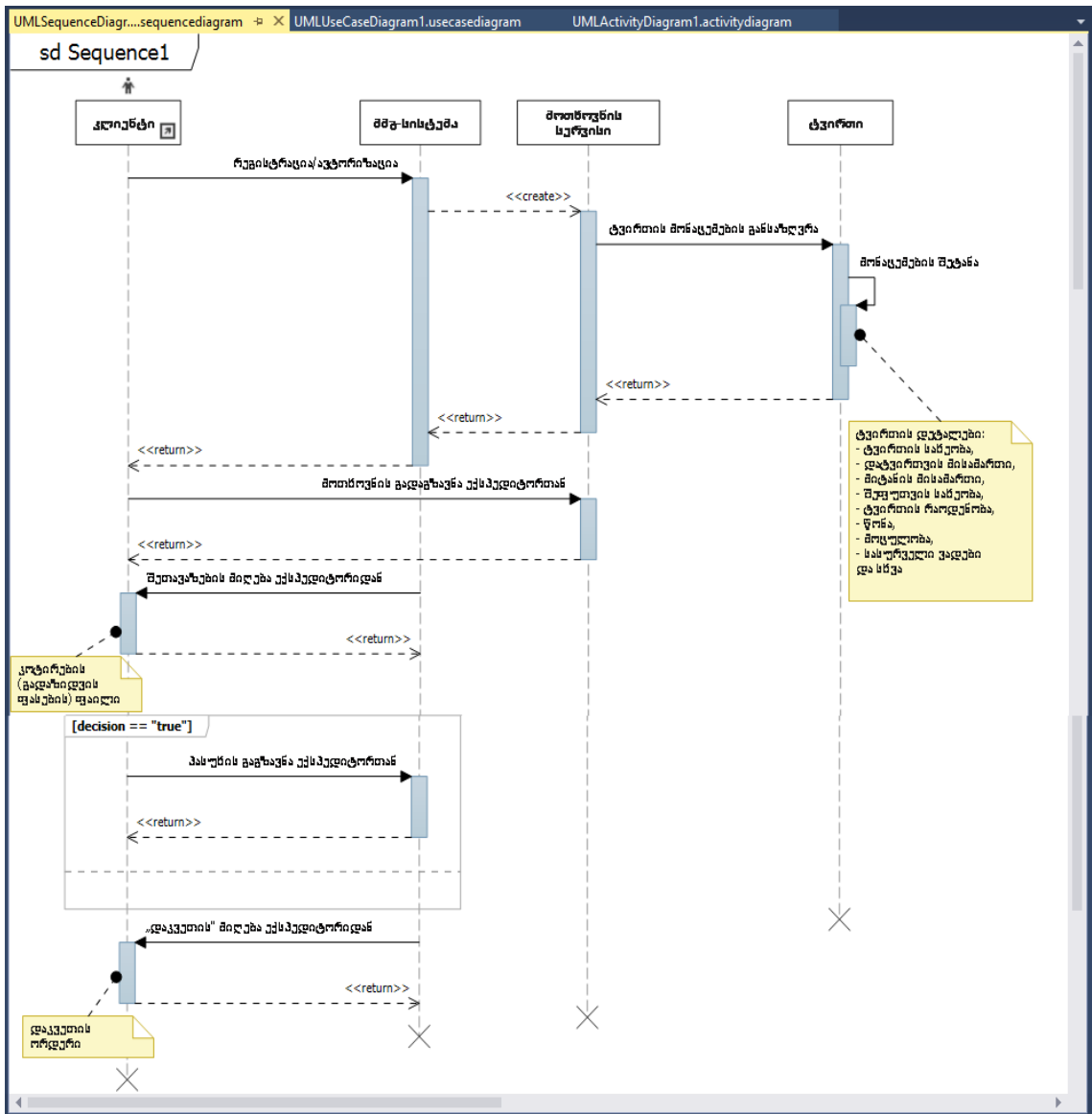
მომდევნო ეტაპზე ავაგეთ ძირითადი როლების (კლიენტი, ექსპედიტორი და გადამზიდავი) ინტერაქტიულ ქმედებათა სცენარები, ანუ მიმდევრობითობის დიაგრამები (Sequence-D). მაგალითად, მე-5 ნახაზზე მოცემულია „კლიენტის“ (ტვირთის მესაკუთრის) მიმდევრობითობის დიაგრამა. მართკუთხედები ასახავს კლასის ობიექტებს, რომელთანაც მას აქვს ურთიერთქმედება შეტყობინებების გაცვლის დონეზე, რომლის საფუძველზეც უნდა ამოქმედდეს შესაბამისი კლასის მეთოდები (გარკვეული ფუნქციების შესასრულებლად). როლის ქმედებები ჩალაგებულია დროში მიმდევრობით ზემოდან ქვემოთ.



ნახ.3. UseCase - დიაგრამა მულტიმოდალური გადაზიდვების სისტემისთვის



ნახ.4. სისტემის აქტიურობათა დიაგრამის ფრაგმენტი



ნახ.5. Sequence-D როლისთვის „Client“

მაგალითად, დასაწყისში კლიენტი შედის „ტვირთების გადაზიდვის“ რომელიმე ფირმის საიტზე და აინტერესებს პირობები თავისი მიზნებისთვის - ტვირთის გადასატანად. ფირმა უმეტეს შემთხვევაში სთავაზობს იურიდიულ ან ფიზიკურ პირს რეგისტრაციის გავლას. თუ პირი „შველია“, ის თავისი სახელით და პაროლით გადის ავტორიზაციას.

შემდეგ პოტენციური კლიენტი ავსებს მომსახურების ფირმის „სერვის-ფორმას“, სადაც მიუთითებს გადასატანი ტვირთის მახასიათებლებს და გეოგრაფიულ მისამართებს (საწყისი, საბოლოო). „სერვის-ფორმა“ ინტერფეისის როლს ასრულებს კლიენტისთვის და იგი განთავსებულია მომსახურების ფირმის საიტზე. აქ შეიტანება შემდეგი მონაცემები:

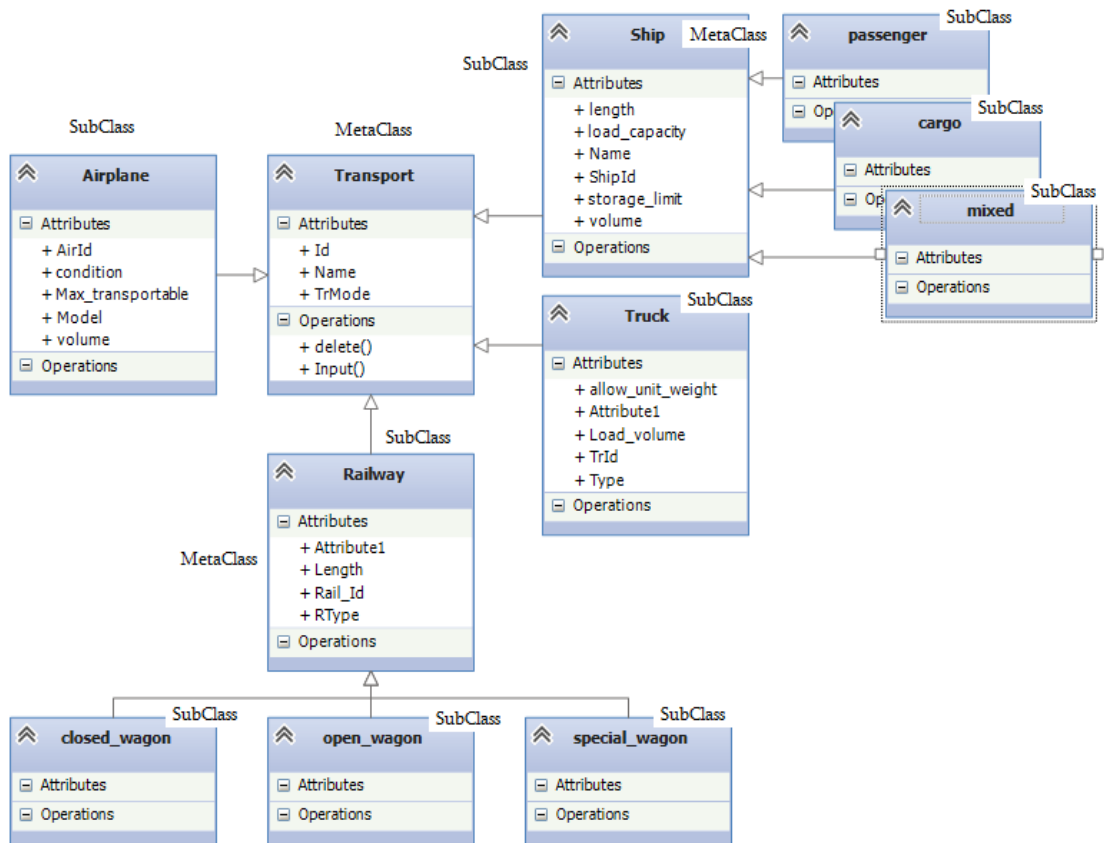
ტვირთის ტიპი, მდგომარეობა, შეფუთვის ტიპი, ერთეულის ზომები (სიგრძე, სიგანე, სიმაღლე), ერთეულის მოცულობა, ჯამური მოცულობა, ერთეულის წონა, ერთეულის რაოდენობა, ჯამური წონა, უსაფრთხოება, საბაჟო კოდი, გამგზავნი, მიმღები და სხვა;

კლიენტი, გაეცნობა რა ექსპედიტორიდან მიღებულ ინფორმაციას გადაზიდვების პირობების შესახებ, მიიღებს გადაწყვეტილებას (დადებითი ან უარყოფითი) შემდეგი ქმედებების შესახებ. დადებითი დროს ექსპედიტორს უგზავნის შეტყობინებას, რომ მზადაა ტვირთის გადასაცემად.

ექსპედიტორი (თუ მოლაპარაკება დადებითად გადაწყდა) მიანიჭებს ტვირთს იდენტიფიკატორს და ხელშეკრულების იდენტიფიკატორს. ასევე აიგება Sequence დიაგრამები ექსპედიტორისა და გადამზიდვისათვის.

ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების ამოცანა მრავალკრიტერიუმანი ოპტიმიზაციის ამოცანათა კლასს მიეკუთვნება, რომელთა გადაწყვეტა შესაძლებელია შესაბამისი დერტერმინისტული, სტოქასტიკური ან იმიტაციური მოდელების საფუძველზე. წინასწარ უნდა მოხდეს საპრობლემო სფეროს სისტემური, ობიექტ-ორიენტირებული ანალიზის ჩატარება, აიგოს შესაბამისი მართვის საინფორმაციო სისტემის ინფრასტრუქტურა მონაცემთა ბაზების, მონიტორინგის და გადაწყვეტილების მიღების ბლოკების ერთობლიობით. ასეთი მოდელების აგების პროგრამული უზრუნველყოფის შექმნის დეველოპმენტი უნიფიცირებული მოდელირების ტექნოლოგიების საფუძველზე მეტად აქტუალურია. შემდეგ ეტაპებზე კი შესაძლებელი იქნება იმიტაციური მოდელების აგება და მასზე ექსპერიმენტების ჩატარება უკეთესი (ოპტიმალური) გადაწყვეტილებების მისაღებად ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების სფეროში.

ნაშრომის **მესამე თავში** განხილულია მულტიმოდალური გადაზიდვების მართვის ავტომატიზებული სისტემის *ობიექტ-ორიენტირებული დაპროექტების* ეტაპის ამოცანების გადაწყვეტა. კერძოდ, შემუშავებულია სისტემის კლასთა-ასოციაციის დიაგრამები (ნახ.6,7).

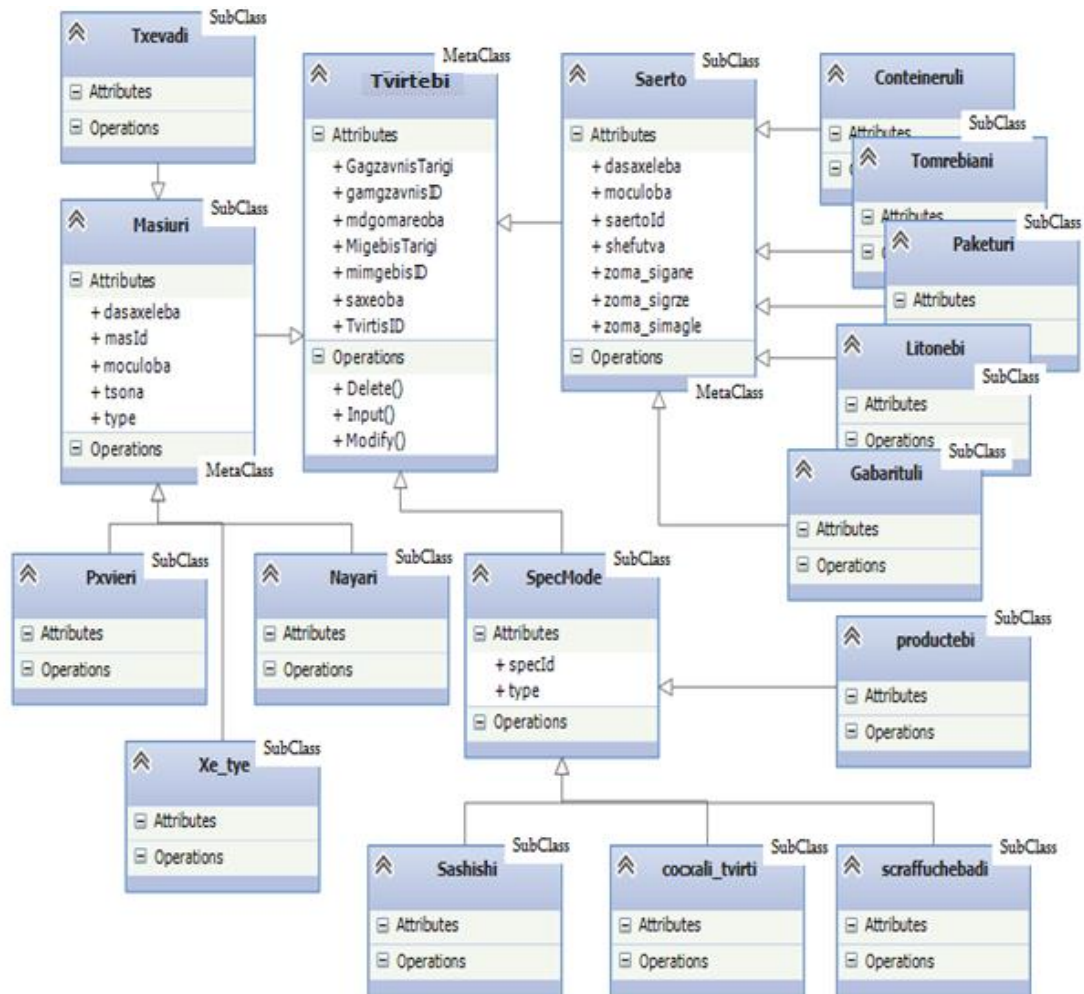


ნახ.6. მემკვიდრეობითი (inheritance) კავშირები ტრანსპორტის სახეების კლასებს შორის (კლასიფიკაცია)

მაგალითად, კლასი MetaClass_Transport არის მეტაკლასი ოთხი ქვეკლასისთვის: SubClass_Airplane, SubClass_Truck, SubClass_Ship და SubClass_Railway.

ტვირთი – წარმოების პროდუქციაა (ნედლეული, ნახევარფაბრიკატები, მზა პროდუქცია), მიღებული ტრანსპორტის მიერ გადაზიდვაზე.

ტვირთის თვისებები ან ატრიბუტები, რომლებიც მონაცემთა ბაზაში უნდა იქნას შენახული შემდეგია: იდენტიფიკატორი, ტიპი, მდგომარეობა, შეფუთვის ტიპი, ერთეულის ზომები (სიგრძე, სიგანე, სიმაღლე), ერთეულის მოცულობა, ჯამური მოცულობა, ერთეულის წონა, ერთეულის რაოდენობა, ჯამური წონა, უსაფრთხოობა, საბაჟო კოდი, გამგზავნი, მიმღები, გადაზიდვის ხელშეკრულების იდენტიფიკატორი და სხვა. ამგვარად, ტვირთი ხასიათდება შენახვის რეჟიმით, შეფუთვის, გადატვირთვისა და გადაზიდვის ხერხებით, ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით, გადაზიდვაზე წარდგენილი ტვირთების ზომებით, მოცულობით, მასითა და ფორმით.



ნახ.7. მემკვიდრეობითი (inheritance) კავშირები ტვირთის სახეების კლასებს შორის (კლასიფიკაცია)

თუ ტვირთი შეფუთულია გადაზიდვების პირობების შესაბამისად, მარკირებულია წესების მიხედვით და იმყოფება საჭირო კონდიციურულ მდგომარეობაში, იგი შეიძლება დაცულად იქნას გადაზიდული. ასეთ შემთხვევაში ითვლება, რომ იგი იმყოფება ტრანსპორტებულ მდგომარეობაში. ტვირთის მდგომარეობების ერთობლიობა, მისი საწყისი მდგომარეობიდან საბოლოო მდგომარეობამდე, სატრანსპორტო წესებისა და ოპერაციების ჩათვლით, განხილული გვექნება მომდევნო პარაგრაფში მდგომარეობათა დიაგრამების (Statechart diagrams) სახით. ტვირთების სახეობათა დაჯგუფება შესაძლებელია შემდეგ კატეგორიებად:

- **ნაყარი და დაშლილი ნაყარი ტვირთები:** ნაყარი ტვირთის კატეგორიებს მიეკუთვნება თხევადი, მშრალი ნაყარი, ნეო-ნაყარი, ბორბლიანი და

გაყინული/გაგრილებული ტვირთები; **თხევადი:** ნედლი ნავთობი, ნავთობ-პროდუქტების უმრავლესობა, ღვინო, გათხევადებული ნახშირი; **მშრალი ნაყარი:** მარცვლეული, შაქარი, ფხვნილები (ალუმინის ჟანგი, თიხამიწა, ცემენტი); **ნო-ნაყარი:** ტყის პროდუქტები, ფოლადის პროდუქტები, ბელირებული ჯართი; **ბორბლიანი:** ავტომანქანები, სატვირთო მანქანები, სარკინიგზო ვაგონები; **გაყინული/გაგრილებული:** ხორცი, ხილი, რძის პროდუქტები და ა.შ.

მე-8 ნახაზზე მოცემულია ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების პროცესის კლასთა-ასოციაციის დიაგრამა (კლასთა ურთიერთ-კავშირებით), კლასის ცვლადებით (ტიპებით) და კლასის მეთოდებით.

მიღებული დიაგრამის საფუძველზე შესაძლებელია თითოეული კლასის შესაბამისი კოდის ავტომატიზებული გენერაციის პროცედრის ჩატარება და საბოლოოდ C# პროგრამის კოდების მიღება. ეს პროცესი მნიშვნელოვნად ამარტივებს სისტემის პროგრამული უზრუნველყოფის შექმნას. მე-9 ნახაზზე ნაჩვენებია პროგრამული შედეგების ფრაგმენტი Solution Explorer-ში. 1 და 2-ლისტინგებში მოცემულია Transport.cs და Tvirtebi.cs კლასების შესაბამისი კოდის ფრაგმენტები, რომლებიც გენერირებულ იქნა ავტომატიზებულ რეჟიმში თვით Visual Studio .NET პროგრამული პაკეტის მიერ, რაც რევერსული ინჟინერინგის კარგი მაგალითია.

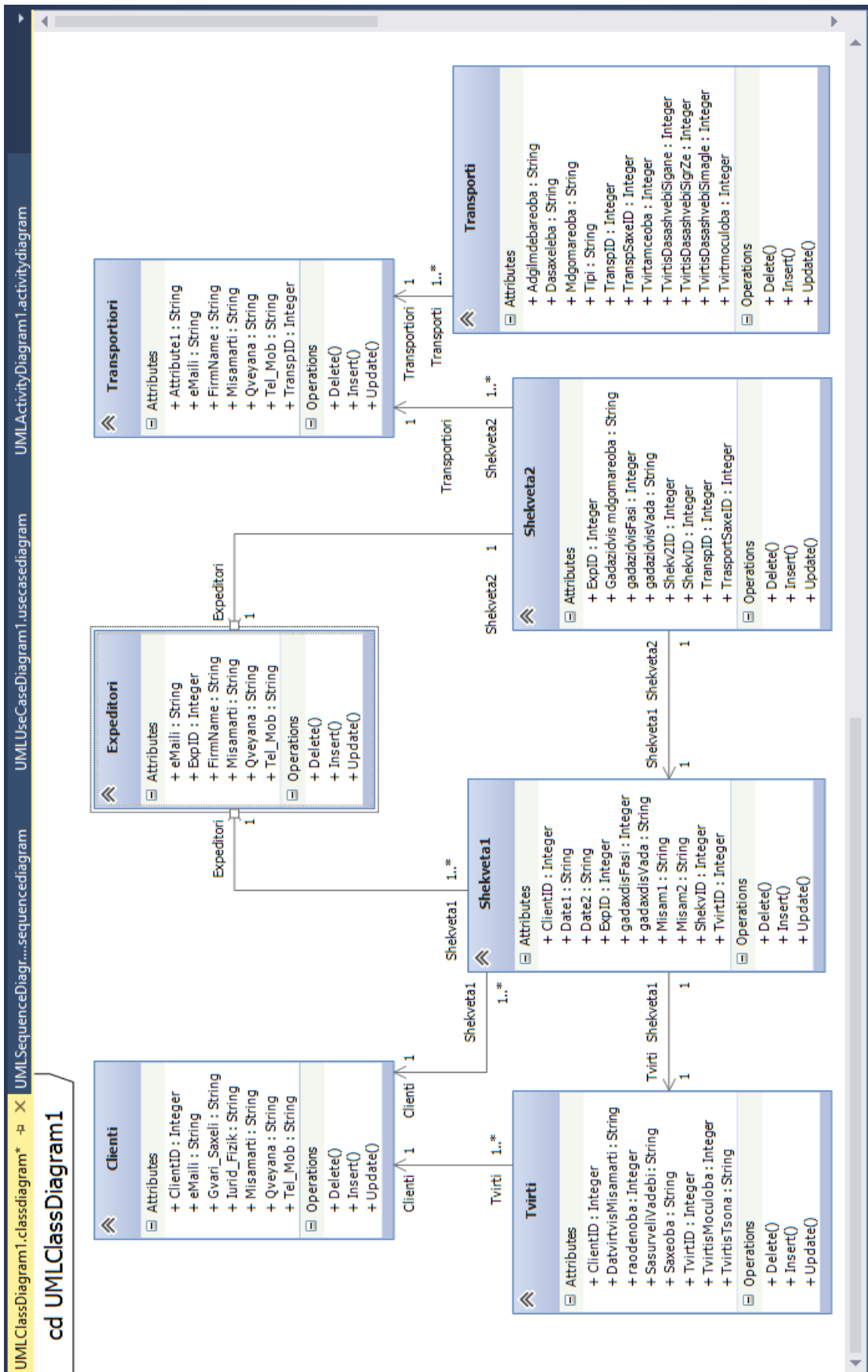
აგებულია მულტიმოდალური გადაზიდვების სისტემის მდგომარეობათა დიაგრამები (Statechart-D) სტანდარტული და არასტანდარტული ბიზნეს-პროცესებისათვის. მაგალითად:

მოვლენა_1: ფორს-მაჟორული სიტუაცია გადატვირთვის ან დანიშნულების პორტში;

მოვლენა_2: მულტიმოდალური გადაზიდვა გამონაკლისი სიტუაციით;

მოვლენა_3: დემურაჟის და მოცდენის ხარჯების ანგარიში.

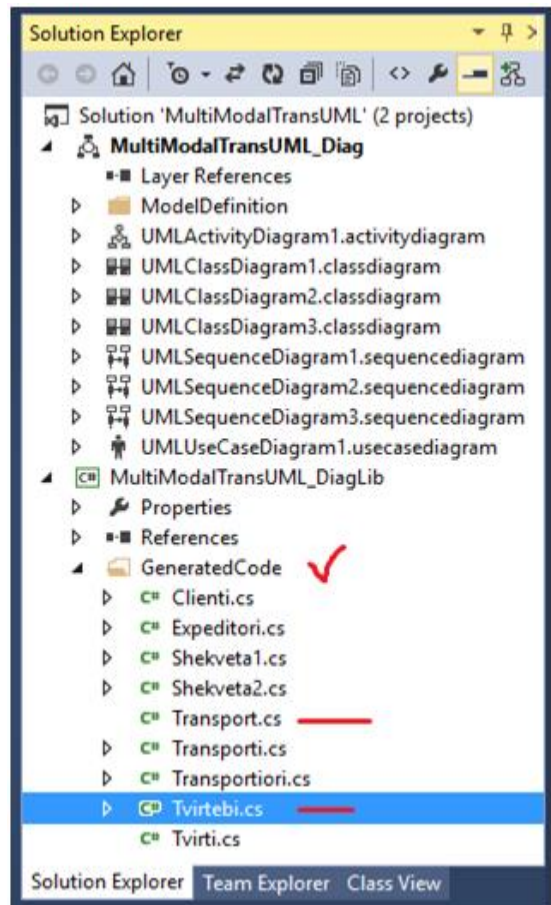
ამ სხვადასხვა ტიპური სიტუაციისთვის მოცემულია შესაბამისი გადაწყვეტის მეთოდები. მოდელებში ასახულია ყველა ის ბიზნეს-წესი, რომელსაც შეიძლება ადგილი ჰქონდეს რეალურ ბიზნეს-პროცესებში.



ნახ.8. კლასების დიაგრამა MMT სისტემისათვის

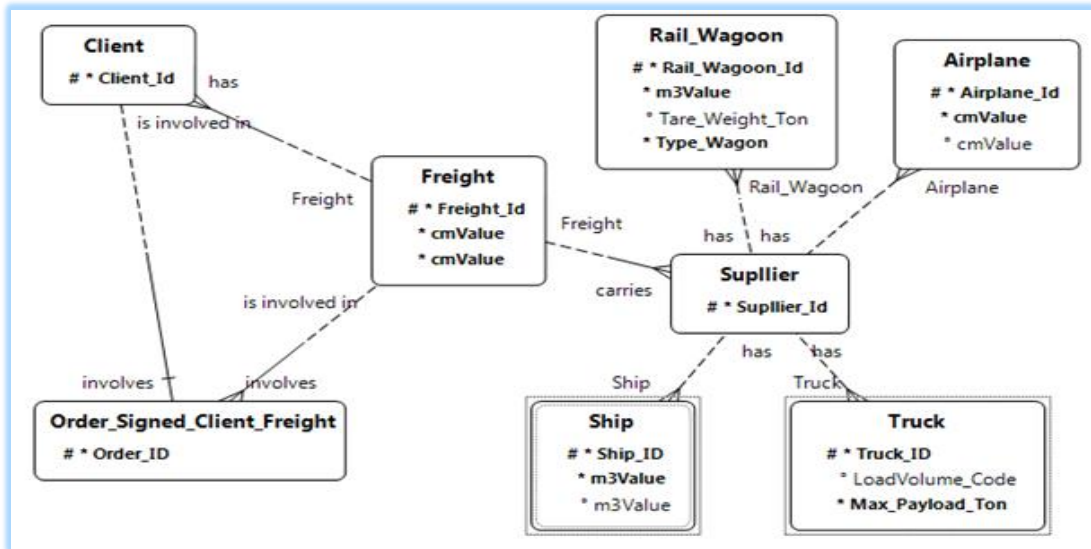
```
//----Listing_1 ----- Transport -----
// <auto-generated>
//-----
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
public class Transport
{
    public virtual object Id { get; set; }
    public virtual object Name { get; set; }
    public virtual object TrMode { get; set; }
    public virtual void Input()
    {
        throw new System.NotImplementedException();
    }
    public virtual void delete()
    {
        throw new System.NotImplementedException();
    }
}
}
```

```
//----- Listing_2----- Tvirtebi -----
// <auto-generated>
//-----
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
public class Tvirtebi
{
    public virtual object TvirtisID { get; set; }
    public virtual object saxeoba { get; set; }
    public virtual object mdgomareoba { get; set;}
    public virtual object gamgzavisID { get; set; }
    public virtual object mimegbisID { get; set; }
    public virtual object GagzavisTarigi { get; set; }
    public virtual object MigebisTarigi { get; set; }
    public virtual void Input()
    {
        throw new System.NotImplementedException();
    }
    public virtual void Modify()
    {
        throw new System.NotImplementedException();
    }
    public virtual void Delete()
    {
        throw new System.NotImplementedException();
    }
}
}
```



ნახ.9. შედეგები: ახალი C#-კლასის კოდები: Transport და Tvirtebi

ამავე თავში განხილულია მულტიმოდალური გადაზიდვების ავტომატიზებული სისტემის მონაცემთა ბაზის აგების ამოცანა. კერძოდ საკვლევი ობიექტის კატეგორიული ანალიზისა და ობიექტ-როლური მოდელირების თეორიულ-ინსტრუმენტული აპარატის გამოყენებით შემოთავაზებულია საპრობლემო სფეროს კონცეპტუალური სქემების (ORM და ERM) ავტომატიზებულ რეჟიმში დაპროექტება (ნახ.10).



ნახ.10. კონცეპტუალური სქემის ასახვა ბარკერის მოდელით

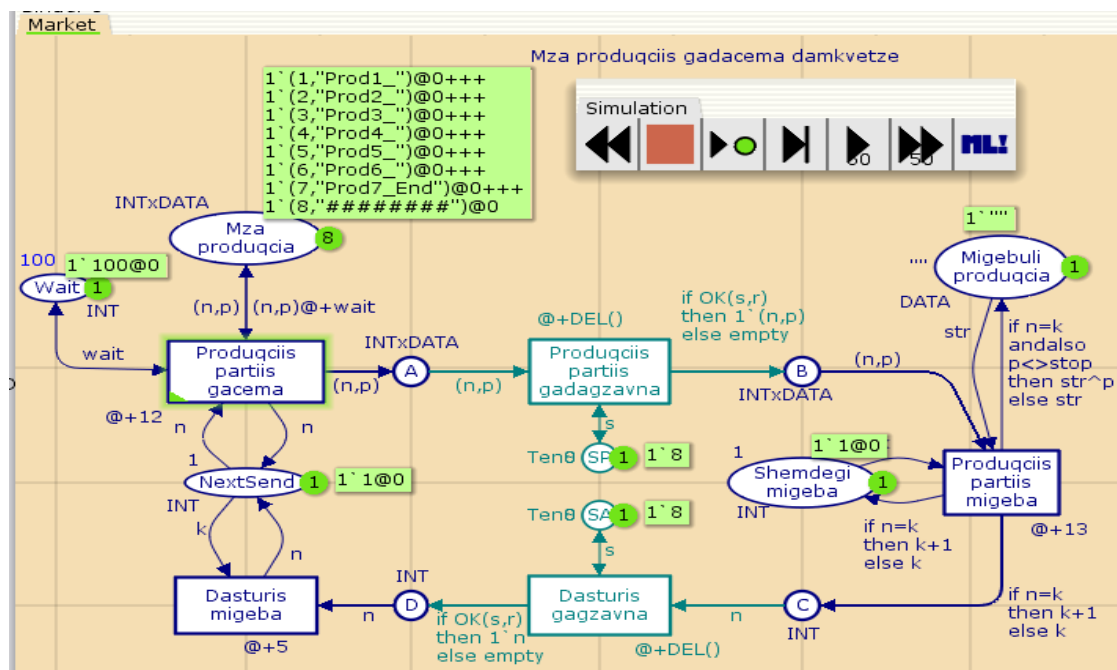
შემდგომ მისი ლოგიკური და ფიზიკური სტრუქტურების გადატანა ხდება შესაბამისი DDL-ფაილით (Data Definition Language) მონაცემთა რელაციური ბაზების Ms SQL Server 2012/14 სისტემაში.

დისერტაციის მეოთხე თავში მოცემულია მულტიმოდალური გადაზიდვების სისტემის დინამიკური ბიზნეს-პროცესების მოდელირებისა და კვლევის ამოცანის გადაწყვეტა პეტრის კლასიკური და ფერადი ქსელების საფუძველზე. ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების ამოცანა მრავალკრიტერიუმიანი ოპტიმიზაციის ამოცანათა კლასს მიეკუთვნება, რომელთა გადაწყვეტა შესაძლებელია შესაბამისი დერტერმინისტული, სტოქასტიკური ან იმიტაციური მოდელების საფუძველზე. წინასწარ უნდა მოხდეს საპრობლემო სფეროს სისტემური, ობიექტ-ორიენტირებული ანალიზის ჩატარება, აიგოს შესაბამისი მართვის საინფორმაციო სისტემის ინფრასტრუქტურა მონაცემთა ბაზების, მონიტორინგის და გადაწყვეტილებათა მიღების ბლოკების ერთობლიობით.

უნიფიცირებული მოდელირების ენის დინამიკური მოდელებისა (აქტიურობის და მდგომარეობათა დიაგრამები) და პეტრის ქსელების გრაფების იზომორფიზმის საფუძველზე განხორციელდა კვლევითი ხასიათის სამუშაოების ჩატარება. კერძოდ, პეტრის ქსელის გრაფი გამოყენებულ იქნა როგორც იმიტაციური მოდელი შესაბამისი UML-დიაგრამების მოდელირებისა და ანალიზისათვის.

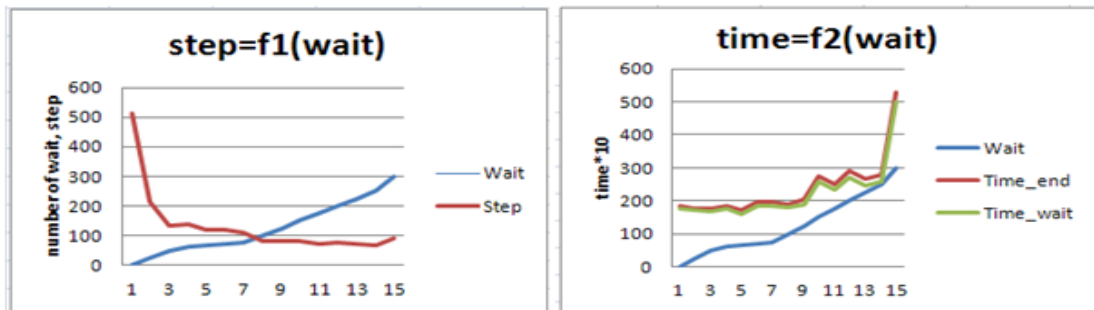
დისერტაციაში განხორციელდა UML-დიაგრამების ეკვივალენტური პეტრის ქსელის გრაფების აგება PetNet++ ინსტრუმენტით, რომელზეც იმიტაციურ რეჟიმში გამოკვლევულ იქნება მათი დროითი მახასიათებლები. ასეთი მეთოდი UML-დიაგრამებისთვის არ არსებობს და მათი შეფასება პირდაპირ ვერ ხერხდება. ამგვარად, პეტრის ქსელებით მოხდება UML-დიაგრამების დინამიკური პროცესების შეფასება.

პეტრის ფერადი ქსელები (CPN-Coloured Petri Net) მაღალი დონის სისტემური ქსელია, იგი ფლობს ობიექტ-ორიენტირებული მოდელირების ძირითად თვისებებს, როგორცაა იერარქიულობა და მემკვიდრეობითობა, ასევე მასში შესაძლებელია სტოქასტიკური პროცედურების ჩასმა და შემდეგ მთლიანი ქსელის ანალიზის ჩატარება რაოდენობრივი მახასიათებლების მისაღებად. მაგალითად, მე-11 ნახაზზე მოცემულია CPN ქსელის ფრაგმენტი მარკეტინგული სისტემის მაგალითზე, პროდუქციის მიწოდების (ტვირთის გადაგზავნის) პროცესის იმიტაციური მოდელის სახით.



ნახ.11. იმიტაციური მოდელი CPN ქსელით „პროდუქციის მიწოდება“

პროდუქციის პარტიების გადაგზავნის დაყოვნების დროის (wait) სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის ვლბულობთ შედეგების განსხვავებულ მნიშვნელობებს. ექსპერიმენტული გზით დავადგინეთ, რომ ხანმოკლე დაყოვნება ზრდის შანსს განმეორებითი გადაგზავნების თავიდან ასაცილებლად. სიმულაციის ინსტრუმენტით ამუშავდება პეტრის ქსელი და მარკერები (პროდუქტები) დაიწყებს მოძრაობას „მიმწოდებლიდან - დამკვეთისაკენ“. პროდუქციის მიღებისთანავე დამკვეთი უგზავნის მიმწოდებელს შეტყობინებას (Dasturis_gagzavnis გადასასვლელი), რომ პროდუქტი (Prod_ID) მიიღო. მე-12 ნახაზზე ნაჩვენებია 15 ექსპერიმენტის შედეგები დაყოვნების დროის ცვლილებისას.



ნახ.12. პეტრის ქსელის იმიტაციის შედეგები Wait 5 მნიშვნელობისთვის: step – პროცესის დასრულების ბიჯების რაოდენობა; time - სერვისების დამუშავების დრო

დისერტაციის მეხუთე თავი ეხება მულტიმოდალური გადაზიდვების ლოგისტიკური მენეჯმენტის ბიზნეს-პროცესების ავტომატიზაციის საკითხების განხილვას. კერძოდ, წარმოდგენილია დისერტაციის წინა თავებში შემუშავებული მოდელებისა და ალგორითმული სქემების პროგრამული რეალიზაცია Ms Visual Studio .NET Framework 4.5, Ms SQL Server 2012/14, Natural ORM Architect და სხვა CASE ტექნოლოგიების გამოყენებით. მულტიმოდალური გადაზიდვების სისტემისათვის შემოთავაზებულია თანამედროვე სერვერული და მობილური ტექნოლოგიების გამოყენება ინფორმაციის ოპერატიული (ონლაინ რეჟიმი) გადაცემისა და შენახვისათვის. ამ მიზნით, გადამზიდავი კორპორაციის ექსპედიტორების, ტრანსპორტიორებისა და კლიენტების დისტანციური საკომუნიკაციო სისტემა რეალიზებულია Ms SharePoint Server-ის, Ms SharePoint Designer-ის, Ms SQL Server-ის, Business Data Connectivity Service-ს და MsInfopath-ის დინამიკური ფორმების საშუალებით.

დასკვნა

სადისერტაციო თემის ფარგლებში ჩატარებული საპროექტო-კვლევითი სამუშაოების შედეგების საფუძველზე შესაძლებელია შემდეგი დასკვნის გაკეთება:

1. საერთაშორისო, მულტიმოდალური გადაზიდვების მიმართულება მიეკუთვნება ლოგისტიკური მენეჯმენტის (ორგანიზაციული მართვის) სფეროს, იგი რთული და დიდი სისტემების კლასია. მისი ბიზნესპროცესების ეფექტიანი მართვისათვის აუცილებელია შესაბამისი მხარდამჭერი მართვის საინფორმაციო სისტემის დაპროექტება და პროგრამული რეალიზაცია უახლესი ინფორმაციული ტექნოლოგიების ბაზაზე;

2. ამ მიმართულებით ჩატარებულია არსებული ლიტერატურის მიმოხილვა საზღვარგარეთის მოწინავე ქვეყნების და კომპანიების გამოცდილების საფუძველზე. აღწერილია საქართველოში ტვირთების გადაზიდვის სახეები, მათი პრობლემები და სტატისტიკური ან სხვა სააღრიცხვო წყაროების არსებობის დეფიციტური მდგომარეობა. გამოკვეთილია პრობლემები და ამოცანები, რომელთა გადაწყვეტა მნიშვნელოვან სარგებელს მოუტანს ჩვენ ქვეყანას თავისი აქტუალური გეოგრაფიული მდებარეობის გათვალისწინებით;

3. გაანალიზებული და კლასიფიცირებულია მულტიმოდალური გადაზიდვები, როგორც საზღვაო, სარკინიგზო, ავტოსატრანსპორტო, საჰაერო და შიგა წყლების გადაზიდვების ერთობლიობა. განსაზღვრულია ყველა ტიპის ტრანსპორტის მახასიათებლები. გამოყოფილია თითოეულის დადებითი და უარყოფითი მხარეები. ახსნილია საერთაშორისო ტვირთების მულტიმოდალური ტრანსპორტირების სრულყოფის საკითხები, მათი ოპტიმიზაციის თვალსაზრისით. აგრეთვე განიხილება ოპერატიული მართვის და მონიტორინგის სამსახურების ფუნქციური ამოცანები და მათი შესაძლო ავტომატიზაცია;

4. საკვლევი ობიექტის სისტემური ანალიზისა და ინფორმაციის სტრუქტურული კლასიფიკაციის საფუძველზე აგებულია მულტი-მოდალური გადაზიდვების პროცესების შესაბამისი მოდელები, რომელთა ბაზაზე შესაძლებელია გარკვეული მახასიათებლების რაოდენობრივი

ანალიზის ჩატარება თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენებით. კერძოდ, გამოყენებულია: ბიზნესპროცესების მოდელირების ნოტაციის სისტემა (BPMN, პროცეს-ორიენტირებული Bizagi modeler), საწარმოო რესურსების დაგეგმვის და მართვის სისტემა (ERP), კლიენტებთან ურთიერთობის სისტემა (CRM), იმიტაციური მოდელირების სისტემა პეტრის კლასიკური და ფერადი ქსელების საფუძველზე (PetNet++, CPN);

5. შემუშავებულია მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნეს-პროცესების მართვის მხარდამჭერი სისტემის ინფრასტრუქტურა. დაპროექტებულია საპრობლემო სფეროს მართვის საინფორმაციო სისტემის სტრუქტურა მონაცემთა ბაზის, მონიტორინგის და გადაწყვეტილების მიღების ბლოკების ერთობლიობით;

6. შემოთავაზებულია ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების პროცესების მართვის ავტომატიზაცია მონაცემთა ლოგიკურად ერთიანი განაწილებული ბაზის საფუძველზე CASE ტექნოლოგიებით. კერძოდ, აგებულია მულტიმოდალური გადაზიდვების პროცესების სტანდარტული და არასტანდარტულ მდგომარეობათა დიაგრამები, მათი ტრიგერების ფუნქციები და მოვლენების მოდელები შესაბამისი მეთოდების გამოძახებით. აგრეთვე მონაცემთა განაწილებული ბაზის ასაგებად განსაზღვრულია კონცეპტუალური სქემები კლიენტის (ტვირთის მფლობელი), ტვირთის (გადაზიდვის ობიექტი) და მიმწოდებელის (გადამზიდავი) ცხრილებით, ობიექტ-როლური და არსთა დამოკიდებულების მოდელირების (ORM/ERM) ინსტრუმენტებით VS.NET Framework და Ms SQL Server 2014 პაკეტით;

7. დისერტაციაში შემუშავებული და წარმოდგენილია ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების დინამიკური ბიზნეს-პროცესების იმიტაციური მოდელების აგების და კვლევის საკითხები პეტრის კლასიკური და ფერადი ქსელების გამოყენებით. UML-ის დინამიკური დიაგრამებისა და პეტრის ქსელების გრაფის იზომორფიზმის საფუძველზე შესაძლებელი ხდება აქტიურობათა და მდგომარეობათა მოდელების შესაბამისი ბიზნეს პროცესების მახასიათებლების კვლევა პეტრის ქსელებით. იმიტაციური მოდელირება განხორციელებულია PetNet++ და CPN პაკეტებით, ხოლო კლასების პროგრამული გენერაცია Visual Studio.NET 2015-ის პლატფორმაზე;

8. დამუშავებულია ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნეს პროცესების მართვის მხარდამჭერი განაწილებული კომპიუტერული სისტემის პროგრამული რეალიზაციის საკითხი დაპროგრამების *ჰიბრიდული* ტექნოლოგიების (WPF, WCF) გამოყენებით აგებულია მომხმარებელთა მოქნილი ინტერფეისები მონაცემთა დამუშავებისა და დისტანციურად გადაცემის სერვისებით *მობილური* ტექნოლოგიების ბაზაზე MsSharePoint Server-ის, MsSharePoint Designer-ის, MsSQL Server-ის, Business Data Connectivity Service-ს და MsInfopath-ის საშუალებით. შემოთავაზებულია მონაცემთა ბაზასთან მიმართვის ღრუბლოვანი სერვისები კორპორაციული ვებ-პორტალისათვის;

გამოქვეყნებული ლიტერატურა:

1. Gogichaishvili G., **Surguladze Giorgi**. Concept of Automated Management of Multimodal Freight Transportation Business Processes. Transact.of Georgian Technical University. "Automated Control Systems", No2(18), 2014, pp.45-50.
2. Surguladze G., Petriashvili L., **Surguladze Giorgi**. Decision Support System for Optimization of Seaport Resources with Considering Multimodal Transportation. III internat. Scientific Conference. Computing / Informatics, Education Sciences, Teacher Education. Batumi, Georgia, 2014. - pp. 139-143.
3. Kristesiashvili Kh., **Surguladze Giorgi**. Modeling and Analysis of Enterprise Resource Management Business Processes. Abstr. 3th Int. Scien.Conf. „Computing/Informatics, Education Sciences, Teacher Education“. Batumi, Georgia, 2014. p.45.
4. გოგიჩაიშვილი გ., ქრისტესიაშვილი ხ., **სურგულაძე გიორგი**. საწარმოო ბიზნესპროცესების მოდელირება და ავტომატიზაცია Bizagi Suite პროგრამის ბაზაზე. საერთაშ. სამეც.კონფ. „საინფორმაციო და კომპიუტერული ტექნოლოგიები, მოდელირება და მართვა“. ივ. ფრანგიშვილის 85 წლ. 2015. გვ.234-239.
5. **სურგულაძე გიორგი**. მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნეს-პროცესების მართვის სისტემის ინფრასტრუქტურა და მისი იმიტაციური მოდელი. სტუ-ს შრ.კრ. „მას“ N2(20). 2015. გვ.108-123.
6. გოგიჩაიშვილი გ., **სურგულაძე გიორგი**, თოფურია ნ., სურგულაძე გია. მულტიმოდალური გადაზიდვების მართვის ავტომატიზებული სისტემის აგება დაპროექტების CASE- და დაპროგრამების ჰიბრიდული ტექნოლოგიებით. სტუ-ს შრ.კრ. „მას“ N2(20), 2015. გვ.96-107.
7. სურგულაძე გ., ქრისტესიაშვილი ხ., **სურგულაძე გიორგი**. საწარმოო რესურსების მენეჯმენტის ბიზნეს-პროცესების მოდელირება და კვლევა. მონოგრ., სტუ. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. თბ., 2015. -212 გვ.
8. ქრისტესიაშვილი ხ., **სურგულაძე გიორგი**. საწარმოო რესურსების მართვის ბიზნეს-პროცესების მოდელირება. VII საერთაშ. სამეცნ.-პრაქტ.კონფ. „ინტერნეტი და საზოგადოება“. ავ. წერეთლის უნივ. ქუთაისი, 2015. გვ. 118-121
9. Surguladze G., Topuria N., Petriashvili L., **Surguladze Giorgi**. Modelling of Designing a Conceptual Schema for Multimodal Freight Transportation Information System. ISSN 1307-6892. WASET, World Academy of Scientific, Engineering and Technology, v.9, N11, 2015. 204-207.

10. **სურგულაძე გიორგი**, პეტრიაშვილი ლ., ოხანაშვილი მ., ბიტარაშვილი მ. უნიფიცირებული მოდელების აგება ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნესპროცესების მართვისთვის. სტუ შრ.კრ. „მას“ N1(21). 2016. გვ.108-123.
11. Gogichaishvili G., Petriashvili L., **Surguladze Giorgi**. Decision Support system for Multimodal Freight Forwarding with Management. XXVII Intern. Conf. “Problems of Decision Making under Uncertainties” May 23-27, Kiev-Batumi, 2016, pp.70-72.
12. **სურგულაძე გიორგი**. მულტიმოდალური გადაზიდვების იმიტაციური მოდელის აგება და კვლევა ბიზნესპროცესების კლასებისა და მდგომარეობათა დიაგრამების საფუძველზე. სტუ-ს შრ.კრ. „მას“ N2(22). 2016. გვ.101-122.
13. სურგულაძე გ., თოფურია ნ., პეტრიაშვილი ლ., **სურგულაძე გიორგი**. მულტიმოდალური გადაზიდვების სერვის-ორიენტირებული სისტემის აგება CASE და SHAREPOINT ტექნოლოგიებით. IV საერთაშ.სამეცნ.კონფ. „კომპიუტინგი/ინფორმატიკა, განათლების მეცნიერებები“. თბ., 1-3 ოქტ. 2016. გვ.155-160.
14. გოგიჩაიშვილი გ., თოფურია ნ., პეტრიაშვილი ლ., **სურგულაძე გიორგი**. მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნესპროცესების სერვის-ორიენტირებული სისტემის პროგრამული უზრუნველყოფა. სტუ-ს შრ.კრ. „მას“ N1(23). 2017. გვ.197-204.
15. ბურჭულაძე ა., ირემაშვილი ი., **სურგულაძე გიორგი**. კორპორაციული მენეჯმენტის საინფორმაციო სისტემის დამუშავება ნავთობპროდუქტების გადაზიდვის მაგალითზე. სტუ-ს შრ.კრ. „მას“ N1(8). 2010. გვ.215-222.
16. სურგულაძე გ., ოხანაშვილი მ., **სურგულაძე გიორგი**. მარკეტინგის ბიზნეს-პროცესების უნიფიცირებული და იმიტაციური მოდელირება. მონოგრ., სტუ, „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. თბ., 2009. -170 გვ.
17. სურგულაძე გ., თურქია ე., ოხანაშვილი მ., **სურგულაძე გიორგი**. მარკეტინგული პროცესების მართვის ერთი მოდელის შესახებ ფერადი პეტრის ქსელებით. სტუ-ს შრ.კრ. „მას“ N2(5). 2008. გვ.63-70.
18. ბოტკე ვ. (გერმანია), სურგულაძე გ., დოლიძე თ., შონია ო., **სურგულაძე გიორგი**. თანამედროვე პროგრამული პლატფორმები და ენები (WindowsNT, Unix, Linux, C++, Java, XML). სახელმძღვანელო. ISBN 99940-14-11-0. სტუ. „ტექ. უნივერსიტეტი“. 2003. -250 გვ.

ABSTRACT

The present dissertation “Automated management of multimodal transportation business processes” discusses problems of managing business processes of multimodal freight transportation. The literature review is based on the experience of overseas countries and companies in this direction. The problems of transportation of goods in Georgia and their statistical or other accounting sources are described. The characteristics of marine, railway, road, air and inland transport are analyzed. The advantages and disadvantages of each are separated. Explains multimodal transportation improvement issues in terms of optimization of international cargo movement. Functional tasks of operational management and monitoring services and their possible automation are also considered.

Using modern information technologies, such as Business Process Modeling Notation (BPMN, based on the Process-oriented Bizagi Modeler), Enterprise Resource Planning and Management System (ERP), Customer Relationship System (CRM), Simulation Modeling System based on Petri Color Networks (CPN), are

modeled on appropriate models. On the basis of which quantitative analysis of certain characteristics can be carried out.

International level of development of the abovementioned field and broadening of its use in Georgia are discussed in the present work as well as analysis of types of multimodal shipments with emphasis on modeling and improving automation of business processes of a freight forwarding business based on modern information technologies. BPMN diagrams of business processes in multimodal transportation have been developed based on process-oriented and object-oriented approaches. Multimodal transportation business process support system infrastructure is proposed. Structure of management information system of the problem area has been designed with database, monitoring and decision making blocks.

The present work presents the database design for Multimodal Freight Forwarding MIS system, development of software and user interfaces using CASE design and hybrid programming technologies. In particular, this work proposes conceptual schemes for multimodal freight forwarding (ship, rail, motor and air transport modes) problem areas with tables of Customer (owner of cargo), cargo (transportation object) and supplier – freight forwarder, with Object-Role and Entity Relationship modeling (ORM/ERM) instruments, developed using Visual Studio .NET Framework 4.5 and Ms SQL Server 2014 package.

The Dissertation also presents topics related to construction and research of simulation models for dynamic business processes in multimodal transportation using Petri Nets. Such models are constructed based on class and statechart diagrams of unified modeling language. Standard and non-standard statechart diagrams have been constructed for the problem area of multimodal transportation (sea, rail, motor and air transport). The dynamic diagrams of UML and isomorphism of Petri Nets' graph, it is possible to make research on activity and statechart models using Petri Nets. Simulation will be done using PetNet++ and CPN packages, while software generation of classes - using Visual Studio.NET 2015 platform.

This work also presents software development related to developing a distributed computer system to support business process management in multimodal freight forwarding. System infrastructure of a corporate system is presented using service-oriented architecture. Flexible user interfaces are developed using hybrid programming technologies (WPF,WCF) with data processing and mobile data transfer technologies. This thesis also emphasizes development of user interfaces and data transfer services using mobile technologies. This work proposes cloud services for applying to database for the corporate web-portal.

System for communication on distance among forwarders, carriers and customers is accomplished by means of Ms SharePoint Server, Ms SharePoint Designer, Ms SQL Server, Business Data Connectivity Service and dynamic forms of MsInfopath. The system developed enables members of a company to unify colleagues located at long distances using a single information portal, for them to efficiently manage information during its the whole life cycle. The system also enables for efficient decision making; efficient document handling based on real time access of various users.