

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

გიორგი სურგულაძე

მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნესპროცესების
ავტომატიზებული მართვა

წარმოდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

სადოქტორო პროგრამა „ინფორმატიკა“

შიფრი 0401

თბილისი, 0175, საქართველო

ივლისი, 2017 წელი

საავტორო უფლება © 2017 წელი, გიორგი სურგულაძე

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

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერნი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით გიორგი სურგულაძის მიერ შესრულებულ სადოქტორო ნაშრომს დასახელებით: „მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნეს-პროცესების ავტომატიზებული მართვა“ და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

თარიღი 12 ივლისი 2017 წელი

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

რეცენზენტი: ტ.მ.კ., პროფ. თ. სუხიაშვილი

რეცენზენტი: ტ.მ.კ., ასოც.პროფ. დ. გულუა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სადისერტაციო საბჭოში დისერტაციის წარდგენა: 24 აპრილი, 2017

ავტორი: გიორგი სურგულაძე

თემის დასახელება: „მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნესპროცესების
ავტომატიზებული მართვა“

ფაკულტეტი: ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების

სამიებელი აკადემიური ხარისხი: დოქტორი

სხდომა ჩატარდება: ივლისი 2017 წელი

„ინდივიდუალური პიროვნებების ან ინსტიტუტების მიერ ზემომოყვანილი დასახელების ნაშომის გაცნობის მიზნით მოთხოვნის შემთხვევაში მისი არაკომერციული მიზნებით კოპირებისა და გავრცელების უფლება მინიჭებული აქვს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს.

ავტორის ხელმოწერა: _____

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

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

რეზიუმე

დისერტაციაში წარმოდგენილია ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნესპროცესის არსი, მნიშვნელობა, პრობლემები, მათი გადაწყვეტის კონცეფცია ლოგისტიკური მენეჯმენტის მხარდამჭერი მართვის ავტომატიზებული სისტემის დაპროექტებისა და შესაბამისი ბიზნეს-პროცესების ავტომატიზაციის გზით.

მოცემულია ლიტერატურის მიმოხილვა ამ მიმართულებით საზღვარგარეთის მოწინავე ქვეყნების და კომპანიების გამოცდილების საფუძველზე. აღწერილია საქართველოში ტვირთების გადაზიდვის პრობლემები და მათი სტატისტიკური ან სხვა საადრიცხვო წყაროების არსებობის მდგომარეობა.

გაანალიზებულია საზღვაო, სარკინიგზო, ავტოსატრანსპორტო, საჰაერო და შიგა წყლების გადაზიდვების 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.

თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენებით, როგორებიცაა ბიზნესპროცესების მოდელირების სისტემა (BPMN, პროცეს-ორიენტირებული Bizagi modeler-ის გამოყენებით), საწარმოო რესურსების დაგეგმვის და მართვის სისტემა ERP, კლიენტებთან ურთიერთობის სისტემა CRM, იმიტაციური მოდელირების სისტემა პეტრის ფერადი ქსელების საფუძველზე (CPN) და სხვ., აგებულია შესაბამისი მოდელები, რომელთა საფუძველზე შესაძლებელია გარკვეული მახასიათებლების რაოდენობრივი ანალიზის ჩატარება.

სადისერტაციო ნაშრომში, რომელიც ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნესპროცესების მენეჯმენტის პრობლემებისა და ამოცანების გადაწყვეტის საკითხებს ეძღვნება თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენების საფუძველზე ლოგისტიკის სფეროში, შემოთავაზებულია მულტიმოდალური გადაზიდვების სახეების კრიტიკული ანალიზი, ყურადღება გამახვილებულია ექსპედიტორული სამსახურის ბიზნესპროცესების მოდელირებისა და ავტომატიზაციის სრულყოფის საკითხებზე.

აგებულია მულტიმოდალური გადაზიდვების BPMN და UML დიაგრამების პროცეს- და ობიექტორიენტირებული მიდგომებით.

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

ნაშრომში განსაკუთრებული ყურადღება აქვს დამობილი ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების მართვის ავტომატიზებული სისტემის მონაცემთა ბაზის დაპროექტებას, მისი პროგრამული რეალიზაციის და მომხმარებელთა ინტერფეისების აგების საკითხებს დაპროექტების CASE-და დაპროგრამების ჰიბრიდული ტექნოლოგიებით. კერძოდ, შემოთავაზებულია მულტიმოდალური გადაზიდვების (გემი, რკინიგზა, ავტო- და საჰაერო ტრანსპორტი) საპრობლემო სფეროსთვის მულტიმოდალური გადაზიდვის პროცესების სტანდარტული და არასტანდარტულ მდგომარეობათა დიაგრამები. აგებულია მათი ტრიგერების ფუნქციები და მოვლენების მოდელები შესაბამისი მეთოდების გამოძახებით. აგრეთვე მონაცემთა განაწილებული ბაზის ასაგებად განსაზღვრულია კონცეპტუალური სქემები კლიენტის (ტვირთის მფლობელი), ტვირთის (გადაზიდვის ობიექტი) და მიმწოდებლის (გადამზიდავი) ცხრილებით, ობიექტ-როლური და არსთა დამოკიდებულების მოდელირების (ORM/ERM) ინსტრუმენტებით Visual Studio .NET Framework 4.5 გარემოში და Ms SQL Server 2014 პაკეტით.

დისერტაციაში წარმოდგენილია აგრეთვე ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების დინამიკური ბიზნეს პროცესების იმიტაციური მოდელების აგების და კვლევის საკითხები პეტრის კლასიკური და ფერადი ქსელების გამოყენებით. ამ მოდელების კონსტრუირება ხორციელდება უნიფიცირებული მოდელირების ენის კლასებისა და მდგომარეობათა დიაგრამების საფუძველზე. შემუშავებულია მულტი-მოდალური გადაზიდვების (გემი, რკინიგზა, ავტო- და საჰაერო ტრანსპორტი) საპრობლემო სფეროს სტანდარტულ და არასტანდარტულ მდგომარეობათა (Statechart) დიაგრამები. 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.

ნაშრომში დამუშავებულია ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნეს პროცესების მართვის მხარდამჭერი განაწილებული კომპიუტერული სისტემის პროგრამული რეალიზაციის საკითხი. წარმოდგენილია კორპორაციული სისტემის ინფრასტრუქტურა სერვის-ორიენტირებული არქიტექტურით. დაპროგრამების ჰიბრიდული ტექნოლოგიების (WPF, WF, WCF) გამოყენებით აგებულია მომხმარებელთა მოქნილი ინტერფეისები მონაცემთა დამუშავებისა და გადაცემის მობილური ტექნოლოგიებით. დისერტაციაში ყურადღება გამახვილებულია აგრეთვე მომხმარებელთა ინტერფეისების დამუშავებისა და მონაცემების დისტანციურად გადაცემის სერვისებზე *მობილური* ტექნოლოგიებით. შემოთავაზებულია მონაცემთა ბაზასთან მიმართვის ღრუბლოვანი სერვისები კორპორაციული ვებ-პორტალისათვის.

კორპორაციის ექსპედიტორების, გადამზიდავებისა 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.

დამუშავებული სისტემა საშუალებას აძლევს კორპორაციის თანამშრომლებს გააერთიანონ ტერიტორიულად დაშორებულ ფილიალებში მყოფი თანამშრომლები ერთ სივრცეში ერთიანი ინფორმაციული პორტალის საშუალებით; ეფექტურად მართონ ინფორმაცია, მისი მთელი სასიცოცხლო ციკლის მანძილზე; სწრაფად მიიღონ გადაწყვეტილებები; ეფექტურად იმუშაონ დოკუმენტებთან სხვადასხვა მომხმარებლის ერთდროულად წვდომის ხარჯზე.

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, WF, 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.

შინაარსი

| | |
|--|-----------|
| შესავალი | 18 |
| I თავი. ლიტერატურის მიმოხილვა: მულტიმოდალური გადაზიდვების პრობლემები, ამოცანები და ბიზნესპროცესების ავორმატიზაციის კონცეფცია | 22 |
| 1.1. ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების სფეროს მიმოხილვა | 22 |
| 1.1.1. საზღვაო ტრანსპორტის დახასიათება | 24 |
| 1.1.2. საჰაერო ტრანსპორტის დახასიათება | 26 |
| 1.1.3. ავტოტრანსპორტის დახასიათება | 27 |
| 1.1.4. საჰაერო ტრანსპორტის დახასიათება | 28 |
| 1.1.5. შიგა წყლის ტრანსპორტის დახასიათება | 29 |
| 1. 2. სატრანსპორტო გადაზიდვების მდგომარეობა საქართველოში და ინფორმაციული დეფიციტი | 30 |
| 1. 3. ლოგისტიკური მენეჯმენტის საფუძვლები და სატრანსპორტო გადაზიდვები | 31 |
| 1. 4. საწარმოო რესურსების დაგეგმვის სისტემა (ERP) | 32 |
| 1. 5. კლიენტებთან ურთიერთობის მართვის მოდელი (CRM) | 35 |
| 1. 6. ბიზნეს-პროცესების მოდელირების სტანდარტული ენა (BPMN)..... | 36 |
| 1. 7. სატრანსპორტო გადაზიდვების ბიზნეს-პროცესების მოდელირება Bizagi ინსტრუმენტული საშუალებით | 38 |
| 1. 8. სატრანსპორტო გადაზიდვების დინამიკური პროცესების კვლევა პეტრის ფერადი ქსელებით (იმიტაციური მოდელირება) | 42 |
| 1.9. პირველი თავის დასკვნა | 46 |
| II თავი. შედეგები და მათი განსჯა: მულტიმოდალური გადაზიდვების მართვის საინფორმაციო სისტემის ინფრასტრუქტურისა და ფუნქციურ მოთხოვნილებათა განსაზღვრა | 47 |
| 2.1. მულტიმოდალური გადაზიდვების მომსახურების სახეების განვითარება | 47 |
| 2.2. სატრანსპორტო გადაზიდვების ბიზნესპროცესების მოდელირება BPMN ინსტრუმენტით | 50 |
| 2.3. მულტიმოდალური გადაზიდვების მართვის საინფორმაციო სისტემის რეალიზაციის მხარდაჭერი ინფრასტრუქტურა | 56 |
| 2.4. მულტიმოდალური გადაზიდვების ინფორმაციული რესურსები: ობიექტები, თვისებები და კონცეპტუალური მოდელი | 58 |
| 2.5. მულტიმოდალური გადაზიდვების სისტემის მომხმარებელთა ინტერფეისული სცენარების დაპროექტება ინტერაქტიული მოდელების საფუძველზე (UML-ტექნოლოგიით) | 62 |
| 2.6. მეორე თავის დასკვნა | 76 |
| III თავი. მულტიმოდალური გადაზიდვების მართვის საინფორმაციო სისტემის ობიექტ-ორიენტირებული დაპროექტება და მონაცემთა ბაზის სტრუქტურის აგება | 77 |

| | |
|--|------------|
| 3.1. მულტიმოდალური გადაზიდვების საინფორმაციო სისტემის კლასებისა და კლასთა-ასოციაციის დიაგრამების აგება | 77 |
| 3.2. კლასთა დიაგრამიდან კოდის გენერაციის პროცესი | 85 |
| 3.3. მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნეს-პროცესების მოდელირება UML-ის მდგომარეობათა (Statechart) დიაგრამებით | 89 |
| 3.3.1. მულტიმოდალური გადაზიდვების პროცესის მდგომარეობათა დიაგრამების დაპროექტება | 92 |
| 3.3.1.1. ტვირთის მულტიმოდალური გადაზიდვის სტანდარტული Statechart-მოდელი | 92 |
| 3.3.1.2. ტვირთის მულტიმოდალური გადაზიდვის არასტანდარტული შემთხვევების Statechart-მოდელი | 97 |
| 3.3.1.2.1. მოვლენა_1: ფორს-მაჟორული სიტუაცია გადატვირთვის ან დანიშნულების პორტში | 97 |
| 3.3.1.2.2. მოვლენა_2: მულტიმოდალური გადაზიდვა გამონაკლისი სიტუაციით | 99 |
| 3.3.1.2.3. მოვლენა_3: დემურაჟის და მოცდენის ხარჯების ანგარიში | 101 |
| 3.4. მულტიმოდალური გადაზიდვების სისტემის მონაცემთა ბაზის დაპროექტება და რეალიზაცია | 103 |
| 3.4.1. კონცეპტუალური სტრუქტურის აგება ORM მოდელით | 104 |
| 3.4.2. კონცეპტუალური სტრუქტურის აგება ERM მოდელით | 105 |
| 3.4.3. მონაცემთა ბაზასთან მუშაობის ინტერფეისი | 108 |
| 3.5. მესამე თავის დასკვნა | 108 |
| IV თავი. მულტიმოდალური გადაზიდვების დინამიკური პროცესების იმიტაციური მოდელის აგება და კვლევა პეტრის ქსელების ბაზაზე | 110 |
| 4.1. პეტრის ქსელების კლასიფიკაცია და იმიტაციური მოდელირება | 111 |
| 4.1.1. პეტრის კლასიკური (დაბალი დონის) ქსელები | 112 |
| 4.1.2. პეტრის სტოქასტიკური ქსელები | 115 |
| 4.1.3. პეტრის სისტემური ფერადი ქსელები | 117 |
| 4.2. მულტიმოდალური გადაზიდვების იმიტაციური მოდელის აგება და კვლევა პეტრის კლასიკური ქსელების საუბველზე | 121 |
| 4.3. მულტიმოდალური გადაზიდვების იმიტაციური მოდელის აგება და კვლევა პეტრის ფერადი ქსელების საუბველზე | 128 |
| 4.4. მეოთხე თავის დასკვნა | 130 |
| V თავი. მულტიმოდალური გადაზიდვების ლოგისტიკური მენეჯმენტის ბიზნესპროცესების ავტომატიზაცია | 131 |
| 5.1. MsSQL Server მონაცემთა ბაზის აგების პროცესის ავტომატიზაცია Visual Studio.NET Framework 4.5 პლატფორმაზე | 131 |
| 5.1.1. მულტიმოდალური გადაზიდვების კონცეპტუალური მოდელის ასახვა Data Definition Language ფაილის სახით | 131 |
| 5.1.2. SQL Server ბაზის და მისი ცხრილების შექმნის პროცესის ავტომატიზაცია | 136 |

| | |
|--|-----|
| 5.2. სერვის-ორიენტირებული არქიტექტურის პროგრამული კომპონენტების დამუშავება მულტიმოდალური გადაზიდვების ავტომატიზებული სისტემისათვის | 143 |
| 5.2.1. მონაცემებთან წვდომის მექანიზმი გეგრაფიულად დაშორებული მომხმარებლისთვის | 143 |
| 5.2.2. მონაცემთა მანიპულირება მობილური ტექნიკის გამოყენებით | 148 |
| 5.3. მეხუთე თავის დასკვნა | 149 |
| დასკვნა | 150 |
| გამოყენებული ლიტერატურა | 153 |

ცხრილების ნუსხა

| | | |
|----------|--|-----|
| ცხრილი 1 | კლიენტი-ფირმა ურთიერთობის მიდგომები | 37 |
| ცხრილი 2 | ფაქტის ტიპების (პრედიკატების) ცხრილი | 103 |
| ცხრილი 3 | ფაქტების ვერბალიზაციის ცხრილი | 107 |
| ცხრილი 4 | პეტრის ქსელის გრაფის პოზიციების დანიშნულება | 125 |
| ცხრილი 5 | პეტრის ქსელის გრაფის გადასასვლელების დანიშნულება ... | 125 |

ნახაზების ნუსხა

| | | |
|--------|---|----|
| ნახ.1 | ERP რეალიზაციის სტრატეგიული მოდელი | 35 |
| ნახ.2 | ტვირთების გადაზიდვის პროცესის დიაგრამა | 42 |
| ნახ.3 | CPN-ინსტრუმენტის ვებ-გვერდი | 45 |
| ნახ.4 | CPN-ის სამუშაო გარემო | 45 |
| ნახ.5 | CPN-ქსელი | 46 |
| ნახ.6 | მონაცემთა ბაზის ატრიბუტების სია | 53 |
| ნახ.7 | მონაცემთა მოდელი - კონცეპტუალური სქემა | 54 |
| ნახ.8 | მომხმარებლის ინტერფეისის ფრაგმენტი | 55 |
| ნახ.9 | მომხმარებლის ინტერფეისი - „შესყიდვის მოთხოვნის რეგისტრაცია“ | 56 |
| ნახ.10 | მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნესპროცესების მართვის საინფორმაციო სისტემის ინფრასტრუქტურის სქემა | 58 |
| ნახ.11 | Object Explorer-ის ფრაგმენტი SQL Server 2012 R2 გარემოში | 62 |
| ნახ.12 | ER-სქემის ფრაგმენტი SQL Server 2012 R2 გარემოში | 62 |
| ნახ.13 | UML-ტექნოლოგიის 4-ეტაპიანი მოდელი | 63 |
| ნახ.14 | MultiModalTransUML პროექტის აგება | 65 |
| ნახ.15 | Visual Studio.NET სამუშაო გარემო | 65 |
| ნახ.16 | UseCase - დიაგრამა მულტიმოდალური გადაზიდვების სისტემისთვის | 66 |
| ნახ.17 | დავალების არჩევა | 67 |
| ნახ.18 | Activity Diagram-ის აგების დასაწყისი | 67 |
| ნახ.19 | მომავალი სისტემის აქტიურობათა დიაგრამა | 68 |
| ნახ.20 | პროექტის შიგთავსის ხე | 70 |
| ნახ.21 | Sequence-D როლისთვის „Clienti“ | 71 |
| ნახ.22 | როექტის Sequence დიაგრამის შიგთავსის ფრაგმენტი | 73 |
| ნახ.23 | Sequence-D ექსპედიტორისათვის “Expeditor” | 74 |
| ნახ.24 | Sequence-D გადამზიდვისათვის “Transporter” | 75 |
| ნახ.25 | კლასის ფორმირების მაგალითი VisualStudio.NET გარემოში | 79 |
| ნახ.26 | კლასის დამატება დიაგრამაზე | 79 |
| ნახ.27 | კლასთაშორის კავშირთა სახეები | 80 |
| ნახ.28 | მემკვიდრეობითი (inheritance) კავშირები ტრანსპორტის სახეების კლასებს შორის (კლასიფიკაცია) | 81 |
| ნახ.29 | მემკვიდრეობითი (inheritance) კავშირები ტვირთის სახეების კლასებს შორის (კლასიფიკაცია) | 83 |
| ნახ.30 | კლასების დიაგრამა MMT სისტემისათვის | 84 |
| ნახ.31 | პროგრამული პაკეტით ფორმირებული კლასების სია (VisualStudio.NET_2013/15) | 85 |
| ნახ.32 | სისტემის Solution Explorer კლასების დიაგრამებით | 86 |
| ნახ.33 | C# კოდების გენერაცია მულტიმოდალური გადაზიდვების Transport და Tvirti კლასების დიაგრამებისთვის | 87 |
| ნახ.34 | მიმდინარეობს C# კოდის გენერაციის პროცესი | 87 |
| ნახ.35 | შედეგები: ახალი C#-კლასის კოდები: Transport და Tvirtebi | 88 |
| ნახ.36 | შეკვეთების მენეჯმენტის სისტემის მდგომარეობათა დიაგრამა | 91 |

| | | |
|--------|--|-----|
| ნახ.37 | Statechart-ის პანელი (ა) და მდგომარეობათა დიაგრამის ზოგადი მაგალითი | 95 |
| ნახ.38 | სტანდარტული Statechart დიაგრამა ტვირთის გადაზიდვის პროცესისთვის | 96 |
| ნახ.39 | პორტში ფორს-მაჟორული სიტუაციის მდგომარეობის დიაგრამა | 99 |
| ნახ.40 | მდგომარეობათა დიაგრამა გამონაკლისი შემთხვევით. | 101 |
| ნახ.41 | დემურაჟის და მოცდენის ხარჯების მდგომარეობათა დიაგრამა | 103 |
| ნახ.42 | ORM დიაგრამა | 105 |
| ნახ.43 | ER მოდელი | 106 |
| ნახ.44 | კონცეპტუალური სქემის ასახვა ბარკერის მოდელით | 107 |
| ნახ.45 | Object Explorer-ის ფრაგმენტი SQL Server 2012 R2 გარემოში | 109 |
| ნახ.46 | დაბალი დონის პეტრის ქსელების 3 ქვეკლასი | 115 |
| ნახ.47 | კლასიკური პეტრის ქსელი „რესურსების განაწილების“ ამოცანა | 115 |
| ნახ.48 | სტოქსტური პეტრის ქსელი | 116 |
| ნახ.49 | მარკეტინგული ბიზნეს-პროცესების მოდელი CPN-ის გარემოში | 119 |
| ნახ.50 | CPN-ის ინტერფეისი | 120 |
| ნახ.51 | CPN ქსელის შექმნის და სიმულაციის ინსტრუმენტები | 122 |
| ნახ.52 | UML და PetNet იზომორფული ელემენტები | 123 |
| ნახ.53 | ტვირთის გადაზიდვის პროცესის სტანდარტული Statechart დიაგრამის შესაბამისი პეტრის ქსელის გრაფი | 124 |
| ნახ.54 | იმიტაციური პროცესის დასაწყისი და კონფლიქტურ კვანძთა ჯგუფები პეტრის ქსელის გრაფში (Visual Object Net++) | 126 |
| ნახ.55 | შუალედური მდგომარეობა, პროცესის დროითი მახასიათებლები | 127 |
| ნახ.56 | საბოლოო მდგომარეობა (Net++) და დროითი მახასიათებლები | 128 |
| ნახ.57 | იმიტაციური მოდელი CPN ქსელით „პროდუქციის მიწოდება“ | 129 |
| ნახ.58 | საბოლოო მდგომარეობა (ყველა პროდუქტი დამკვეთთანაა) | 130 |
| ნახ.59 | Properties და Solution Explorer | 132 |
| ნახ.60 | ბაზასთან კავშირის პარამეტრები | 135 |
| ნახ.61 | Multimodal ბაზის არჩევა | 136 |
| ნახ.62 | Multimodal მონაცემთა ბაზა აგებულია | 136 |
| ნახ.63 | მონაცემთა ბაზის დაკავშირება C#.NET პროგრამასთან | 137 |
| ნახ.64 | ინტერფეისის საილუსტრაციო მაგალითი | 138 |
| ნახ.65 | ახალი ჩანაწერის დამატება (Add) და ტექსტბოქსების გაწმენდა | 140 |
| ნახ.66 | მონაცემების შეცვლა – ბაზის განახლება (Update დილაკით) | 141 |
| ნახ.67 | წასაშლელად მომზადებული სტრიქონი | 143 |
| ნახ.68 | კორპორაციული საიტის გვერდი | 145 |
| ნახ.69 | SQL Server-ის არჩევა | 146 |
| ნახ.60 | SQL Server-ის მონაცემთა ბაზასთან დაკავშირება | 146 |
| ნახ.71 | ბაზის ველების არჩევა | 147 |
| ნახ.72 | ახალი სის შექმნა | 147 |
| ნახ.73 | ვებ-გვერდზე ასახული სია | 147 |
| ნახ.74 | გარე სიასთან მიმართვის უფლებების განსაზღვრა | 148 |
| ნახ.75 | მიმართვის უფლებების მინიჭება | 149 |
| ნახ.76 | ვებ-გვერდზე ასახული ცხრილი | 149 |
| ნახ.77 | ახალი კლიენტის დამატების ფორმა | 150 |

დისერტაციაში გამოყენებული აბრევიატურები

API - Application Programming Interface
ASP - Active Server Pages
BAM - Business Activity Monitoring
BCM - Business Continuity Management
BCP - Business Continuity Plan
BIA - Business Impact Analysis
BPD - Business Process Diagram
BPEL - Business Process Execution Language
BPM - Business Process Management
BPMN - Business Process Modeling Notation
BPR - Business Process Reengineering
CASE - Computer Aided System Engineering
CPN - Coloured Petri Network
CRM - Customer Relationship Management
DBMS - Data Base Management System
DDL - Data Definition Language
DML - Data Manipulation Language
ERP - Enterprise Resource Planning
IBM - International Business Machines Corporation
ICMP - Internet Control Message Protocol
IP - Internet Protocol
ISO - International Organization for Standardization
IT - Information Technology
LAN - local Area Network
Linux - Computer Operating System
MySQL Data Base Management System
ORM - Object Role Modeling
PC - Personal Computer
SAP - Systems, Applications & Products in Data Processing
SE - Software Engineering
SOA - Service Oriented Architecture
SQL - Structured Query Language
SQM - Software Quality Management
UML - Unified Modeling Language
WAN - Wide Area Network
WCF - Windows Communication Foundation
WPF - Windows Presentation Foundation
XML - Extensible Markup Language

მადლიერება

მინდა განსაკუთრებული მადლიერება გამოვთქვა ჩემი ხელმძღვანელის, ბატონი გიორგი გოგიჩაიშვილის მიმართ, რომელიც დისერტაციაზე მუშაობის პერიოდში მიწევდა ოპერატიულ და მნიშვნელოვან კონსულტაციებს და დროულად უზრუნველმყოფდა საჭირო იდეებითა და მასალებით.

მადლობას ვუხდი მართვის ავტომატიზებული სისტემების (პროგრამული ინჟინერიის) დეპარტამენტის პროფესორებს: ლილი პეტრიაშვილს, ნინო თოფურას, ხატია ქრისტესიაშვილს გაწეული დახმარებისათვის ერთობლივი სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისათვის, აგრეთვე პროფესორებს: გურამ ჩაჩანიძეს თეიმურაზ სუხიაშვილს, გულბაათ ნარეშელაშვილს - სამეცნიერო კოლუქციუმებზე მოცემული რჩევებისათვის. მადლობელი ვარ მას-დეპარტამენტის კოლეგების, რომელთა საქმიანი, მაღალკვალიფიციური რჩევები სამეცნიერო სემინარებსა თუ პირად შეხვედრებზე ხელს მიწყობდა დასახული მიზნის მიღწევაში. მადლობას ვუხდი ჩემ სამსახურს „საერთაშორისო გადაზიდვების ფირმა ARAMEX“-ის კოლეგებს, სადაც როგორც გადაზიდვების მენეჯერი პრაქტიკულად ვსწავლობდი და ვიყენებდი უნივერსიტეტში მიღებულ ცოდნას.

მადლობელი ვარ ასევე ჩემი მეგობრების, ოჯახის წევრების რომლებიც ასევე გვერდში მედგნენ, მამხნევებდნენ და მეხმარებოდნენ მთელი ამ ხნის განმავლობაში.

შესავალი

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 მულტიმოდალური გადაზიდვის (და არა მხოლოდ) აღრიცხვის პრობლემები სახეზეა. არ არსებობს ერთიანი სისტემა (მონაცემთა ბაზა) საქართველოში შემომავალი და გამავალი (სატრანზიტო) ტვირთების ზუსტი აღრიცხვის მიზნით, და შესაბამისად, ამ პრობლემების გადაწყვეტის მექანიზმები. სტატისტიკური ან სხვა სააღრიცხვო წყაროების არსებობის დეფიციტი აშკარაა.

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

დისერტაციის **პირველ თავში** გადმოცემულია ლიტერატურული წყაროების ანალიზი მულტიმოდალური გადაზიდვების საერთაშორისო პრაქტიკის შესახებ. აგრეთვე დისერტაციის ავტორის საქმიანი გამოცდილების პრაქტიკული მოდვაწეობის ანალიზის შედეგები საქართველოს რკინიგზაში, თბილისში არსებული ფრანგული და არაბული ქვეყნების ტვირთების გადაზიდვის კერძო ფირმებში (როგორც გადაზიდვების მენეჯერის, ექსპედიტორის თანამდებობაზე მუშაობისას). უპირველეს ყოვლისა ჩატარებულია ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების სფეროს ბიზნეს-პროცესების ანალიზი, კლასიფიცირებულია საზღვაო,

სარკინიგზო, ავტო, საჰაერო და შიგა წყლების ტრანსპორტის სახეები და განსაზღვრულია მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეები.

გამოკვლეულია საქართველოში სატრანსპორტო გადაზიდვების საერთო მდგომარეობა, მისი ერთიანი სააღრიცხვო სისტემის თვალსაზრისითა და არსებული ინფორმაციული დეფიციტით. ლოგისტიკური მენეჯმენტის ბაზაზე განხილულია სატრანსპორტო გადაზიდვების ბიზნეს-პროცესები საწარმოო რესურსების დაგეგმვისა (ERP) და კლიენტებთან ურთიერთობის მართვის მოდელები (CRM). დასმულია მულტიმოდალური გადაზიდვების მენეჯმენტის ბიზნესპროცესების ავტომატიზაციის ამოცანა. კერძოდ, შემოთავაზებულია ექსპედიტორული სამსახურის და ოპერატორ-მენეჯერის ფუნქციების ობიექტ-ორიენტირებული და პროცეს-ორიენტირებული მოდელების აგება ბიზნეს-პროცესების მოდელირების ნოიტაციისა (BPMN) და უნიფიცირებული მოდელირების ენის (UML) საფუძველზე. სატრანსპორტო გადაზიდვების დინამიკური პროცესების კვლევისათვის კი შემოთავაზებულია პეტრის კლასიკური და ფერადი ქსელების გრაფო-ანალიზური მათემატიკური თეორიის (CPN) გამოყენება.

მეორე თავში წარმოდგენილია მულტიმოდალური გადაზიდვების მართვის საინფორმაციო სისტემის ინფრასტრუქტურა და ფუნქციონალურ მოთხოვნილებათა ერთობლიობა. ამ მიზნით ჩატარდა საპრობლემო სფეროს ინფორმაციულ-სტრუქტურული და ობიექტ-ორიენტირებული ანალიზი და მოდელირების საფუძველზე აგებულ იქნა სისტემის მომხმარებელთა ინტერფეისული სცენარები, ხოლო არსებული ბიზნეს-პროცესებისა და ბიზნეს-წესების საფუძველზე - პრეცედენტებისა და აქტიურობათა დიაგრამები (მოდელები). ინსტრუმენტული საშუალების სახით გამოყენებულ იქნა უნიფიცირებული მოდელირების ენა (UML).

ნაშრომის **მესამე თავში** განხილულია მულტიმოდალური გადაზიდვების მართვის ავტომატიზებული სისტემის ობიექტ-ორიენტირებული დაპროექტების ეტაპის ამოცანების გადაწყვეტა. კერძოდ, შემუშავებულია სისტემის კლასთა-ასოციაციის დიაგრამები პროგრამული კოდების

ავტომატიზებული გენერაციით, აგრეთვე აგებულია სისტემის მდგომარეობათა დიაგრამები სტანდარტული და არასტანდარტული ბიზნეს-პროცესებისათვის. ამ მიზნით წარმოდგენილია სხვადასხვა ტიპური სიტუაციის შესაბამისი მოვლენები (შეტყობინებათა სახით) და მათი გადაწყვეტის შესაბამისი მეთოდები.

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 და შემდგომ მისი შესაბამისი ლოგიკური და ფიზიკური სტრუქტურების გადატანა მონაცემთა რელაციური ბაზების სისტემაში Ms SQL Server 2012/14 პაკეტის გამოყენებით.

მეოთხე თავი ეხება მულტიმოდალური გადაზიდვების სისტემის დინამიკური ბიზნეს-პროცესების მოდელირებისა და კვლევის ამოცანის გადაწყვეტას 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, რაც წინა თავებში იქნა დამუშავებული. 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. პრტრის ფერადი ქსელები (CPN) მაღალი დონის სისტემურ ქსელთა კლასს მიეკუთვნება, იგი ფლობს ობიექტ-ორიენტირებული მოდელირების ძირითად თვისებებს, როგორცაა იერარქიულობა, მემკვიდრეობითობა, ასევე მასში შესაძლებელია სტოქასტიკური პროცედურების ჩასმა და შემდეგ მთლიანი ქსელის ანალიზის ჩატარება რაოდენობრივი მახასიათებლების მისაღებად.

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.

I თავი. ლიტერატურის მიმოხილვა:

მულტიმოდალური გადაზიდვების პრობლემები, ამოცანები და ბიზნეს-პროცესების ავტომატიზაციის კონცეფცია

1.1. ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების სფეროს მიმოხილვა

მულტიმოდალური გადაზიდვა გულისხმობს ორი ან მეტი ტრანსპორტის სახეობის გამოყენებას ერთიანი გადაზიდვის პროცესში [1,2]. გამომდინარე იქიდან, რომ აღნიშნული ტიპის გადაზიდვაში მონაწილეობს რამდენიმე სახეობის ტრანსპორტი, მასში აუცილებლად გავლენას იქონიებს თითოეული სახეობის, როგორც დადებითი, ისევე უარყოფითი თვისებები. არ უნდა ჩავთვალოთ, რომ რადგან გადაზიდვა მულტიმოდალურია, იგი რაიმენაირად ამცირებს იმ რისკებს, რომლებიც ინტეგრირებულია თითოეული, ცალკეული სახეობის ტრანსპორტის გამოყენებაში.

ტვირთების გადამზიდვებზე ორგანიზაციებს ექსპედიტორებს უწოდებენ [2]. ასეთი ტიპის კომპანიების ძირითად საქმიანობა ტვირთების ექსპედიტირებაა. საყოველთაოდ მიჩნეულია, რომ საექსპედიტორო სფერო მსოფლიოში მასშტაბით ხასიათდება როგორც მაღალფრაგმენტირებული, მრავალი მონაწილითა და მათ შორის სხვადასხვა სახის ურთიერთ-ქმედებებით [2,3].

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 [4].

იმისათვის, რომ გავიაზროთ თუ რა უარყოფითი თუ დადებითი თვისებები და შესაბამისი რისკები ახასიათებს თითოეული ტრანსპორტის სახეობას, საჭიროა უფრო ახლოს გავეცნოთ მათ მახასიათებლებს.

1.1.1. საზღვაო ტრანსპორტის დახასიათება

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 გადამზიდავის სახელით დანიის ერთ-ერთი პორტიდან არგენტინის მიმართულებით, ტერმინალების გავლით, რომლებსაც ჰონგკონგელი და ავსტრალიელი პორტის ოპერატორები კონცესიის უფლებით განკარგავენ“ [5].

მონაცემთა ბაზა, რომელიც უნდა აიგოს მულტიმოდალური გადაზიდვებისათვის, მათ შორის საზღვაო ტრანსპორტის ოპერატიული მართვის მიზნით, საკმაოდ რთულ და დიდი სისტემების კლასს მიეკუთვნება [6]. უდავოა, რომ ასეთი ბეზების დაპროექტება, აგება, და ინფორმაციის დამუშავების შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფის შექმნა და სისტემის თანხლება საკმაოდ კომპლექსური, არატრივიალური ამოცანაა.

➤ **საერთაშორისო საზღვაო ტრანსპორტის უპირატესობანი:**

- დიდ მანძილზე გადაზიდვის დაბალი თვითღირებულება;

- გადაზიდვის გამტარუნარიანობა არ იზღუდება გზებითა და კომუნიკაციებით;
 - არ საჭიროებს კაპიტალურ დაბანდებებს გზების მოწყობის მიზნით;
 - შედარებით დაბალი საწვავის ხარჯი ერთეულ ტრანსპორტირების სამუშაოზე;
 - გადაზიდვის ოპტიმალური გზა.
- **საერთაშორისო საზღვაო ტრანსპორტის ნაკლოვანებანი:**
- გადაზიდვა დამოკიდებულია გეოგრაფიულ და ნავიგაციურ პირობებზე;
 - ტვირთების გადატვირთვისა და მაღალხარჯიანი საპორტო ინფრასტრუქტურის შექმნის აუცილებლობა;
 - გადაზიდვის შედარებით დაბალი სისწრაფე;
 - პორტებში წყლისა და გზების გაყინვის საშიშროება.
- **საერთაშორისო საზღვაო ტრანსპორტის გამოყენების ეკონომიკური მიზანშეწონილობა:**
- მასიური ტვირთების ტრანსპორტირებული გადაზიდვები დიდ მანძილებზე (გადაზიდვის საშუალო მანძილი შეადგენს 3000 კმ-ს, მინიმალური კი 500 კმ-ს)
 - გადაზიდვის არსებითი გზა კუნძულებით უხვ რეგიონებში;
 - გარე ვაჭრობის შედეგად მიღებული ტვირთებისა და უცხოელი მეფრახტეების ტვირთების გადაზიდვის უზრუნველყოფა და ა.შ.

ზოგადად, ყველასთვის ცნობილია, რომ საზღვაო ტრანსპორტი ტვირთის გადაზიდვის ყველაზე დაბალხარჯიანი მეთოდია. იგი უმნიშვნელოვანეს როლს თამაშობს საერთაშორისო, როგორც ნაყარი, ისე კონტეინერიზირებული ტვირთების გადაზიდვაში, რომელიც თავის მხრივ მულტიმოდალური ტრანსპორტირების, როგორც გლობალური ფენომენის ჩამოყალიბებასა და განვითარების ძირითადი მამოძრავებელი რესურსია.

მულტიმოდალური ტრანსპორტირებების განვითარებას მნიშვნელოვანად შეუწყობს ხელი ტვირთების კონტეინერიზაციამ და მათი დამუშავების (ჩატვირთვა-გადმოტვირთვა, სორტირება, გადაფუთვა, და ა.შ.) მექანიზაციამ, რამაც დამუშავების ხარჯებისა და დროის შემცირება გამოიწვია და შედეგად ეფექტურობამაც იმატა.

აუცილებელია აღინიშნოს, საზღვაო პორტების როლიც, რომლებიც მსოფლიოში საქონლის მოძრაობის ჯაჭვში მნიშვნელოვან როლს წარმოადგენს.

➤ **საზღვაო ტვირთების სახეობები**

საზღვაო ტვირთების სახეობების დაჯგუფება შესაძლებელია შემდეგ კატეგორიებად:

- **ნაყარი და დაშლილი ნაყარი ტვირთები** [7].

ნაყარი ტვირთის კატეგორიებს მიეკუთვნება თხევადი, მშრალი ნაყარი, ნეო-ნაყარი, ბორბლიანი და გაყინული/გაგრილებული ტვირთები.

- **თხევადი:** ნედლი ნავთბი, ნავთობპროდუქტების უმრავლესობა, ღვინო, გათხევადებული ნახშირი;
- **მშრალი ნაყარი:** მარცვლეული, შაქარი, ფხვნილები (ალუმინის ჟანგი, თიხამიწა, ცემენტი);
- **ნეო-ნაყარი:** ტყის პროდუქტები, ფოლადის პროდუქტები, ბეილირებული ჯართი
- **ბორბლიანი:** ავტომანქანები, სატვირთო მანქანები, სარკინიგზო ვაგონები
- **გაყინული/გაგრილებული:** ხორცი, ხილი, რძის პროდუქტები

1.1.2. სარკინიგზო ტრანსპორტის დახასიათება

➤ **სარკინიგზო ტრანსპორტის უპირატესობანი:**

- გზებისა და კომუნიკაციების აღჭურვა ნებისმიერ მშრალ ტერიტორიაზე, საბორნე გადატანების განხორციელების შესაძლებლობა;

- საწარმოების დიდ ნაწილთან სატრანსპორტო მიმოსვლის შესაძლებლობა;
- მაღალი გამტარობისა და გამავლობის უნარი;
- ტრანსპორტირების სისტემატიურობა არ არის დამოკიდებული სეზონზე, ამინდზე და დროზე;
- შედარებით დაბალი გადაზიდვის თვითღირებულება;
- გადაზიდვები მნიშვნელოვნად დიდ მანძილებზე;
- ტრანსპორტირება ხორციელდება გაცილებით სწრაფად ვიდრე საზღვაო ტრანსპორტის შემთხვევაში;
- გადასაზიდი ტვირთების მრავალფეროვნების მაღალი ხარისხი;
- გზისა და მოძრავი შემადგენლობის გამოყენების მაღალი მაჩვენებლები.

➤ **სარკინიგზო ტრანსპორტის ნაკლოვანებანი:**

- დიდი ოდენობით კაპიტალის ინვესტირების საჭიროება გზებისა და მუდმივად ექსპლუატაციაში მყოფი მოწყობილობების აღჭურვის მიზნით;
- მეტალის მოხმარების მაღალი მაჩვენებელი;
- სხვადასხვა ქვეყნებში განსხვავებული სიგანის სარკინიგზო გზები.

➤ **სარკინიგზო ტრანსპორტის გამოყენების ეკონომიკური მიზანშეწონილობა:**

მასიური ტვირთების დიდ მანძილებზე, რეგიონთაშორისი და ტრანსკონტინენტალური გადაზიდვები 400-ზე მეტი კილომეტრის მანძილზე.

1.1.3. ავტოტრანსპორტის დახასიათება

➤ **ავტოტრანსპორტის უპირატესობანი:**

- მანევრირებისა და მოძრაობის მაღალი მაჩვენებელი;
- კავშირი ყველა საწარმოსთან, ფაქტიურად ყველა გადაზიდვა იწყება და სრულდება ავტოტრანსპორტით;
- გადაზიდვის მაღალი სისწრაფე;

- შუალედური გადატვირთვების გარეშე გადაზიდვის შესაძლებლობა;
- მრავალ მარშრუტზე ავტონომიურად მოქმედების საშუალება;
- გადაზიდვის თვითღირებულების შემცირების საშუალება დიდ მანძილებზე მძიმეწონიანი ტვირთის გადაზიდვისას.

➤ ავტოტრანსპორტის ნაკლოვანებანი:

- დაბალი მწარმოებლურობა მასიური ტვირთის გადაზიდვისას;
- გადაზიდვის მაღალი თვითღირებულება;
- ტრანსპორტირების შესრულება დამოკიდებულია გზების მდგომარეობაზე;
- საგზაო ქსელში დიდი ოდენობის კაპიტალის ინვესტირების საჭიროება;
- შედარებით დაბალი ტექნოლოგიური მოქნილობა სხვადასხვა ტვირთის გაბარიტისა და წონის მიხედვით.

➤ ავტოტრანსპორტის გამოყენების ეკონომიკური მიზანშეწონილობა:

- მცირე ზომის ტვირთების გადაზიდვა ქალაქის მასშტაბით;
- ქალაქთაშორისი გადაზიდვები 400 მეტრზე ნაკლებ მანძილზე.

1.1.4. საჰაერო ტრანსპორტის დახასიათება

➤ საჰაერო ტრანსპორტის უპირატესობანი:

- გადაზიდვის მაღალი სიჩქარე;
- დიდ მანძილზე შეუჩერებელი ფრენა;
- გადაზიდვის მეტ-ნაკლებად ოპტიმალური მარშრუტის შერჩევის საშუალება.

➤ საჰაერო ტრანსპორტის ნაკლოვანებანი:

- გადაზიდვის მაღალი თვითღირებულება;
- შეზღუდვები ტვირთის სახეობის, გაბარიტისა და წონის მიხედვით;

- ტრანსპორტირების განხორციელება დამოკიდებულია კლიმატურ პირობებზე;
- სხვა სახეობის ტრანსპორტთან ურთიერთქმედების აუცილებლობა (აეროპორტებისა და ტვირთმიმღებებს შორის არსებული დიდი მანძილების გამო).

➤ **საჰაერო ტრანსპორტის გამოყენების ეკონომიკური მიზანშეწონილობა:**

- ტვირთების რეგულარული, სახაზო გადაზიდვები;
- მცირე ზომის, მაღალფასიანი ტვირთების გადაზიდვა;
- სასურსათე პროდუქტების, მედიკამენტებისა თუ სხვა მალფუჭებადი პროდუქციის სწრაფი გადაზიდვა;
- რთულად მისასვლელ რეგიონებში ვერტმფრენის/შვეულმფრენის მეშვეობით მოწყობილობების გადაზიდვისა და მონტაჟის საშუალება.

1.1.5. შიგა წყლის ტრანსპორტის დახასიათება

➤ **შიგა წყლის ტრანსპორტის უპირატესობანი**

- დიდი გამტარუნარიანობა ღრმა მდინარეებზე;
- გადაზიდვის შედარებით დაბალი თვითღირებულება;
- დაბალი ენერჯის დანახარჯი;
- შედარებით დაბალი კაპიტალური დანახარჯები, რომლებიც 3-4-ჯერ უფრო მცირეა, ვიდრე საავტომობილო გზების შენების ხარჯები.

➤ **შიგა წყლის ტრანსპორტის ნაკლოვანებანი**

- მდინარის ფარვატერის სირთულე ზღუდავს მაღალი ტვირთამწეობის გემების გავლადობას;
- მნიშვნელოვანი სეზონური შესვენებები;
- დაგრძელებული გადაზიდვის მარშრუტები;
- სხვა სახეობებთან შედარებით გადაზიდვის დაბალი სიჩქარე.

➤ **შიგა წყლის ტრანსპორტის გამოყენების ეკონომიკური მიზანშეწონილობა**

- მასიური ტვირთების განაწილება მდინარის ბასეინში მდებარე პუნქტების მიხედვით, სხვა სახეობის ტრანსპორტთან ურთიერთქმედების საფუძველზე;

- სატრანსპორტო სისტემები „მდინარე-ზღვა“;
- ტვირთების გადაზიდვა რაიონებში, რომლებშიც მდინარის ტრანსპორტი წარმოადგენს გადაზიდვის ერთადერთ სახეობას;
- მდინარეების იმ მსხვილი ბასეინების ინტეგრირება, რომლებიც სხვადასხვა კონტინენტებზე მდებარეობს;
- ისეთი ტვირთების ტრანსპორტირება და გადატვირთვა, რომლებზეც არ არის მოთხოვნა იქნას სწრაფად გადაზიდული.

მსოფლიო გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ ტვირთების მულტიმოდალური ტრანსპორტირების სისტემის შესწავლის მიზნით ხშირად გამოიყენება კომპიუტერული სიმულაციის მოდელები (იმიტაციური მოდელირება). თუმცა, აღნიშნული მოდელები ძირითადად გულისხმობს ტრანსპორტირების სხვადასხვა სახეობის ცალკეულ, იზოლირებულ მოდელებს, რომლებიც უგულებელყოფს სახეობებს შორის დინამიკურ ურთიერთქმედებებს, მაშინ როცა ტვირთების მულტი-მოდალური გადაზიდვის სისტემის მოდელი სწორედ სხვადასხვა სახეობებს შორის არსებულ კავშირებსა და ურთიერთქმედებებს უნდა მოიცავდეს [1].

1.2. სატრანსპორტო გადაზიდვების მდგომარეობა

საქართველოში და ინფორმაციული დეფიციტი

ტვირთის ტრანსპორტირების მომსახურებები ისეთ ქვეყანაში, როგორც საქართველოა, მისი ადგილმდებარეობიდან გამომდინარე, ხშირად მოითხოვს სხვადასხვა სახის ტრანსპორტის გამოყენებას, მათ შორის სახმელეთო, საზღვაო და საჰაერო სახეობებისას.

აღნიშნულის მიუხედავად, არსებული ეროვნული სატრანსპორტო ბაზრის ოპერაციული ეფექტურობის შეფასება შეუძლებელია, ვინაიდან არ

არსებობს არცერთი მაჩვენებელი, რომელიც მულტიმოდალური ქსელის მასშტაბით, აღნიშნული ბაზრის ეფექტურობის გასაზომად გამოდგებოდა.

ქვეყანაში ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების შესახებ არსებობს ძალზედ მწირი გამოცდილება. დღემდე არ არსებობს პოლიტიკური ინსტრუმენტები, რომლებიც საშუალებას მოგვცემდა აღნიშნული საკითხი შეგვესწავლა.

სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის (საქსტატი) ინფორმაციით, საქართველოში დღემდე არ ჩატარებულა ეროვნული კვლევა სატვირთო მოთხოვნის შესახებ.

1.3. ლოგისტიკური მენეჯმენტის საფუძვლები და

სატრანსპორტო გადაზიდვები

ლოგისტიკის საგანია სისტემებში არსებული ყველა მატერიალური და არამატერიალური ნაკადის კომპლექსური მართვა. უკანასკნელ წლებში ლოგისტიკის ბიზნესის სფეროში გაერთიანებულია ბიზნესის მრავალი მიმართულება, როგორც ეკონომიკაში, ისე მშენებლობაში, ტრანსპორტში, წარმოებაში, სოციოლოგიაში [9].

ლოგისტიკური კონცეფციის სიახლე სამრეწველო სისტემების მართვასთან მიმართებაში მდგომარეობს წარმოებისა და მოხმარების პროცესში მატერიალური დოვლათის მოძრაობის საკითხებისადმი ყოველმხრივ კომპლექსურ მიდგომაში. 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 ორი მნიშვნელოვანი საკითხის – ლოგისტიკური მენეჯმენტის და მიწოდებათა ჯაჭვების მართვის (Supply Chain Management - SCM) ცნებათა სწორ გაგებას [10].

ლოგისტიკური მენეჯმენტი აერთიანებს ყველა სახის ლოგისტიკური საქმიანობის მართვას წარმოების შიგნით და იგი განსაკუთრებულ

დამოკიდებულებაშია SCM-თან. მსოფლიოში საყოველთაოდ ცნობილი, ავტორიტეტული ორგანიზაციის – ლოგისტიკის მართვის საბჭოს – CLM (აშშ) ბოლო განმარტებით: „ლოგისტიკური მენეჯმენტი – არის პროცესის ნაწილი მიწოდებათა ჯაჭვებში, რომლის განმავლობაშიც წარმოებს საქონლის, მათი მარაგების, სერვისისა და დაკავშირებული ინფორმაციის ეფექტური და მწარმოებლური მარაგების დაგეგმვა, რეალიზაცია და კონტროლი მათი წარმოშობის ადგილიდან მოხმარების ადგილამდე მომხმარებელთა მოთხოვნილებების დაკმაყოფილების მიზნით“ [11].

ამრიგად, მიწოდებათა ჯაჭვების მართვა – ესაა 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 სისტემა) [12,38,40,41].

ორგანიზაციული მენეჯმენტის ბიზნესპროცესების ავტომატიზაცია ხორციელდება ლოგისტიკური მენეჯმენტის ამოცანების და ფუნქციების პროგრამული უზრუნველყოფის შექმნით. ორგანიზაციის საწარმოო რესურსების დაგეგმვის სისტემების სტანდარტული და გავრცელებული პაკეტებია ERP (ამერიკული) და 1С-Предприятие (რუსული ანალოგი) [13,38,40]. არსებობს ასევე „იარპი“-სისტემების ქართული ანალოგებიც [12].

1.4. საწარმოო რესურსების დაგეგმვის სისტემა (ERP)

ERP („იარპი“) სისტემა არის ინფორმაციული სისტემა, რომელიც ერთიან ფუნქციონალურ გარემოს ქმნის და მენეჯმენტს საშუალებას აძლევს მართოს ორგანიზაცია მსოფლიოში საუკეთესო ბიზნესპრაქტიკების და სტანდარტების გამოყენებით [12,14]. იარპი სისტემა ერთიან, უწყვეტ ჯაჭვში აერთიანებს ფინანსური მენეჯმენტის, ბუღალტერიის, წარმოების, მატერიალური მარაგების, დაგეგმარების, გაყიდვების, შესყიდვების, დისტრიბუციის, მარკეტინგის და სხვა ბიზნეს ერთეულების პროცესებს [37].

იარპი სისტემა ახდენს ორგანიზაციის მენეჯმენტის კომპლექსურ ავტომატიზაციას, მაგრამ ეს მხოლოდ კომპიუტერული სისტემების დანერგვა როდია. იარპი სისტემის დანერგვა ახალ მმართველობით კონცეფციაზე გადასვლაა, რომელიც თავის თავში გულისხმობს მართვის ახალი სტანდარტების და ინსტრუმენტების გამოყენებას. იგი დაფუძნებულია ცენტრალურ მონაცემთა ბაზის სისტემაზე და მოიცავს კომპანიის ყველა ბიზნესოპერაციას [12].

იარპი სისტემის დახმარებით კომპანია შეძლებს მოთხოვნების და მომარაგების განჭვრეტას და ბალანსირებას, შრომითი რესურსების ეფექტურად გამოყენებას, საჭირო ინფორმაციის ოპერატიულად მიღებას, ხარჯების და შემოსავლების დაგეგმვას და ანალიზს, აღრიცხვიანობის მოწესრიგებას, თვითღირებულების და მოგების კონტროლს. მისი მიზანი არის მომსახურების გაუმჯობესება, პროდუქტიულობის გაზრდა, ფასების შემცირება და ის ასევე ქმნის საფუძველს ეფექტური მომარაგებისთვის და ელექტრონული კომერციისთვის. ეს კეთდება გეგმის განვითარების საფუძველზე ისე, რომ საჭირო რესურსები – სამუშაო ძალა, საქონელი, და ფული – არის ხელმისაწვდომი საჭირო რაოდენობით, საჭირო დროს.

თავიდან ERP სისტემა აღმოცენდა საწარმოო ორგანიზაციაში, დღეს კი ERP სისტემებმა დაფარა ყველა ბიზნესპროცესი და ფუნქცია. ტიპური ERP მოდული შეიცავს: წარმოებას, მომარაგების ჯაჭვს, საწყობის მართვას, ფინანსებს, CRM (კლიენტებთან ურთიერთობას) და HR (კადრებს).

ERP არის ყველაზე ძვირადღირებული პროგრამული უზრუნველყოფა. სხვა სიტყვებით ERP სისტემები აერთიანებს ყველა მონაცემს და პროცესს ორგანიზაციის ერთ გაერთიანებულ სისტემაში. ERP სისტემის მიზანია:

- ორგანიზაციაში აღრიცხვიანობის მოწესრიგება და კონსოლიდაცია;
- სწორი მენეჯერული გადაწყვეტილებების მიღების შესაძლებლობა ზუსტ და აქტუალურ ინფორმაციაზე დაყრდნობით;
- ორგანიზაციის განვითარების სცენარების დაგეგმარებისა და მოდელირების შესაძლებლობა;

- ფინანსური საკითხების სწრაფი და ეფექტური გადაწყვეტა;
- ხარჯების და შემოსავლების დაგეგმა/ფაქტიური ანალიზი, გადასახადების კონტროლი;
- რეალური თვითღირებულების და მოგების კონტროლის შესაძლებლობა;
- წარმოების პროცესის ეფექტურობის გაზრდა და გამოშვებული პროდუქციის მომგებიანობის გაზრდა;
- ორგანიზაციის საქმიანობის გამჭვირვალობა კომპანიის მენეჯმენტისთვის და მფლობელებისთვის;
- მომხმარებლებთან მომსახურების გაუმჯობესება;
- პროდუქტიულობა, ფასების შემცირება.

1-ელ ნახაზზე მოცემულია ERP სისტემის რეალიზაციის სტრატეგიული გეგმის მოდელი [13]. განიხილება ERP სისტემის ოთხ-ეტაპიანი დანერგვის მეთოდოლოგია.



ნახ.1. ERP რეალიზაციის სტრატეგიული მოდელი

ამ ეტაპების გავლა აუცილებელია სისტემის წარმატებით დანერგვის განსახორციელებლად. ეს ეტაპებია:

- 1) ორგანიზაციის მზადყოფნის შეფასება ERP სისტემის დასანერგად;
- 2) სასურველი, ოპტიმალური ERP სისტემის შერჩევა სხვადასხვა ანალიტიკური საშალებების გამოყენებით;
- 3) კომპანიის შესწავლის, ანუ დიაგნოსტიკის ეტაპი.
- 4) სისტემის რეალიზაციის საშუალებების ჩამოყალიბება.

1. 5. კლიენტებთან ურთიერთობის მართვის მოდელი (CRM)

კომპანიის ფინანსური მდგომარეობის, მომსახურე პერსონალის, შემკვეთებზე და შემსრულებლებზე მონაცემთა ერთიანად წარმოდგენა ერთ-ერთი რთული ამოცანაა. ამ ამოცანის თავის გასართმევად შეიძლება გამოვიყენოთ რამდენიმე სხვადასხვა სახის სისტემა.

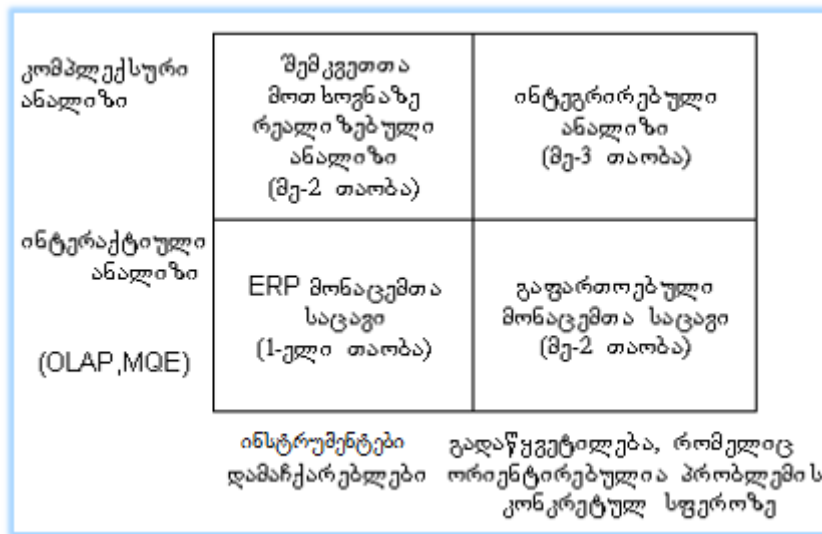
CRM (Customer Relationship Management) – სისტემა მოიპოვებს ინფორმაციას კლიენტებთან მომსახურე თანამშრომლებზე და მათ ურთიერთკავშირზე კონკრეტულ დამკვეთთან [10,52]. ადამიანური რესურსების მართვის სისტემაში იგივე ინფორმაცია წარმოდგენილია სხვა ფორმატით, რაც აგრეთვე მეორდება ფინანსურ სისტემაში განსხვავებული ფორმატით. მონაცემთა საცავების გამოყენებისას მონაცემთა ასეთი სახით წარმოდგენა არ ხდება, რადგან მოხდება მათი სხვადასხვა დონეზე გაერთიანება, მაგალითად:

- სრული და ურთიერთშეთანხმებული ინფორმაციის წარმოდგენა ფინანსებზე, შემკვეთებზე და თანამშრომლებზე;
- წარმოების და დაგეგმვის მაჩვენებლების წარმოდგენა;
- ინსტრუმენტთა ინფრასტრუქტურათა წარმოდგენის პროგრამული უზრუნველყოფა;
- პრობლემათა გადჭრის ეფექტურობის ამაღლება, გამოყენებულ სისტემათა და ინტეგრირებულ ინსტრუმენტთა შემცირების ხარჯზე.

სხვადასხვა სახის მიდგომა ფორმა-მწარმოებელზე ნაჩვენებია 1-ელ ცხრილში.

როგორც ნახაზიდან ჩანს ანალიზის პროცესის ჩატარება ეტაპობრივად განიცდის განვითარებას სრულყოფისაკენ, რომელიც თაობებად არის წარმოდგენილი და საბოლოოდ იღებს ინტეგრირებულ სახეს.

აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ ბოლო პერიოდში მსხვილმა კომპანია მწარმოებლებმა, როგორებიცაა SAP და Peoplesoft, მეორე თაობის ანალიზური სისტემის გამოყენებით მიაღწიეს უდიდეს წარმატებებს ეკონომიკისა და ბიზნესის სფეროში [10].



ფირმა SAP ბაზარზე გამოჩნდა მონაცემთა საცავებით და უშვებდა პროდუქტს დასახელებით Business Information Warehouse (BW). მის კომპონენტებს შორის იყო ასობით მონაცემთა ბაზა, მონაცემთა პროგრამული მართვის სქემები, ინტერაქტიული კვლევები, ეფექტურობის მაჩვენებლები და ა. შ. ინტეგრირებული ანალიზური სისტემის გამოყენებით მან შესაძლებელი გახდა თითოეული შემადგენელი კომპონენტის ექსპლუატაციის ღირებულების შემცირება, რაც დამკვეთთათვის მეტად მნიშვნელოვანი აღმოჩნდა.

1. 6. ბიზნეს-პროცესების მოდელირების სტანდარტული ენა (BPMN)

BPMN (Business Process Model and Notation) - ის ძირითადი მიზანი და დანიშნულებაა იყოს ადვილად გასაგები ყველა ბიზნესმომხმარებლისთვის დაწყებული ბიზნეს ანალიტიკოსებიდან, რომლებიც ქმნიან პროცესების დაწყებით ნახაზებს, ასევე ტექნიკური დეველოპერებისთვის, რომლებიც ნერგავენ ისეთ ტექნოლოგიას, რომელმაც უნდა შეასრულოს ეს პროცესები და დამთავრებული ბიზნეს გარემოს იმ წარმომადგენლებით, რომლებმაც უნდა განახორციელონ ამ პროცესების მართვა და მონიტორინგი [12].

BPMN ემნის სტანდარტიზირებულ ხიდს ბიზნესპროცესების მონახაზს, გეგმასა და ამ პროცესების განხორციელებას შორის. BPMN –

ბიზნესპროცესების დიაგრამა, რომელიც დაფუძნებულია ე. წ. „flowcharting” ტექნიკაზე. ის არის შექმნილი ბიზნესპროცესების ოპერაციის გრაფიკული მოდელების ასაგებად [33].

ბიზნესპროცესების დიაგრამა (BPD) შედგება გრაფიკული ელემენტებისგან, რომლითაც შესაძლებელია მარტივად შევქმნათ დიაგრამა, რომელიც იქნება ადვილად გასაგები ბიზნეს-ანალიტიკოსებისათვის. ელემენტები ისეა არჩეული, რომ იყოს ადვილად გარჩევადი და იყენებენ ისეთ ფიგურებს, რომლთა უმრავლესობა მათთვის ნაცნობია. მაგალითად, ქმედებები მართკუთხედებია და გადაწყვეტილებები – რომბისებრი.

შევვიძლია ხაზი გავუსვათ, რომ BPMN განვითარების ერთ-ერთი სტიმული იყო ისეთი მარტივი მექანიზმის ჩამოყალიბება ბიზნესპროცესების მოდელირებისთვის, რომ შესაძლებელი ყოფილყო ბიზნესპროცესების სირთულის მართვა. ამ მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად საჭიროა ნოტაციის გრაფიკული ასპექტების ორგანიზება სპეციფიკურ კატეგორიებში. ეს ქმნის ნოტაციის კატეგორიების მცირე ნაკრებს ისე, რომ ბიზნესპროცესების დიაგრამის (BPD) წამკითხველმა, მარტივად შეიცნოს ელემენტის ძირითადი ტიპები და გაიგოს დიაგრამა.

არსებობს ელემენტების ოთხი ძირითადი კატეგორია: ნაკადის ობიექტები (Flow Objects); შემაერთებელი (დამაკავშირებელი) ობიექტები (Connecting Objects); პროცესის მონაწილენი (Swimlanes) და არტიფაქტები (ნიმუშები - Artifacts).

ნაკადის ობიექტები ძირითადი გრაფიკული ელემენტებია, რომლებიც განსაზღვრავს ბიზნესპროცესების ყოფაქცევას. არსებობს სამი სახის ნაკადის ობიექტი: ხდომილებები (Events); ქმედებები (Activities) და გასასვლელები (Gateways). ნაკადის ობიექტების ერთმანეთთან ან სხვა ინფორმაციასთან დაკავშირების (შეერთების) სამი გზა არსებობს. არსებობს სამი სახის დამაკავშირებელი (შემაერთებელი) ობიექტი: მიმდევრობითი შესრულების ნაკადი (Sequence Flow); შეტყობინების ნაკადი (Message Flow) და გაერთიანება (Association);

პროცესის მონაწილეების საშუალებით მოდელირების ძირითადი ელემენტების დაჯგუფების ორი გზაა: გუბები (Pools) და ბილიკები (Lanes);

არტიფაქტები (ნიმუშები) გამოიყენება პროცესის შესახებ დამატებითი ინფორმაციის უზრუნველსაყოფად. არსებობს სამი სტანდარტიზირებული არტიფაქტი, მაგრამ მოდელირებს (მოდელერს) ან მოდელირების ინსტრუმენტებს შეუძლიათ დაამატონ რამდენიც საჭიროა იმდენი არტიფაქტი. BPMN-ს აქვს დამატებითი შესაძლებლობები სტანდარტიზირება გაუკეთოს არტიფაქტების დიდ სიმრავლეს საერთო გამოყენებისათვის. არტიფაქტების არსებული სიმრავლე მოიცავს: მონაცემების ობიექტს (Data Object); ჯგუფს (Group) და ანოტაციას (შენიშვნა – Annotation).

მომდევნო პარაგრაფში განვიხილავთ კონკრეტულ მაგალითს ტვირთების გადაზიდვის ბიზნეს-პროცესების მოდელირებისათვის.

1.7. სატრანსპორტო გადაზიდვების ბიზნეს-პროცესების მოდელირება

Bizagi - ინსტრუმენტი

ტული საშუალებით

განვიხილოთ ლოგისტიკური მენეჯმენტის ამოცანა ტვირთების გადაზიდვის ფირმის მაგალითზე [12,16]. კერძოდ პროდუქციის (ტვირთების) გადაზიდვის ბიზნესპროცესების ორგანიზაციის (ოპერატიული მართვის პროცესების) მოდელირების საკითხი Bizagi ინსტრუმენტით. ბიზნესპროცესის შინაარსი ასეთია:

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

დამკვეთი უკავშირდება ექსპედიტორს (ელ-ფოსტა, ტელეფონი, ფაქსი, ვიზიტი) და ათავსებს მოთხოვნას გადაზიდვის პირობების მიწოდებაზე. იმისათვის, რომ ექსპედიტორმა მიღებული მოთხოვნა დაამუშაოს, დამკვეთმა უნდა მიაწოდოს ტვირთის შესახებ ძირითადი დეტალები: ტვირთის სახეობა, დატვირთვის მისამართი, მიტანის მისამართი, შეფუთვის

სახეობა, ტვირთის რაოდენობა, შესაბამისი წონები და მოცულობები, სასურველი ვადები და სხვა (საჭიროებისამებრ, გადაზიდვის სპეციფიკიდან გამომდინარე);

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 უგზავნის კოტირებას ექსპედიტორს.

ექსპედიტორი მიღებულ ფასებს ამუშავებს და უგზავნის 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 უგზავნის (B/L, CMR, AWB, RWB თუ სხვა).

როცა ტვირთი მიუახლოვდება დანიშნულების ადგილს, ტრანსპორტიორი/აგენტი უგზავნის ექსპედიტორს შეტყობინებას ტვირთის ჩამოსვლის თარიღის მითითებით, რათა მან დროულად მოახდინოს დამკვეთის გაფრთხილება.

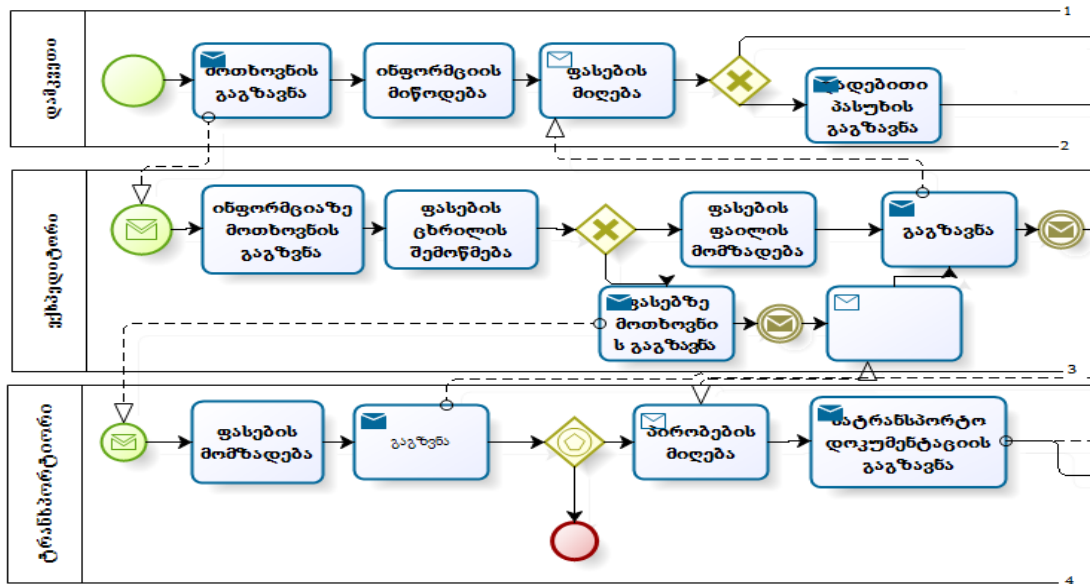
ექსპედიტორი უგზავნის დამკვეთს ტვირთის სავარაუდო ჩამოსვლის შეტყობინებას, თარიღის მითითებით. ექსპედიტორი ამზადებს და უგზავნის დამკვეთს გადაზიდვის ანგარიშს (ინვოისს).

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

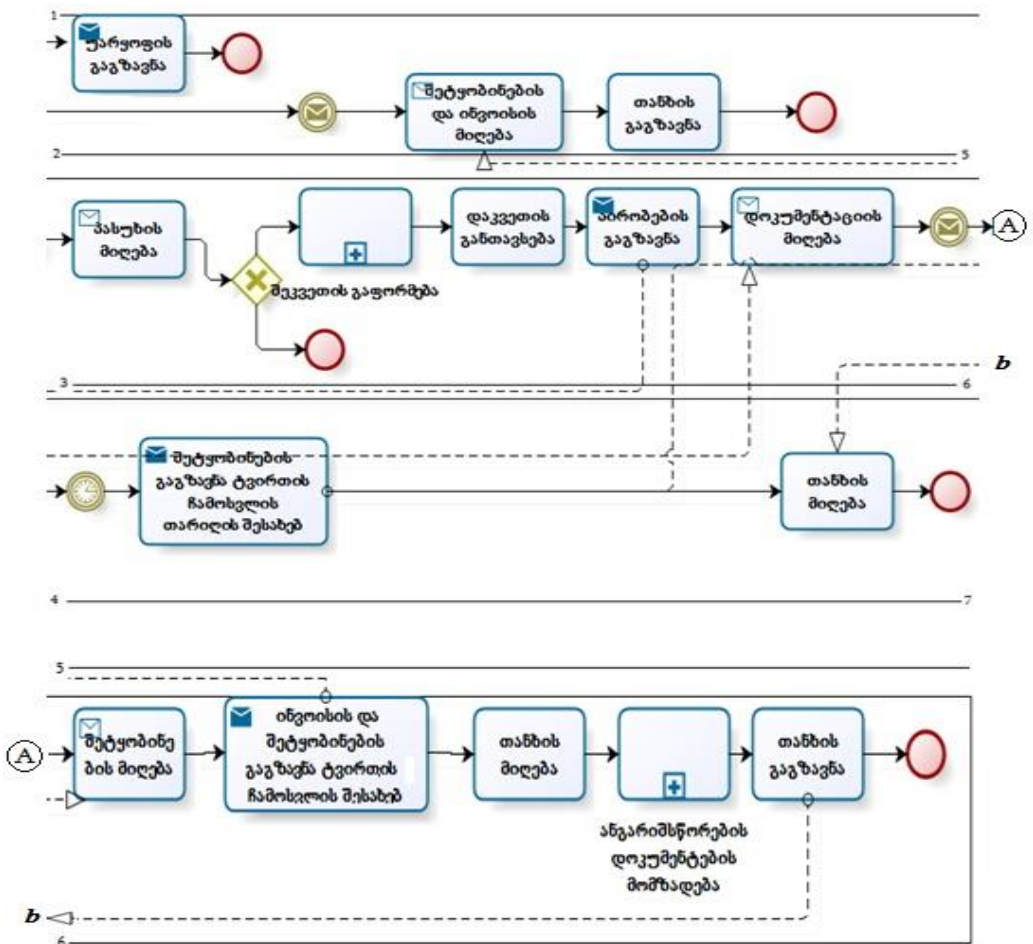
ექსპედიტორის ფინანსური დეპარტამენტი განიხილავს ინვოისს, ახდენს ანგარიშსწორების პროცესის მიდევნებას და თანხის მიღების შემდეგ ამოწმებს მის სისწორეს. შემდეგ კი ახდენს ტრანსპორტიორებთან და აგენტებთან ანგარიშსწორებას“.

მე-2 ნახაზზე მოცემულია ტვირთების გადაზიდვის ოპერატიული მართვის ჩვენს მიერ ტექსტურად აღწერილი ბიზნესპროცესის BPMN მოდელი. გამოყენებულ იქნა Bizagi Process modeler ინსტრუმენტი [12,16].

ეს ინსტრუმენტი საშუალებას გვამლევს სიმულაციის მოდულის გამოყენებით მოვახდინოთ კომპანიაში არსებული რესურსების მაქსიმალურად ეფექტური გამოყენება.



ნახ.2. ტვირთების გადაზიდვის პროცესის დიაგრამა (დასაწყისი)



ნახ.2. ტვირთების გადაზიდვის პროცესის დიაგრამა (გაგრძელება)

1.8. სატრანსპორტო გადაზიდვების დინამიკური პროცესების კვლევა პეტრის ფერადი ქსელებით (იმიტაციური მოდელირება)

მულტიმოდალური გადაზიდვების პროცესი, რომლის ძირითადი მიზანი ტვირთების ტრანსპორტირებაა მიმწოდებლიდან დამკვეთამდე, არის მომსახურების განაწილებული სისტემა. მარტივად რომ წარმოვიდგინოთ, მიმწოდებელი (Supplier_ID) აგზავნის ტვირთს (Freight_ID) დამკვეთის (Customer_ID) მისამართზე (Customer_Address).

ტვირთების, ინფორმაციის და საპასუხო შეტყობინებების გადაცემა, მონიტორინგი და ანალიზი მოსახერხებელია იმიტაციური მოდელირების ინსტრუმენტების გამოყენებით, რათა გამოკვლევულ იქნას სისტემის მახასიათებლები. ამ თვალსაზრისით ჩვენ ვაპირებთ ნაშრომში პეტრის ფერადი ქსელების აპარატის (CPN – Coloured Petri Nets) გამოყენებას [13,15].

პეტრის ქსელები (Petri Network) ესაა სისტემის სტატისტიკისა და დინამიკის კვლევის ინსტრუმენტი, კერძოდ მათი ყოფაქცევის მოდელირებისა და ანალიზისათვის. პეტრის ქსელები თანამედროვე საინფორმაციო სისტემების მოდელირებისა და ანალიზის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ინსტრუმენტია, რომელსაც წარმატებით იყენებს მსოფლიოს მრავალი ქვეყნის სასწავლო და კომერციული დაწესებულება [16].

მრავალრიცხოვანი მეცნიერულ კვლევების შედეგად შეიქმნა პეტრის ქსელების სხვადასხვა კლასები, რომლებსაც ერთმანეთთან მჭიდრო კავშირი აქვს და მრავალი ცალკეული ტიპის პეტრის ქსელებისაგან შედგება, რაც აქტუალურს ხდის პეტრის ქსელების სტანდარტიზაციის პროცესის ამოცანას. განსაკუთრებით საყურადღებოა პეტრის ქსელების გამოყენება პარალელური პროცესების მქონე რთულ ობიექტებში, რომლებშიც პროცესები მიმდინარეობს გარკვეულ მიზეზ-შედეგობრივი კავშირებით.

პეტრის ფერად ქსელებში კარგადაა შერწყმული პეტრის ქსელებისა და დაპროგრამების თეორიები (იერარქიულობა, მოდულურობა – დიდი სისტემების მოდელირებისთვის), რაც მის დიდ პრაქტიკულ ღირებულებასაც განაპირობებს თანამედროვე ინფორმაციულ ტექნოლოგიათა გამოყენების

მრავალ სფეროში, განსაკუთრებით ბიზნესის და მარკეტინგის მენეჯმენტის ამოცანების გადასაწყვეტად [13,17].

უპირატესობა:

- შეიძლება წარმოდგენილი იქნას, როგორც გრაფიკული, ასევე ანალიტიკური ფორმით;
- უზრუნველყოფს ავტომატიზებული ანალიზის შესაძლებლობას;
- აქვს საკუთარი მოდელირების ენა (CPN_ML: www.smlnj.org), რომელზეც შესაძლებელია ახალი ფუნქციების შექმნა;
- იძლევა სისტემის აღწერის ერთი დეტალიზაციის დონიდან სხვაზე გადასვლის საშუალებას.

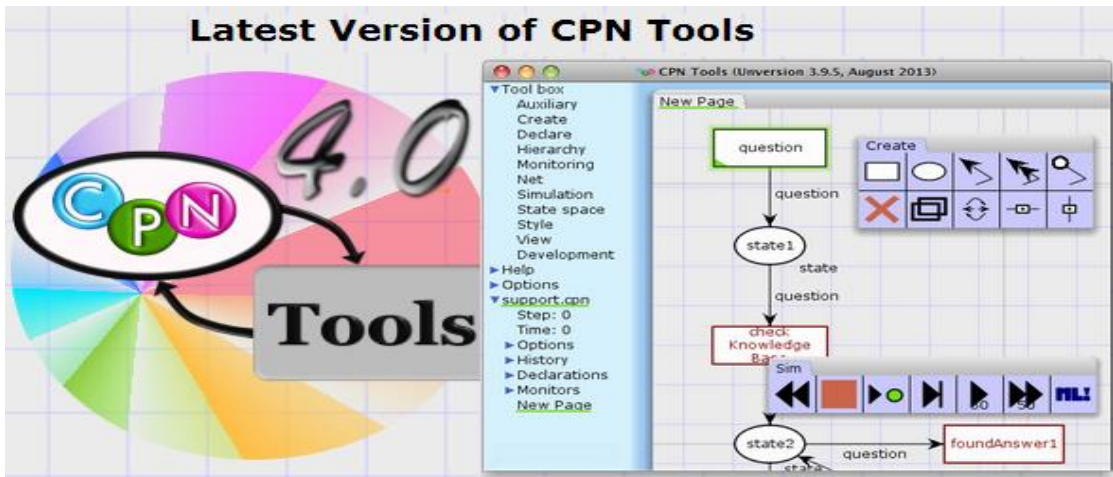
ნაკლი:

- ინსტრუმენტის ინტერფეისი რთულია და მოითხოვს მომხმარებლისგან დროს მასში გასარკვევად;
- CPN-ის ძირითად ბირთვის არ აქვს მოდელირებადი სისტემის დროითი მახასიათებლების აგების და გრაფიკული გაფორმების საშუალება, მაგრამ იგი ადვილად იყენებს არსებულ პაკეტებს (მაგ., ორ- და სამგანზომილებიან გრაფიკას).

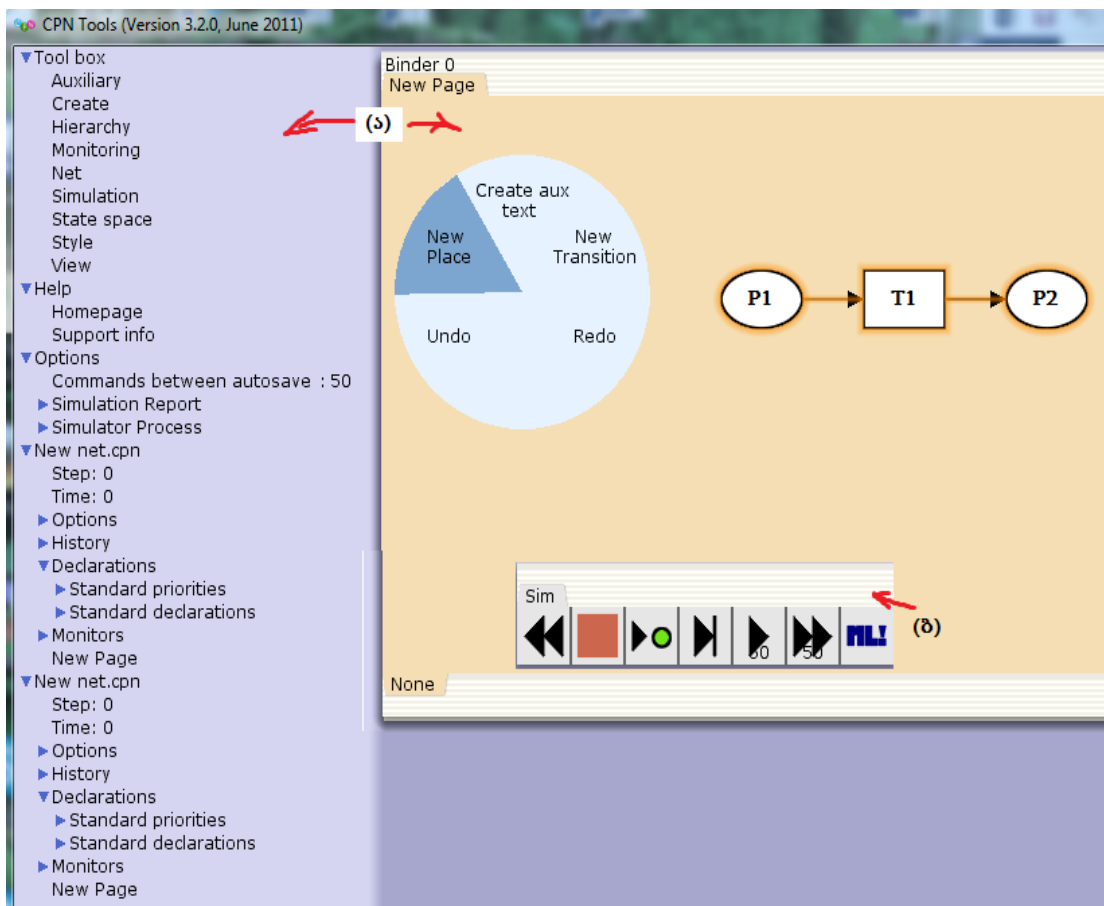
მე-3 ნახაზზე ნაჩვენებია CPN-ინსტრუმენტის ვებ-გვერდის ფრაგმენტი. იგი უფასო პროდუქტია და ბოლო ათწლეულში მაღალი სიხშირით გამოიყენება აშშ, ჩინეთის და ევროპის ქვეყნებში [17].

მე-4 ნახაზზე მოცემული გვაქვს CPN ინსტრუმენტის სამუშაო გარემო (ა) და მისი იმიტაციური მოდელირების (სიმულაციის) ინსტრუმენტი (ბ). აქ ნაჩვენებია პოზიციებისა და გადასასვლელების აგების პროცედურები.

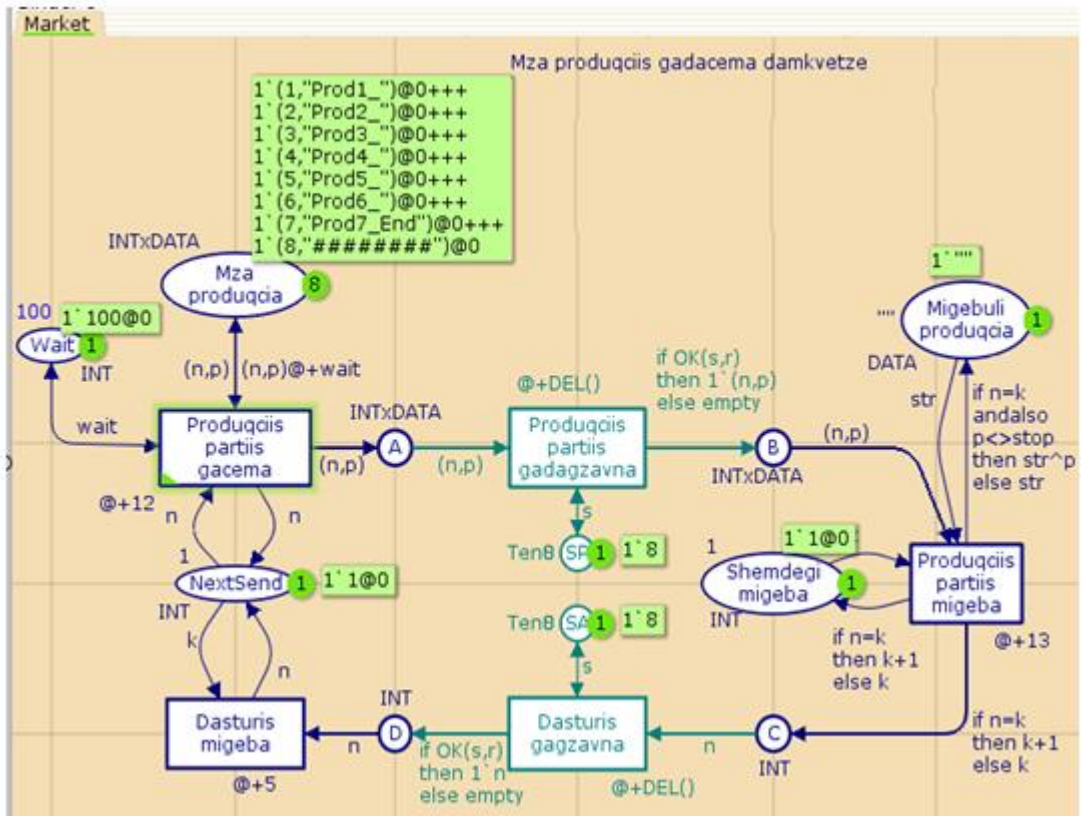
მე-5 ნახაზზე საილუსტრაციოდ წარმოდგენილი გვაქვს „დამკვეთებზე პროდუქციის მიწოდების“ კონკრეტული სქემის მაგალითი, რომლის იმიტაციური პროცესიც დეტალურად იქნება ახსნილი მე-4 თავში.



ნახ.3. CPN-ინსტრუმენტის ვებ-გვერდი



ნახ.4. CPN-ის საძმუშო გარემო



ნახ.5. CPN-ქსელი (საწყისი მდგომარეობა)

მაგალითად, პოზიცია „მზა_პროდუქცია“ INTxDATA ტიპისაა, რომელიც წინასწარგანსაზღვრული INT და DATA ტიპების დეკარტული ნამრავლით წარმოიქმნება. პეტრის ფერადი ქსელი შეიცავს „ფერად“ მარკერებს, რომლებიც კონკრეტული ტიპის შესაძლო მნიშვნელობათა სიმრავლე ან მულტისიმრავლეა.

საინიციალიზაციო მარკირება ასეთია:

- {1'(1, "Prod1"), 1'(2, "Prod2"), 1'(3, "Prod3"), 1'(4, "Prod4"), ... ,
1'(7, "Prod7"), 1'(8, "##### ") }.

აქ ბოლო, მე-8 ელემენტი შეესაბამება დასასრულის იდენტიფიკაციას - Stop.

საყურადღებოა „1“-იანი ყოველი ელემენტის დასაწყისში (მას კოეფიციენტი ეწოდება), რომელიც მიუთითებს, რომ პოზიციაშია არაუმეტეს 1 ცალი მოცემული ფერის მონაცემი (ანუ არსებობს მხოლოდ ერთი პროდუქტი ნომრით „Prod1“, რომლის ფერია - რიგითი ნომერია 1).

გამოყენებულია 1-7 ფერი, ანუ 7 სხვადასხვა პროდუქტია. ამ შემთხვევაში გვაქვს მონაცემთა ელემენტების სიმრავლე.

თუ წინ მდგომი „1“-ანის ნაცვლად იქნებოდა „50“, ეს ნიშნავს, რომ „Prod1“ პროდუქტი იგზავნება 50 ცალი (ანუ გვაქვს მულტისიმრავლე).

1.9 პირველი თავის დასკვნა

- მულტიმოდალური გადაზიდვების მიმართულება, როგორც ლოგისტიკური მენეჯმენტის სფერო, მიეკუთვნება რთული და დიდი სისტემების კლასს. მისი ბიზნესპროცესების ეფექტიანი მართვისათვის აუცილებელია შესაბამისი მხარდამჭერი მართვის საინფორმაციო სისტემის დაპროექტება და პროგრამული რეალიზაცია უახლესი ინფორმაციული ტექნოლოგიების ბაზაზე;

- საქართველოში ტვირთების მულტიმოდალური (და არა მხოლოდ ის) გადაზიდვის აღრიცხვის პრობლემები სახეზეა. არ არსებობს ერთიანი სისტემა ამ პრობლემების გადასაწყვეტად, სტატისტიკური ან სხვა სააღრიცხვო წყაროების არსებობის დეფიციტი აშკარაა. ამ ჭრილში ნაშრომში გაანალიზებულია რეალური მდგომარეობა, გამოკვეთილია პრობლემები და ამოცანები, რომელთა გადაწყვეტა მნიშვნელოვან სარგებელს მოუტანს ჩვენ ქვეყანას თავისი აქტუალური გეოგრაფიული მდებარეობის გათვალისწინებით;

- საწარმოო რესურსების მენეჯმენტის ბიზნეს-პროცესების აღწერის მიზნით Bizagi Process Modeler გრაფიკ-ანალიზური ინსტრუმენტის გამოყენება ეფექტურად ახორციელებს მარკეტინგული დაგეგმვის და ERP სისტემის დანერგვის ბიზნეს-პროცესების მოდელირებას;

- პროდუქციის იმპორტიორი და ტვირთების გადაზიდვის ფირმების ბიზნეს-პროცესების მოდელირება BPMN სტანდარტების საფუძველზე საშუალებას იძლევა აგებულ იქნას ოპერატიული მართვის პროცესების იმიტაციური მოდელები და ჩატარდეს ექსპერიმენტები გადაწყვეტილების მიღების პროცესის შემდგომი სრულყოფის მიზნით.

2 თავი. შედეგები და მათი განსჯა:

მულტიმოდალური გადაზიდვების მართვის საინფორმაციო სისტემის ინფრასტრუქტურისა და ფუნქციურ მოთხოვნილებათა განსაზღვრა

2.1. მულტიმოდალური გადაზიდვების მომსახურების სახეების განვითარება

როგორც ცნობილია, ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების სფეროში განიხილება მომსახურების სამი მოდელი [10]: „კლიენტი-გადამზიდავი“, „კლიენტი-ექსპედიტორი-გადამზიდავი“ და „კლიენტი-მმგო-გადამზიდავი“ (მმგო – მულტიმოდალური გადაზიდვების ოპერატორი).

მომსახურების სახეების განვითარების ისტორიამ გარკვეული ეტაპები გაიარა. თავიდან პროდუქციის მწარმოებელი კომპანიები ტვირთის გადასაზიდად ხელშეკრულებას აფორმებდნენ უშუალოდ გადამტანებთან (მაგალითად, საზღვაო ხაზებთან), რის შედეგადაც დაახლოებით 6 თვის განმავლობაში იღებდნენ ერთსა და იმავე ფასს, რომელიც არ იცვლებოდა. ამასთანავე, იშვიათად თუ იქმნებოდა პრობლემა ტრანსპორტირებისათვის განკუთვნილ, თავისუფალ სივრცესთან დაკავშირებითაც. თუმცა, უშუალოდ გადამტანებთან ხელშეკრულებების გაფორმებით არც თუ სახარბიელო შედეგების მიღება იყო სავარაუდო. ამის მთავარი მიზეზი იყო ის, რომ ტარიფები, რომელთა თაობაზეც კლიენტები და გადამტანები უშუალოდ თანხმდებოდნენ, არ წარმოადგენდა იმის გარანტიას, რომ ტვირთი აუცილებლად მოთავსდებოდა გემზე.

ხომალდის შევსების შემთხვევაში, მასზე დასატვირთი სივრცის მოსაპოვებლად აუცილებლად მოუწევდა კლიენტს დამატებითი ღირებულების გადახდა. ასეთივე მექანიზმით ხდებოდა ტრანსპორტის სხვა სახის გადამტანებთან (სახმელეთო, საჰაერო) მოლაპარაკება. სირთულე მდგომარეობდა იმაში, რომ აღნიშნული ცვლილებები იმდენად სწრაფად ხდებოდა, რომ თუ კლიენტს რამდენიმე გადამტანთან აქვს ურთიერთობა და არ მიუწვდება ხელი სხვა გადამტანებთან, მაშინ მათ იძულებით უწევდათ მნიშვნელოვანი დამატებითი ხარჯების გაღება, რადგან ყველასთვის ხომ არსებული დამკვეთის ინტერესების დაცვაა პრიორიტეტული.

მეორეს მხრივ, როდესაც ბაზარზე აღინიშნება ფასების კლების ტენდენცია, ჩნდება სივრცე კონკურენციისთვის. ზოგადად ბაზარს ახასიათებს ვარდნები, ფასები კი, განსაკუთრებით იმპორტზე ზუსტად 3-4 დღეში ერთხელ იცვლება. ასეთი მაღალ ტემპით მიმდინარე ვითარებაში უბრალოდ გამორიცხულია მოხდეს გადამტანებთან შეთანხმებების განახლება. შედეგად, კლიენტებს შეიძლება მოუწიოთ საბაზრო ფასთან შედარებით მაღალი ფასების გადახდა მანამ, სანამ არ მოხდება ახალი ფასების დამტკიცება.

ნებისმიერ გადამტანს აქვს სპეციფიური სიჭარბისა და დეფიციტის სფეროები, რომლებიც საგრძნობლად იზრდება არასეზონურ პერიოდებში. მაგალითად, ბაზარზე არსებული 10 გადამტანიდან თუ კლიენტი თანამშრომლობს 2-3-თან და მათ საქართველოს მიმართულებით აქვთ შემცირებული ტვირთბრუნვა, ისინი კლიენტს მიაწვდიან შედარებით მაღალ ფასს. კიდევ 2 გადამტანს, რომლებთანაც კლიენტი არ თანამშრომლობს, შესაძლებელია ჰქონდეთ სიჭარბე, თუმცა შესაბამისი შეღავათით სარგებლობას კლიენტი ვერ შეძლებს, რადგან მათ მიერ დამტკიცებულ ფასებზე კლიენტებს ხელი არ მიუწვდებათ.

ექსპედიტორთან თანამშრომლობის შემთხვევაში („კლიენტი-ექსპედიტორი-გადამზიდავი“), კლიენტი-დამკვეთისთვის ხელმისაწვდომია ყველა ვარიანტი, ნებისმიერ სეზონში. ექსპედიტორებს, როგორც წესი, ხელშეკრულება აქვთ გაფორმებული 8-9 გემის ხაზთან, რომლებსაც ისინი მუდმივად დიდი მოცულობის ტვირთებით ამარაგებენ. ამგვარად, ექსპედიტორთან თანამშრომლობით, კლიენტს შეუძლია სისტემატურად მიიღოს განახლებული, კონკურენტული ფასები, არა მხოლოდ 1-2 გადამტანისგან, არამედ მსლოფლიოს თითქმის ყველა გადამტანისგან, რომლებიც საერთაშორისო ვაჭრობაში არიან ჩართულნი. აგრეთვე, გამომდინარე იქიდან, რომ კლიენტს არ გააჩნია ექსპედიტორთან თანამშრომლობის ვალდებულება, შეუძლია ნებისმიერ დროს დამოუკიდებლად გადაამოწმოს სხვადასხვა ვარიანტი.

კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი მომენტი მდგომარეობს იმაში, რომ გადამტანი თითო სავაჭრო ხაზზე ახორციელებს, მაგალითად, კვირაში ერთი გემის გამგზავრებას. თუ კომპანიის ტვირთბრუნვა კონკრეტული დატვირთვის ადგილიდან დროებით შემცირდა, როგორ შეძლებს კლიენტი იმუშაოს კვირაში ერთი გამგზავრების იმედად? ამ შემთხვევაში, ექსპედიტორს შეუძლია შესთავაზოს ერთ სავაჭრო ხაზზე 6-7 გემის მიმოსვლის განრიგი.

საჭიროა აღინიშნოს (კლიენტების სამახსოვროდ), რომ ექსპედიტორები არ აწესებენ ტარიფებს, კონკურენცია მათ შორის კიდევ უფრო მეტად გაჯერებულია, ვიდრე გადამტანებს შორის. გარდა კონკურენტული ფასის შეთავაზებისა, ექსპედიტორები დამკვეთისთვის ქმნიან ფასეულობას. ამიტომაც ისინი მნიშვნელოვან ინვესტიციებს აკეთებენ ინფორმაციული ტექნოლოგიების/ტელეკომუნიკაციების სისტემებში, მსოფლიო მასშტაბით ახდენენ თანამშრომელთა სწავლებას კლიენტთა მომსახურების დარგში.

„კლიენტი-მშგო-გადამზიდავი“ მომსახურების შემთხვევაში, მულტი-მოდალური გადაზიდვების ოპერატორი განიხილება როგორც ხელშეკრულების შემსრულებელი - გადამზიდავი. იგი აფორმებს კონტრაქტებს ფაქტობრივ გადამზიდავებთან და ახორციელებს მათთან ანგარიშსწორებას შესრულებული სამუშაოს შესაბამისად [10]. მშგო პასუხისმგებელია კლიენტთან ტვირთის დაცულობაზე გადაზიდვის მთელი პროცესის მანძილზე. ამით მშგო რადიკალურად განსხვავდება ექსპედიტორისგან, რომელიც მხოლოდ ორგანიზებას უკეთებს გადაზიდვებს, მოქმედებს კლიენტის სახელით, მისი დავალებით და ხარჯით, პასუხს აგებს ტვირთის გაფუჭებაზე ან დაკარგვაზე მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ეს მისი ბრალით მოხდა.

როგორ კარგადაც არ უნდა იყოს ორგანიზებული მულტიმოდალური გადაზიდვების მთლიანი პროცესი, მაინც არსებობს გარკვეული რისკი, როგორც შემთხვევითი პროცესი, იმისა, რომ ადგილი ჰქონდეს გადაზიდვის კონტრაქტით გათვალისწინებული ვალდებულებების დარღვევას [18].

რისკები შეიძლება იყოს გამოწვეული ბუნებრივ-ეკოლოგიური (სტიქიური უბედურება, ეკოლოგიური და ბიოლოგიური ზემოქმედება, ცუდი ამინდი), ტექნიკური (მექანიკური ზემოქმედება ტვირთზე, სატრანსპორტო გზების მდგომარეობა, ტრანსპორტის ან სხვა ტექნიკური საშუალებების დაზიანება, კომპიუტერული სისტემის ან საკომუნიკაციო ქსელის მტყუნება, ხანძარი ტრანსპორტზე ან საწყობში), პოლიტიკური (საზღვრის ჩაკეტვა, საომარი მოქმედებები, მასობრივი არეულობა, სამართლებრივი შეზღუდვები), კომერციული (მოთხოვნილების არასტაბილურობა, ფასების შემცირება კონკურენტების მიერ, მომსახურების ფასების ცვლილება კონტრაქტის გაფორმების შემდეგ, კონფლიქტი კლიენტთან ან გადამზიდავებთან, გადაზიდვის ხელშეკრულების პირობების შეუსრულებლობა), ფინანსური (სავალუტო, საკრედიტო ან ინფლაციის რისკები) და სოციალური (ქურდობა, დაწვა ან სხვა ბოროტმოქმედება, კონფლიქტი თანამშრომლებს შორის, გაფიცვის საფრთხე) ფაქტორებით [18]. რისკების მართვა ცალკე თემაა და აქ მას დეტალურად არ შევხებით. მხოლოდ შეიძლება აღვნიშნოთ, რომ, მაგალითად, მულტიგადაზიდვების ოპერატორის ძირითადი რისკია ხელშეკრულების ვალდებულებების არშესრულება, დაკავშირებული ტვირთის უსაფრთხოებასთან ან ტვირთის ადგილზე მიტანის დროის დარღვევასთან. ოპერატორს უფლება აქვს შეცვალოს დაგეგმილი მარშრუტი, ტრანსპორტის სახე და შემადგენლობა და ა.შ. რათა მიაღწიოს კონტრაქტით გათვალისწინებული პირობების შესრულებას. ხშირად გამოიყენება სპეციალური დაზღვევის მექანიზმებიც რისკების სახეების მიხედვით.

2.2. სატრანსპორტო გადაზიდვების ბიზნესპროცესების

მოდელირება BPMN ინსტრუმენტით

ჩვენ განვიხილეთ პირველი თავის 1.7 პარაგრაფში ლოგისტიკური მენეჯმენტის ამოცანა ტვირთების გადაზიდვის ფირმის მაგალითზე და მოდელირების Bizagi ინსტრუმენტით ავაგეთ შესაბამისი ბიზნეს-პროცესების დიაგრამა (ნახ.2).

როგორც აღვნიშნეთ, საწარმოო რესურსების მენეჯმენტის ბიზნესპროცესების აღწერის მიზნით Bizagi Process modeler გრაფიკული ინსტრუმენტის გამოყენება ეფექტურად ახორციელებს მარკეტინგული დაგეგმვის და ERP სისტემის დანერგვის ბიზნესპროცესების მოდელირებას.

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.

ახლა განვიხილოთ პროცესის შესრულება BPMN მოდელზე დაყრდნობით. როგორც აღვნიშნეთ, Bizagi არის ბიზნესპროცესების მართვის პრობლემების გადაწყვეტილება, რომელიც ახორციელებს პროცეს-ორიენტირებული, ორგანიზაციული მართვის მხარდაჭერას რეალურ დროში, პროცესების ვიზუალიზაციის, კონტროლის და განვითარების საშუალებით [10,14]. მისი მთავარი განაცხადია პროცედურების მართვა, კონტროლი, აღრიცხვა და ანალიზი. Bizagi გვთავაზობს უშუალო შედეგს და პროცესების მოდელირების და განხორციელების სწრაფ და მოქნილ საშუალებას, რათა შესაძლებელი იყოს მათი მარტივად შეცვლა ბიზნეს მოთხოვნების გათვალისწინებით.

ორგანიზაციის პროცესების უწყვეტი შესრულების უზრუნველსაყოფად და ოპერაციების ფუნქციონირებისთვის, Bizagi ეფუძნება შემდეგ ძირითად ბიჯებს:

- პროცესის მოდელირება (Model Process);
- მონაცემების მოდელირება (Model Data);
- ფორმების განსაზღვრა (Define Forms);
- ბიზნეს წესები შექმნა (Business Rules);
- შემსრულებლების განსაზღვრა (Performers); პროცესის შესრულება (Execute).

განვიხილოთ ეს ბიჯები უფრო დეტალურად.

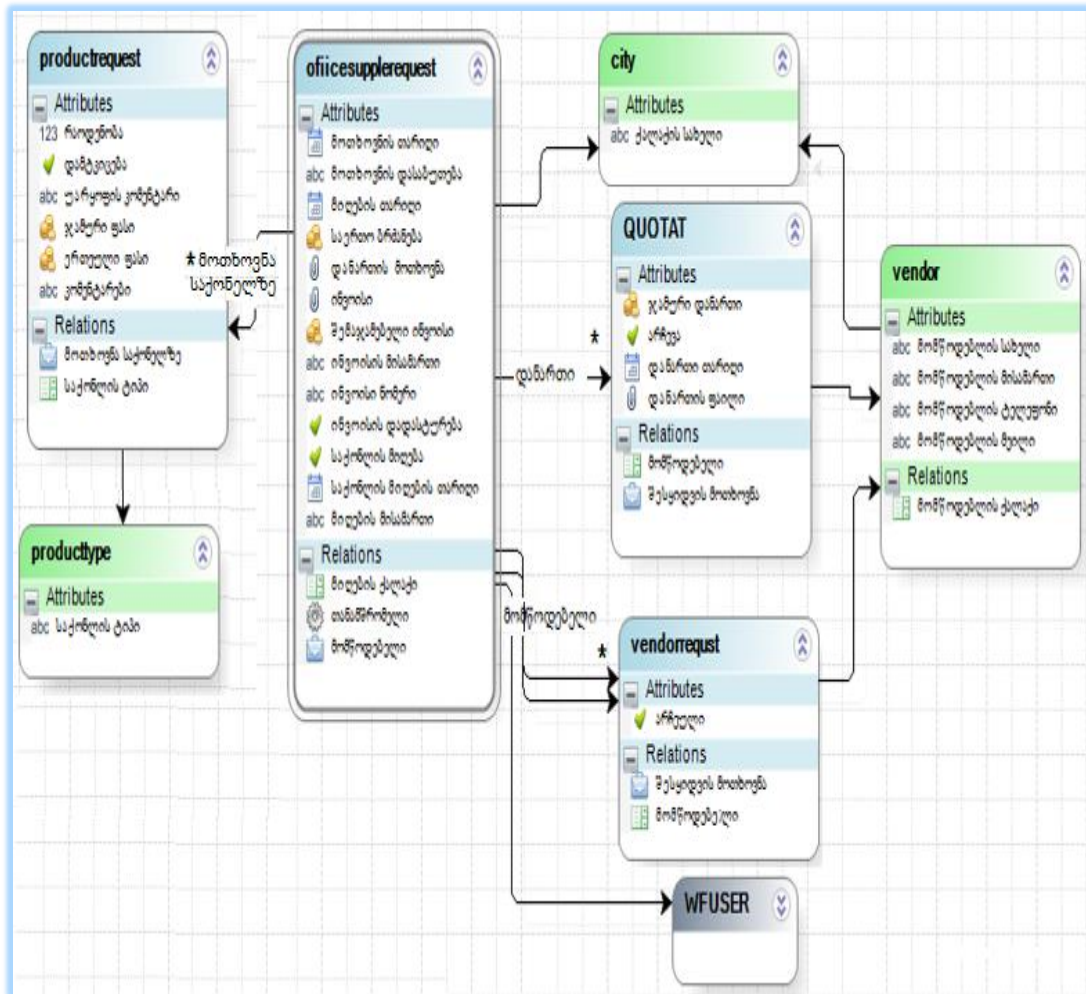
პროცესის მოდელირება (Model Process): ვებ-აპლიკაციის შესაქმნელად საჭიროა ექვსი მოდულის გამოყენება. პირველი, მთავარი მოდული არის BPMN მოდელის შექმნის პროცესი, რომლის მოდელირებაც შესრულდა ტვირთის გადაზიდვის ბიზნესპროცესისთვის;

მონაცემთა მოდელირება (Model Data): ბიზნესპროცესის მოდელის შექმნის შემდეგ სრულდება მონაცემთა მოდელების შექმნა. ამისთვის ვიყენებთ პროგრამის მეორე მოდულს Model Data. მონაცემთა მოდელი შეიცავს ყველა იმ ინფორმაციას, რომელიც შეიძლება იყოს მოთხოვნილი პროცესის შესრულებისთვის. ტვირთის გადაზიდვის პროცესი შეიცავს შემდეგ ინფორმაციას (ნახ.6);

| Display Name | Name | Type | State |
|---------------------------|----------------------|--------------------|-------|
| მომწოდებელი | vendor | vendorrequest | |
| მოთხოვნა საკონტაქტო | productrequest | productrequest | |
| დანართი | quotation | QUOTAT | |
| მოთხოვნის თარიღი | requestdate | Date - time | |
| მოთხოვნის დასაბუთება | requestjustification | String | |
| მიწოდების თარიღი | deliverydate | Date - time | |
| საერთო ზრბანება | ordertotal | Currency | |
| დანართის მოთხოვნა | quotationrequest | File | |
| ინვოისი | invoice | File | |
| შემაჯავებელი ინვოისი | invoicetotal | Currency | |
| ინვოისის მისამართი | invoiceaddress | String | |
| ინვოისის ნომერი | invoicenum | String | |
| ინვოისის დადასტურება | invoicestatus | Boolean (Yes - No) | |
| საკონტაქტო მიღება | productreceived | Boolean (Yes - No) | |
| საკონტაქტო მიღების თარიღი | productreceiveddate | Date - time | |
| მიწოდების ქალაქი | deliverycity | city | |
| თანამშრომელი | employer | WFUSER | |
| მიწოდების მისამართი | deliveryaddress | String | |
| მომწოდებელი | vendor | vendorrequest | |

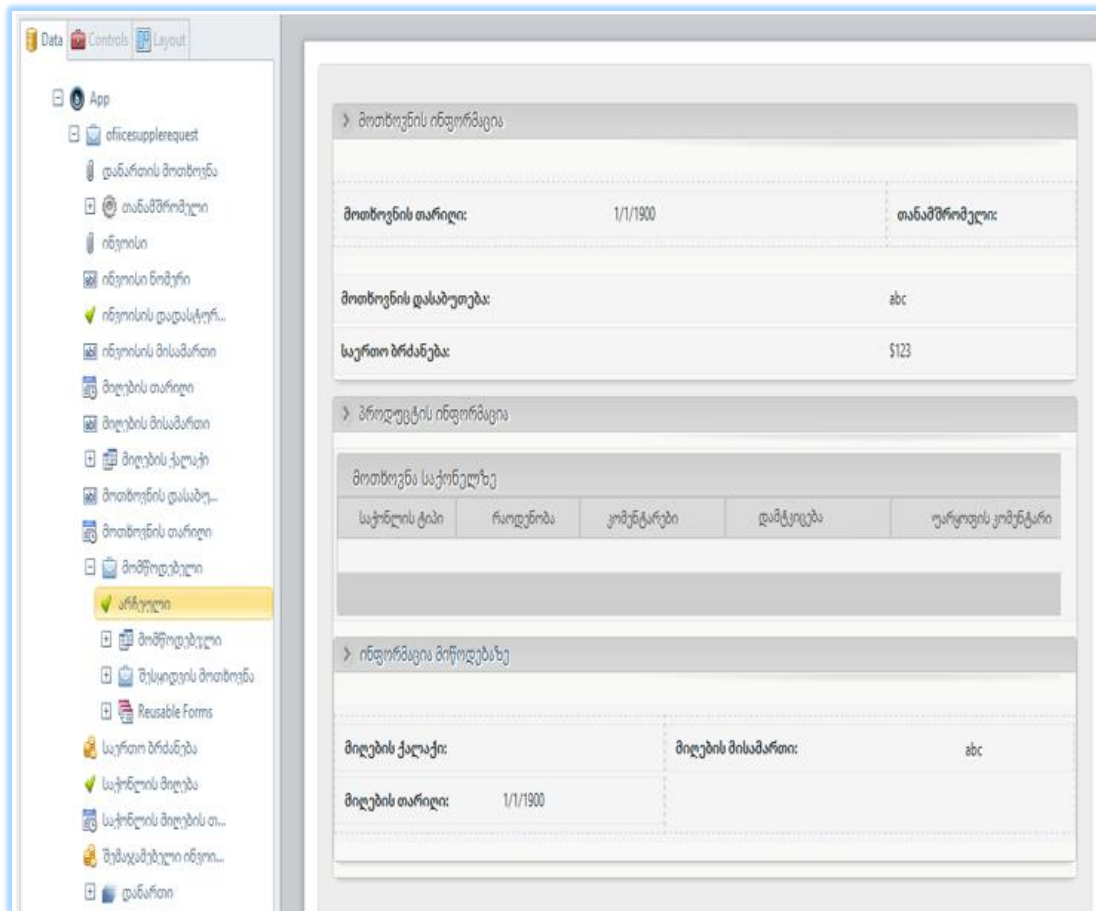
ნახ.6. მონაცემთა ბაზის ატრიბუტების სია

შედეგად შეიქმნა მონაცემთა მოდელი ერთმანეთთან დაკავშირებული რვა ბლოკით (ნახ.7).



ნახ.7. მონაცემთა მოდელი - კონცეპტუალური სქემა

- **ფორმების განსაზღვრა (Define forms):** პროცესის მოდელირების და მონაცემთა მოდელის შექმნის შემდეგ სრულდება ფორმების განსაზღვრის (Define forms) ამოცანა (ნახ.8). იქმნება ფორმები, რომელიც დაკავშირებულია პროცესის თითოეულ მოქმედებასთან. Bizagi ვებ ფორმა გამოიყენება პროცესის ყველა მოქმედების წარმოსადგენად, ყველა საჭირო ინფორმაციის შესატანად და ეკრანზე გამოსატანად ისე, რომ მომხმარებელმა შეძლოს პროცესის თითოეულ ამოცანასთან მუშაობა და მისი დასრულება მოხერხებული გზით;



ნახ.8. მომხმარებლის ინტერფეისის ფრაგმენტი

- ბიზნეს-წესები (Business rules):** მეთხე მოდული არის ბიზნეს-წესების განსაზღვრა. მას შემდეგ, რაც თითოეული ამოცანისთვის განსაზღვრულია ფორმები პროცესის ნაკადის კონტროლისთვის, საჭიროა ბიზნეს-წესების შექმნა. წესების განსაზღვრა საშუალებას იძლევა შემოწმდეს, რომ პროცესის რაღაც მომენტში კონკრეტული პირობა სრულდება თუ არა. ის არის „ჭეშმარიტი“ ან „მცდარი“ და დაკავშირებულია გადაწყვეტილების (რომლის ფორმის) ფიგურასთან. მოცემულ ფორმაში მოხდება გადაწყვეტილების ფიგურიდან გამომავალი შესრულების ნაკადებისთვის საჭირო პირობის მინიჭება;
- შემსრულებლები (Performers):** ამ მოდულში ხორციელდება პროცესის თითოეული მოქმედებისთვის მონაწილეების და შემსრულებლების განსაზღვრა. რესურსების განაწილება ძალიან მნიშვნელოვანი ეტაპია Bizagi-ის ფარგლებში. ამ ეტაპზე ხდება პროცესის თითოეული მოქმედებისთვის

პასუხისმგებელი პირების განსაზღვრა. ქმედება „მოთხოვნის განსაზღვრა“ ყოველთვის სრულდება დამკვეთის მიერ. ექსპედიტორი ყოველთვის არის პასუხისმგებელი შეასრულოს ფასების ცხრილის შემოწმების ამოცანა. შემსრულებლების მოდულის არჩევით გამოჩნდება „საქონლის შეკვეთის“ პროცესის მოდელი სადაც თითოეულ ქმედებაზე მითითებით ხდება შემსრულებლების არჩევა;

- **შესრულება (Execute):** მეშვიდე მოდულში ხდება პროგრამის კონფიგურირება. გაიხსნება ვებ-აპლიკაცია, სადაც თავიდან სრულდება მომხმარებელთა რეგისტრაცია. ჩვენ პროცესში არის სამი მომხმარებელი: დამკვეთი, ექსპედიტორი და ტრანსპორტიორი (გადამზიდავი). თითოეული მომხმარებლისთვის შეიქმნა UserName და Password. მომხმარებელი თავის სახელით შევა პროგრამაში და შეასრულებს მასზე დაკისრებულ ამოცანას. ბიზნეს-პროცესიდან გამომდინარე, რადგან პირველი ამოცანა არის „მოთხოვნის გაგზავნა“ ახალი პროექტის არჩევის შემდეგ გამოდის ფორმა, რომელიც უნდა შეავსოს დამკვეთმა (ნახ.9).

შესყიდვის მოთხოვნის რეგისტრაცია

Creation date: 5/8/2013 6:50 pm
Due date: 5/10/2013 6:00 pm

Details Comments Assignees

Creation date: 5/8/2013 6:50 pm
Created by: თანაშრომელი
Case number: 2753
Process: office supply request
Process Path: App > Processes > office supply request

მოთხოვნის ინფორმაცია

მოთხოვნის თარიღი: 5/7/2013 თანაშრომელი
მოთხოვნის დასაბუთება: საქონლის დახიანება

ინფორმაცია საქონელზე

| საქონლის ტიპი | რაოდენობა | კომენტარები |
|----------------|-----------|-------------|
| ურნა | 15 | |
| საფიზიქე | 20 | |
| ფაქსის ქაღალდი | 30 | |
| ბლოკნოტი | 60 | |
| სტაპლერი | 70 | |

ინფორმაცია მიწოდებაზე

მიწოდების ქალაქი: თბილისი მიწოდების მისამართი: ბელიაშვილის 8
მიწოდების თარიღი: 5/14/2013

Save Next

ნახ.9. მომხმარებლის ინტერფეისი - „შესყიდვის მოთხოვნის რეგისტრაცია“

შესრულებული და შესასრულებელი სამუშაოებისთვის პროგრამაში ატომატურად გენერირდება სხვადასხვა ანგარიშები და ანალიზის ფორმები. მაგალითად ტოპ-მენეჯმენტისთვის მოცემულია რესურსების მონიტორინგის ანალიზის ფორმა. სადაც თითოეული ამოცანის არჩევით შესაძლებელია მასზე პასუხიმგებელი ადამიანური რესურსების აქტივობის განსაზღვრა.

ამგვარად, საწარმოო მენეჯმენტის ბიზნესპროცესების მოდელირება და პროგრამული რეალიზაცია განხორციელდა ERP სისტემის შესაბამისი პროგრამული პაკეტის ორი ინსტრუმენტით: Bizagi Process Modeler და Bizagi BPM Suite.

ბიზნესპროცესების იმიტაციური მოდელის შესრულების შესაფასებლად გამოყენებულ იქნა სიმულაციის ინსტრუმენტი, რომელიც ადგენს გაუთვალისწინებელ ფაქტორებს, ადამიანური, მატერიალური და დროითი რესურსების სიჭარბეს ან ნაკლებობას, უზრუნველყოფს ამ რესურსების ოპტიმალურ გამოყენებას. შედეგები ადაპტირებულ იქნება ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნესპროცესების მოდელირების ამოცანისათვის.

2.3. მულტიმოდალური გადაზიდვების მართვის საინფორმაციო სისტემის რეალიზაციის მხარდამჭერი ინფრასტრუქტურა

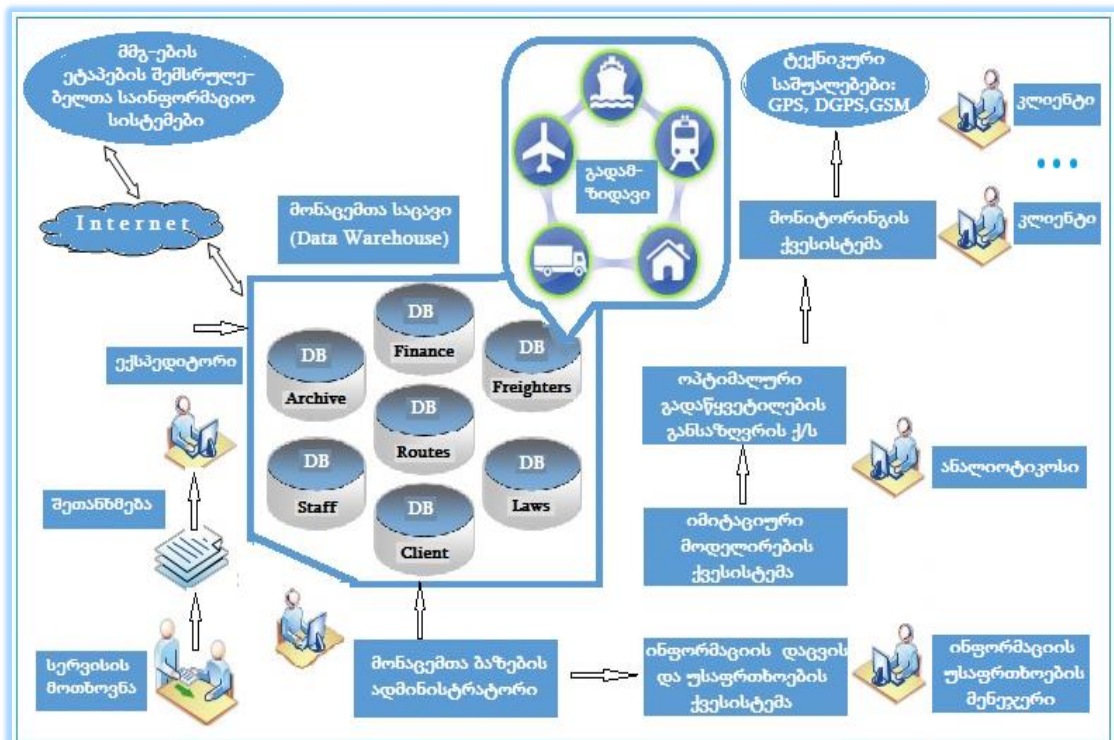
მულტიმოდალური ტრანსპორტირების საპრობლემო სფეროს ობიექტ-ორიენტირებული ანალიზისა და დაპროექტების ტექნოლოგიების გამოყენების საფუძველზე ჩატარდა მართვის საინფორმაციო სისტემის აგების კონცეფციის შემუშავება.

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.

მე-10 ნახაზზე ნაჩვენებია მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნეს-პროცესების მენეჯმენტის მხარდამჭერი ავტომატიზებული სისტემის სავარაუდო ინფრასტრუქტურის სქემა, რომლის რეალიზაცია, ჩვენი თვალსაზრისით, მნიშვნელოვნად შეუწყობს ხელს ასეთი პროცესების ოპერატიულ მართვას და მონიტორინგს.



ნახ.10. მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნესპროცესების მართვის საინფორმაციო სისტემის ინფრასტრუქტურის სქემა

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

2.4. მულტიმოდალური გადაზიდვების ინფორმაციული რესურსები: ობიექტები, თვისებები და კონცეპტუალური მოდელი

მულტიმოდალური გადაზიდვების ეტაპების შესრულებისას ყურადღება ექცევა თითოეული სახის სატრანსპორტო საშუალებებს. მაგალითად, საზღვაო პორტის დინამიკურ ობიექტებს მიეკუთვნება გემები (სამგზავრო, სატვირთო და შერეული), ვაგონები (დახურული, ღია, სპეციალური), ამწეკრანები (საპორტო, ხიდკაბელური, მუხლუხა, საავტომობილო, სარკინიგზო), გადასატვირთი მანქანები (საავტომობილო, ელექტრული და სხვ.), ტვირთები (ნაყარი, საცალო, მშრალი, თხევადი და სხვ.), მუშა ბრიგადები და სხვა.

აღნიშნული ობიექტები ზემოქმედებს გადაზიდვის პროცესზე და შესაბამისად, დაგეგმვისა თუ განხორციელების ეტაპზე საჭიროა მათი გათვალისწინება. ტრანსპორტირების ჯაჭვში ობიექტის პორტი არასწორმა დაგეგმვამ ან განხორციელებამ შესაძლოა გამოიწვიოს ტვირთის შეყოვნება, ჯარიმა, რომელიც პირდაპირ ზიანს აყენებს გადაზიდვის პროცესის ეფექტურობას.

შესაბამისად, მომავალი კომპიუტერული მხარდამჭერი სისტემა უნდა დაეხმაროს ტრანსპორტირების ორგანიზატორს სწორედ ისეთი ამოცანების გადაჭრაში, როგორებიცაა:

- გემებისა და სარკინიგზო ვაგონების მოცდენის დროის მაქსიმალური შემცირება;
- დატვირთვა-დაცლის მექანიზმების მაქსიმალური გამოყენება (ამწეკრანები, 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, უსაფრთხოება, 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;

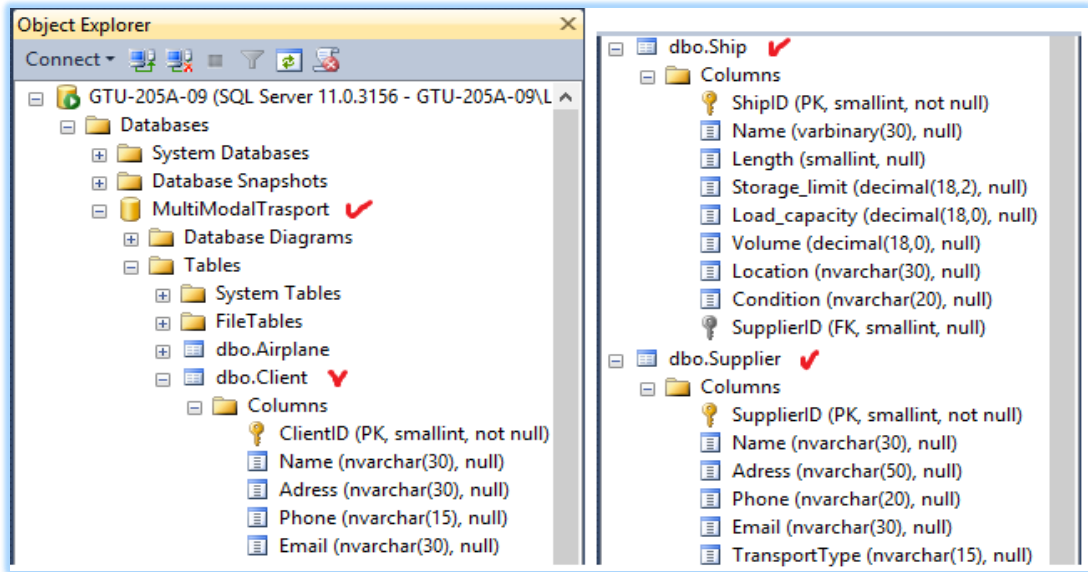
გადაზიდვის მარშრუტი - იდენტიფიკატორი, საწყისი პოზიცია (ქალაქი/ქვეყანა), გასვლის პუნქტი/ლოკაცია, ტრანზიტული დანიშნულებ(ებ)ის ადგილი, საბოლოო_პოზიცია (ქალაქი/ქვეყანა), შესვლის პუნქტი/ლოკაცია, მანძილი, ტრანზიტის დრო (გეგმიური), ტრანზიტის დრო (ფაქტობრივი) და სხვა;

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

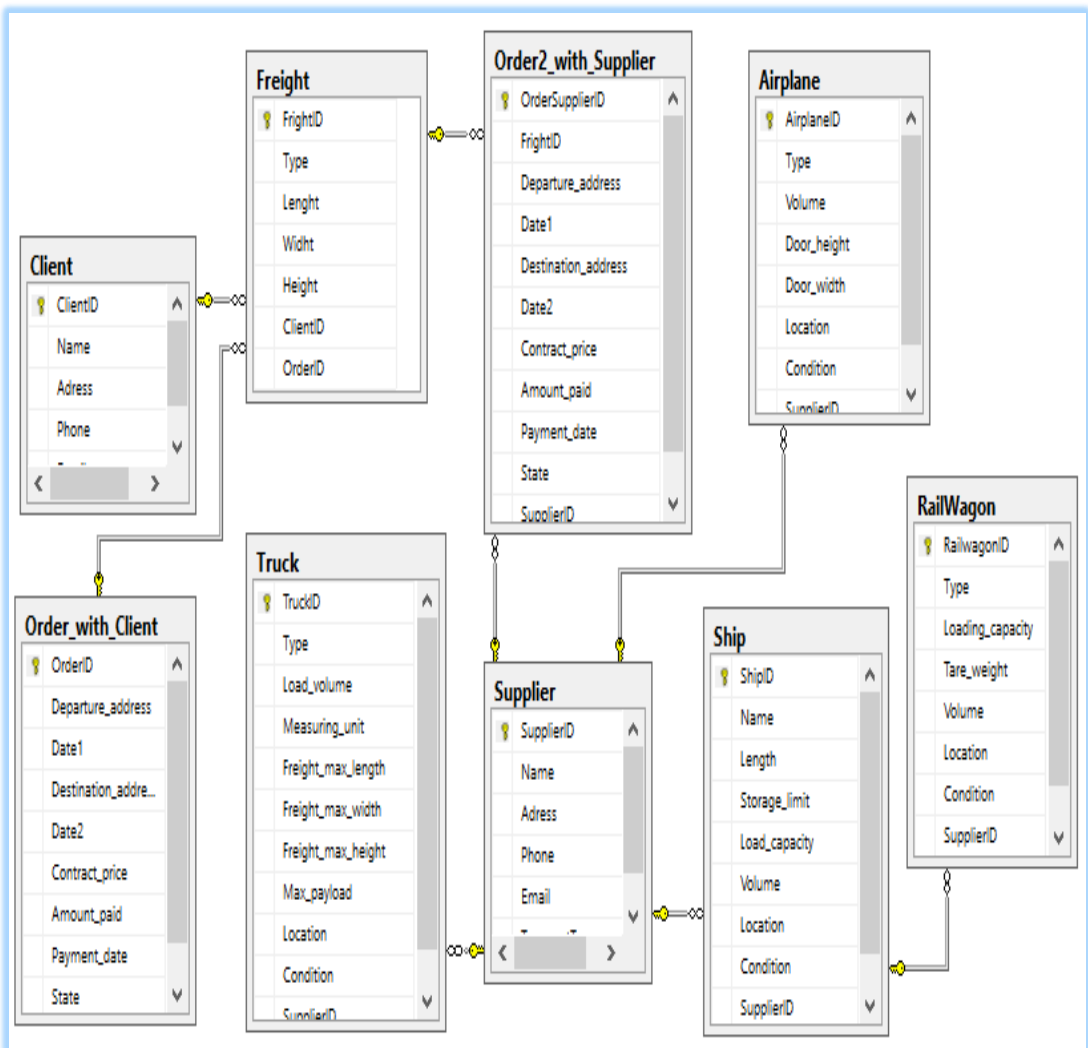
და ა.შ. შესაძლებელია ობიექტების დამატება და თვისებების გაფართოება კონკრეტული ფუნქციური ამოცანების დამატების შემთხვევაში.

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 [10,19].

მე-11 და მე-12 ნახაზებზე წარმოდგენილია ტვირთის მულტი-მოდალური გადაზიდვის ავტომატიზებული სისტემის მონაცემთა ბაზის რამდენიმე რელაციური ცხრილის სტრუქტურა და მთლიანი კონცეპტუალური სქემა (ER-მოდელი), აგებული მონაცემთა ბაზების მართვის სისტემის Ms SQL Server 2012 R2 გამოყენებით [19].



ნახ.11. Object Explorer-ის ფრაგმენტი SQL Server 2012 R2 გარემოში

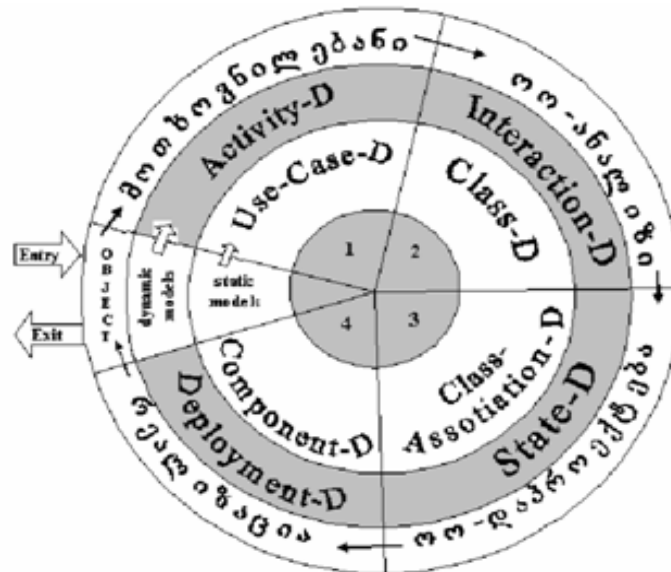


ნახ.12. ER-სქემის ფრაგმენტი SQL Server 2012 R2 გარემოში

2.5. მულტიმოდალური გადაზიდვების სისტემის მომხმარებელთა ინტერფეისული სცენარების დაპროექტება ინტერაქტიული მოდელების საფუძველზე (UML ტექნოლოგიით)

ვიზუალური დაპროგრამების თეორიულ საფუძველს ობიექტ-ორიენტირებული ანალიზისა და ობიექტ-ორიენტირებული დაპროექტების მეთოდები წარმოადგენს (ნახ.13). ობიექტ-ორიენტირებული მიდგომის საფუძველზე შეიქმნა უნიფიცირებული მოდელირების ენა (UML- Unified Modeling Language), როგორც უახლესი სტანდარტი რთული პროგრამული აპლიკაციების ასაგებად [13, 20,47].

ასეთი გრაფო-ანალიზური ენის განვითარებაში განსაკუთრებული წვლილი შეიტანეს IBM (Rational Rose) ფირმის მეცნიერებმა, დაპროექტებელ-დიზაინერებმა გრადი ბუჩმა, ივარ ჯაკობსონმა და ჯეიმს რამბომ [19-21].



ნახ.13. UML-ტექნოლოგიის 4-ეტაპიანი მოდელი

UML-ტექნოლოგია თეორიულ-პრაქტიკული ინფორმატიკის ბაზაზე ჩამოყალიბდა. იგი განაწილებული ავტომატიზებული სისტემების დაპროექტების მეთოდოლოგიური საფუძველია, რომლის კონცეფციითაც შეიქმნა ისეთი ინსტრუმენტები, როგორცაა Enterprise Architect, Rational Rose, ParadigmPlus, MsVisio სხვ.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ მაიკროსოფტის კორპორაცია თავის Visual Studio.NET პაკეტის ახალ ვერსიებში (2010, 2013, 2015) სულ უფრო აფართოებს პროექტების მოდელირების ფუნქციებს და შესაძლებლობებს, ჩაშენებული აქვს UML-დიაგრამების აგების და რევერსიული ინჟინერინგის („კოდი-მოდელი-კოდი“) რეალიზების საშუალებები. ჩვენ წინამდებარე ნაშრომში სწორედ ამ ტექნოლოგიას გამოვიყენებთ.

პროგრამული პაკეტების აგების პროცესის სტანდარტიზაცია სამი ძირითადი მიმართულების „გენეტიკური“ მემკვიდრეა: დაპროექტების ავტომატიზაცია, დაპროგრამების ავტომატიზაცია და მონაცემთა ბაზების აგების ავტომატიზაცია.

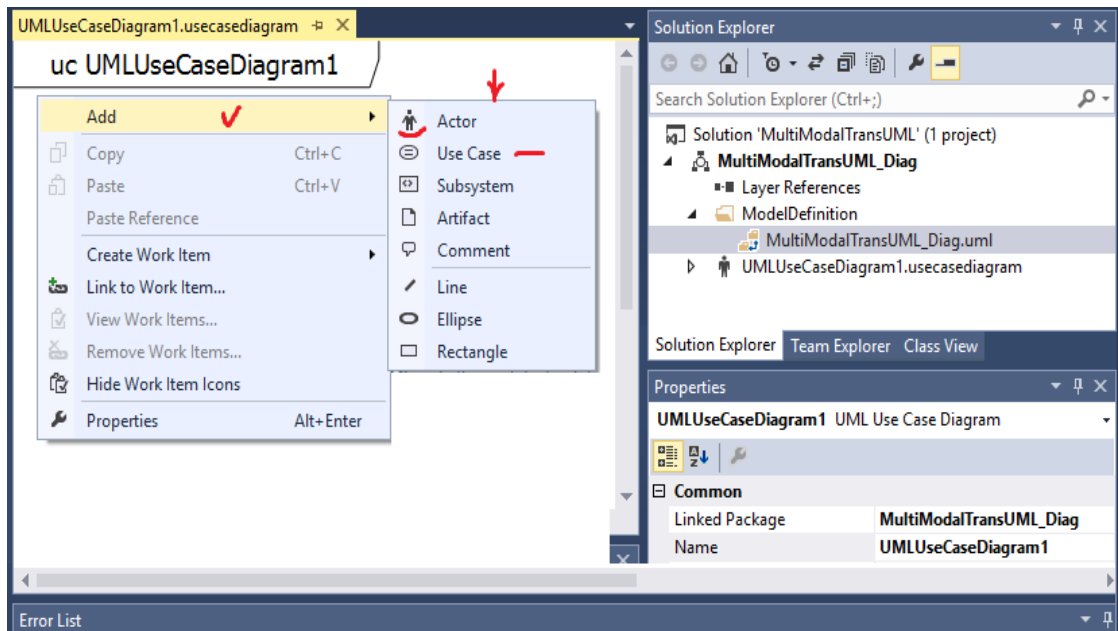
მართვის კომპიუტერული სისტემების პროგრამული უზრუნველყოფის აგების პროცესების ასეთი სრულფასოვანი ავტომატიზაცია ვიზუალური მოდელირების სახელწოდებით დამკვიდრდა. იგი მოდელების გრაფიკულ წარმოდგენას ეყრდნობა და ფლობს მოქნილ რევერსულ ტექნოლოგიას.

როგორც მე-13 ნახაზიდან ჩანს, 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-14 ნახაზზე ნაჩვენებია Visual Studio.NET 2015 სამუშაო გარემოში UseCase დიაგრამის აგების ამოცანა მულტიმოდალური გადაზიდვების საპრობლემო სფეროსთვის.

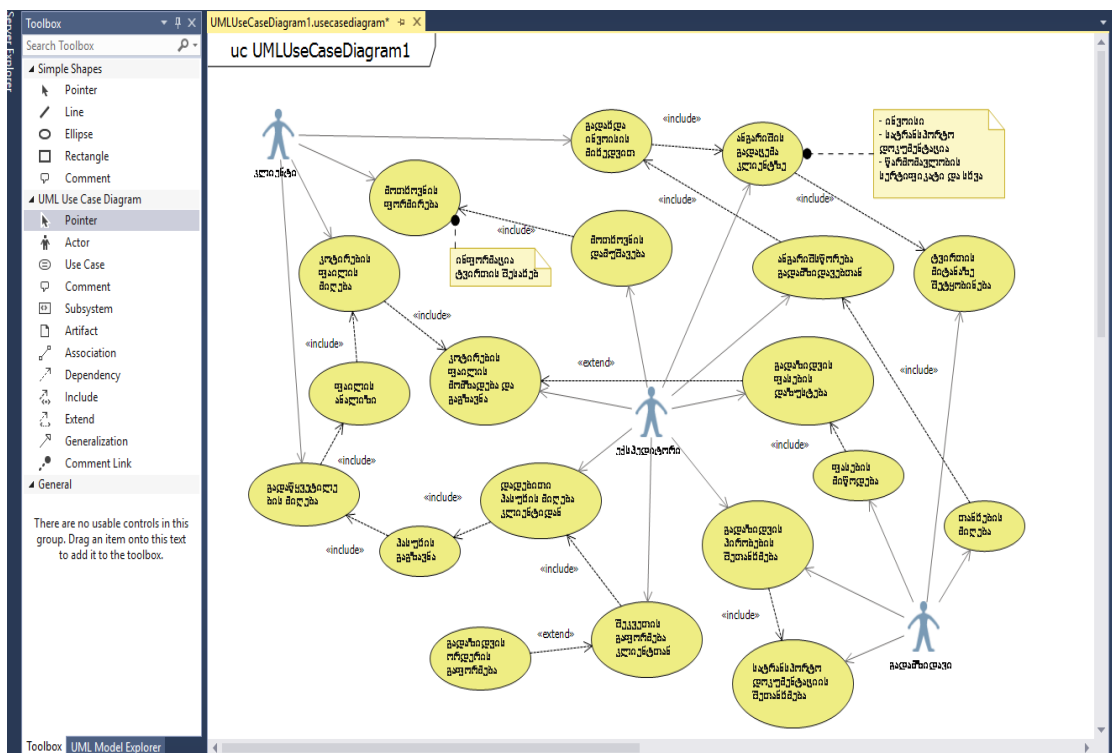
ამ პროექტში ჩვენ ავაგებთ UML ტექნოლოგიის 1-ელ და მე-2 ეტაპების დიაგრამებს (მოთხოვნილების განსაზღვრა და სისტემის ოო-ანალიზი).

2.3 პარაგრაფში ჩვენ ტექსტურად აღვწერეთ მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნესპროცესები, ხოლო შემდეგ ავაგეთ პროცეს-ორიენტირებული მოდელი BPMN ენის ბაზაზე [33,34].



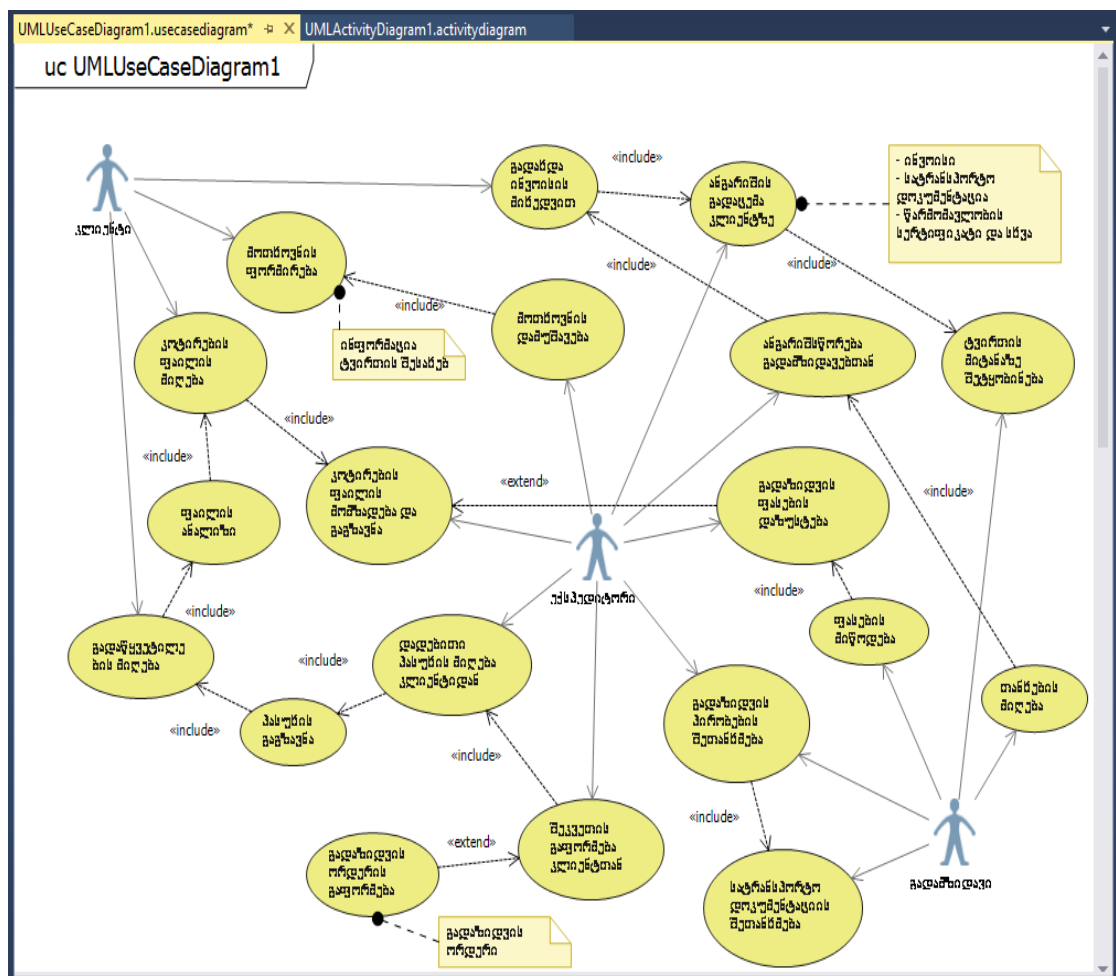
ნახ.14. MultiModalTransUML პროექტის აგება

ამჯერად გამოვიყენებთ იგივე ტექსტს და ავაგებთ მოდელს UML ენაზე. მე-15 ნახაზზე ნაჩვენებია Visual Studio.NET გარემოში UseCase დიაგრამის ფრაგმენტი, „კლიენტი - ექსპედიტორი - გადამზიდავი“ როლებით და მათი ფუნქციებით. მარცხენა მხარეს ჩანს ინსტრუმენტების პანელი, რომლის კომპონენტებითაც ვაგებთ დიაგრამას.



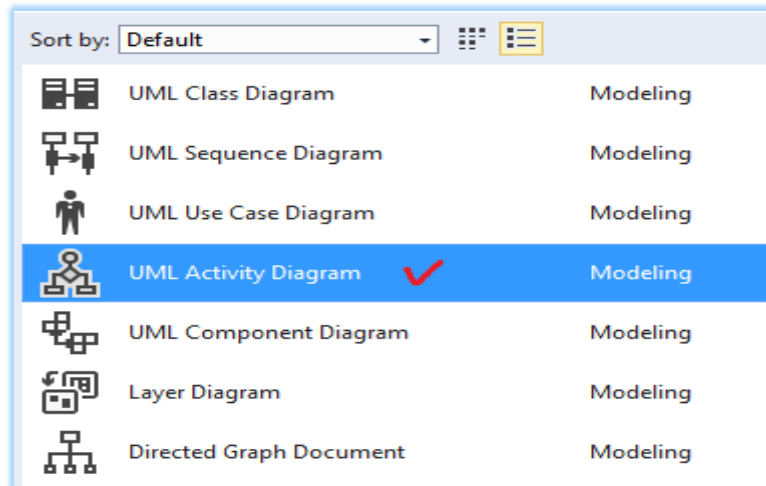
ნახ.15. Visual Studio.NET სამუშაო გარემო

მე-16 ნახაზზე იგივე სქემა გადიდებული ფორმატითაა წარმოდგენილი, რათა დავინახოთ სქემის შიგთავსებიც.



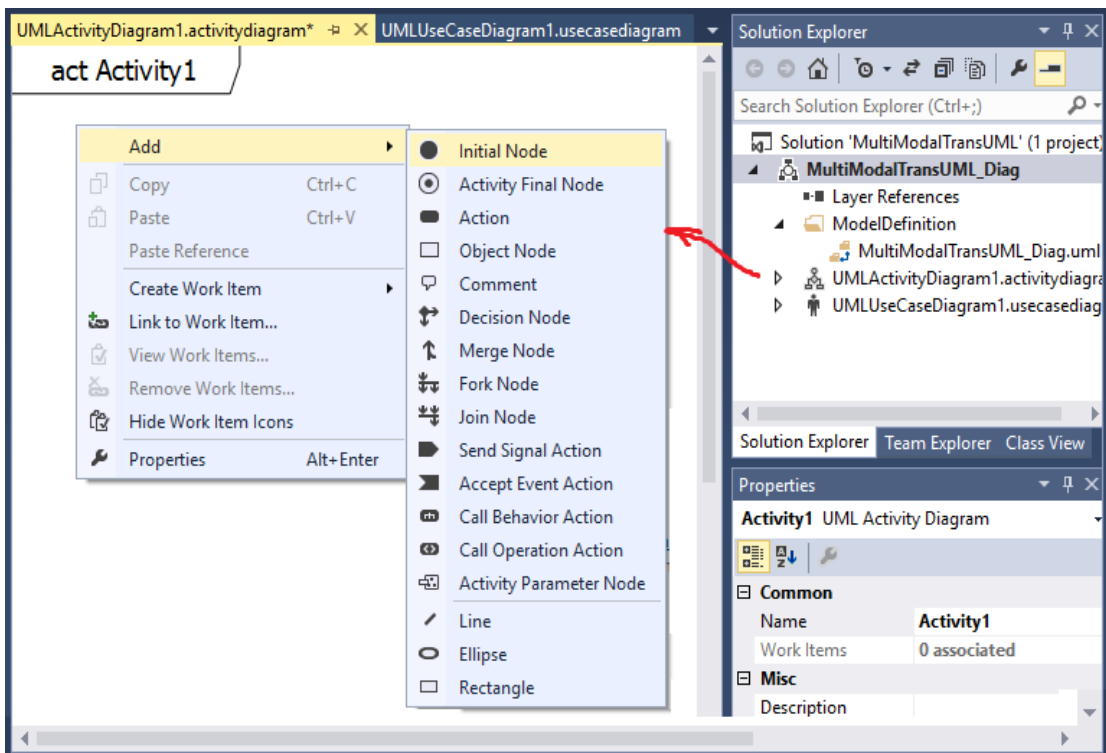
ნახ.16. UseCase - დიაგრამა მულტიმოდალური გადაზიდვების სისტემისთვის

შემდეგ ეტაპზე თითოეული ოვალისთვის (როლის ფუნქციისთვის) აგებენ ქმედებათა დიაგრამებს, რომლებსაც აქტიურობათა დიაგრამებს უწოდებენ (Activity-D). მე-17 ნახაზზე ნაჩვენებია Solution Explorer-ის პროექტზე Add new Item ფუნქციით მიღებული ფანჯარა, სადაც უნდა ავირჩიოთ UML Activity Diagram.



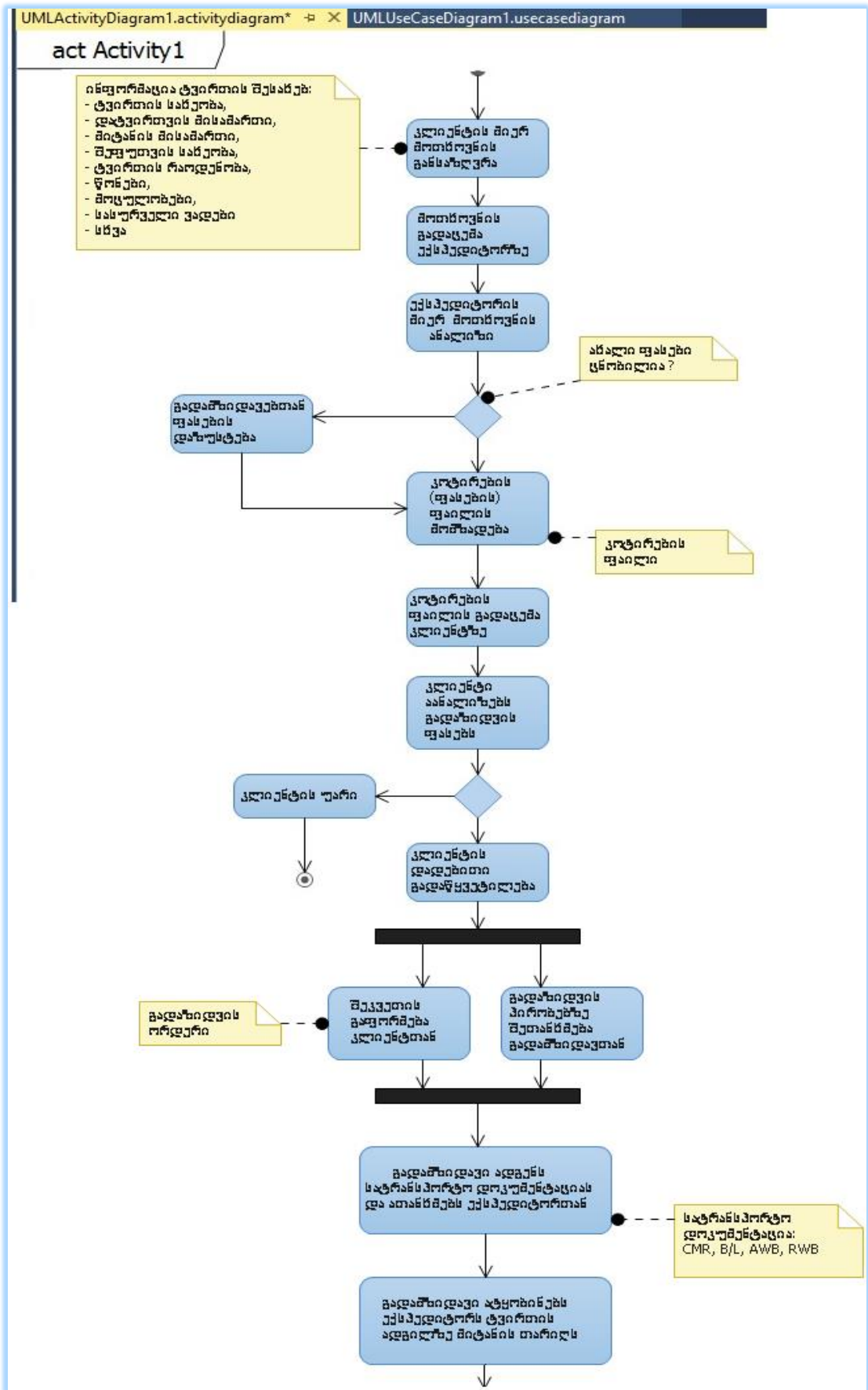
ნახ.17. დავალების არჩევა

მე-18 ნახაზზე გამოტანილია ახალი სამუშაო გარემო აქტიურობათა დიაგრამის ასაგებად.

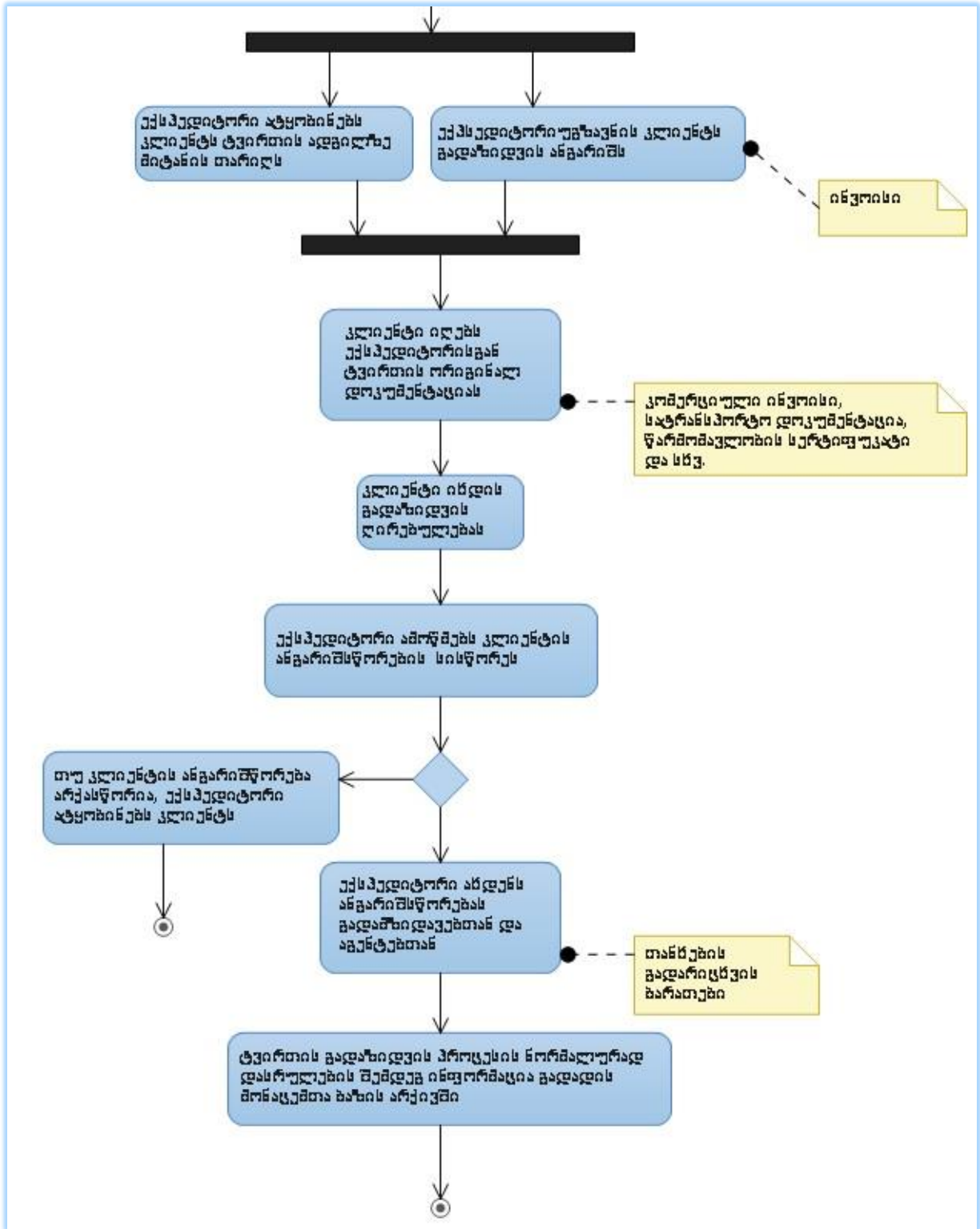


ნახ.18. Activity Diagram-ის აგების დასაწყისი

მე-19 ნახაზზე წარმოდგენილია მულტიმოდალური გადაზიდვების სისტემის მთლიანი აქტიურობათა დიაგრამა, ბიზნეს-პროცესებით და ბიზნეს-წესებით.

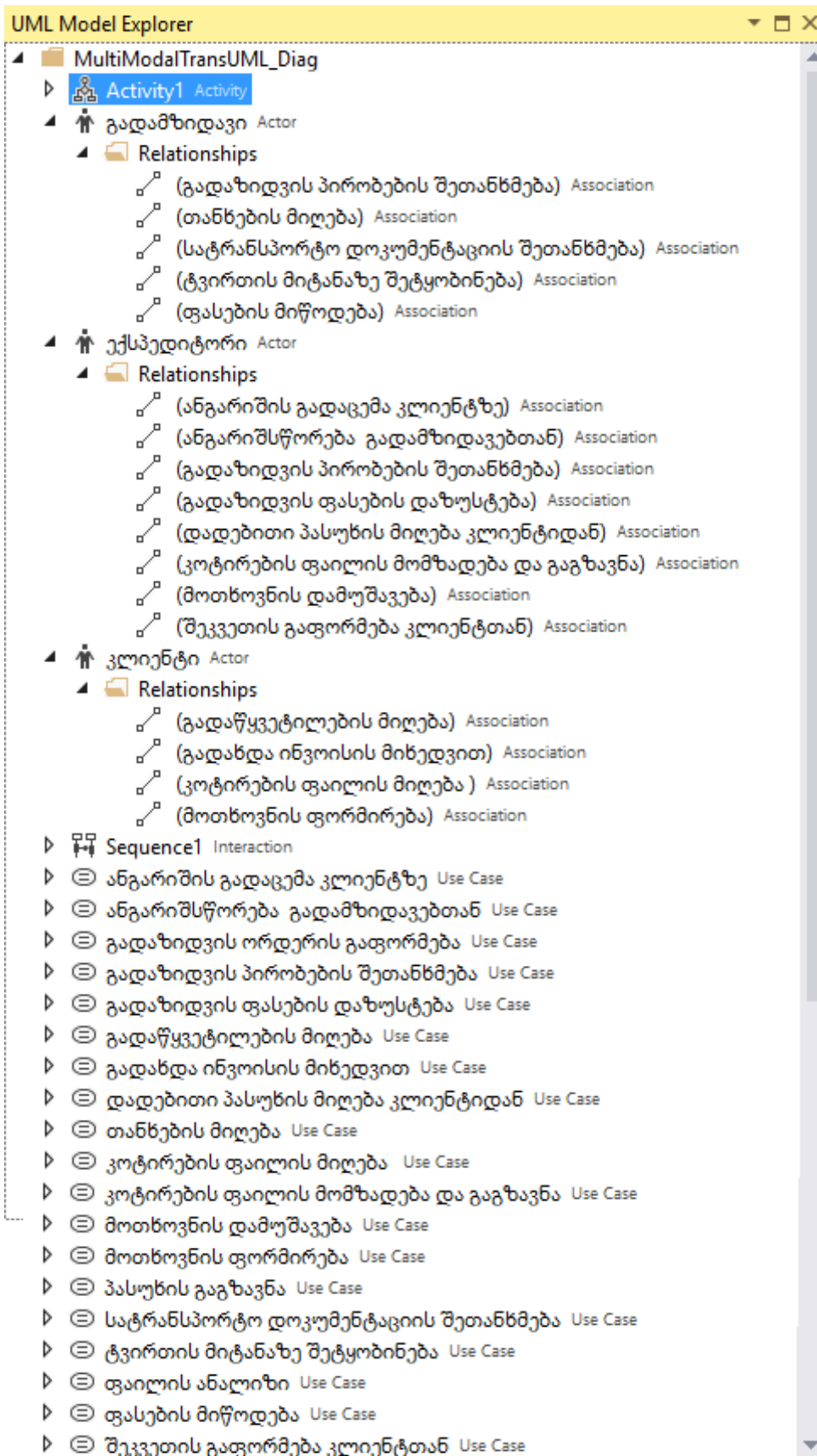


ნახ.19. მომავალი სისტემის აქტიურობათა დიაგრამა



ნახ.19. აქტიურობის დიაგრამა - გაგრძელება

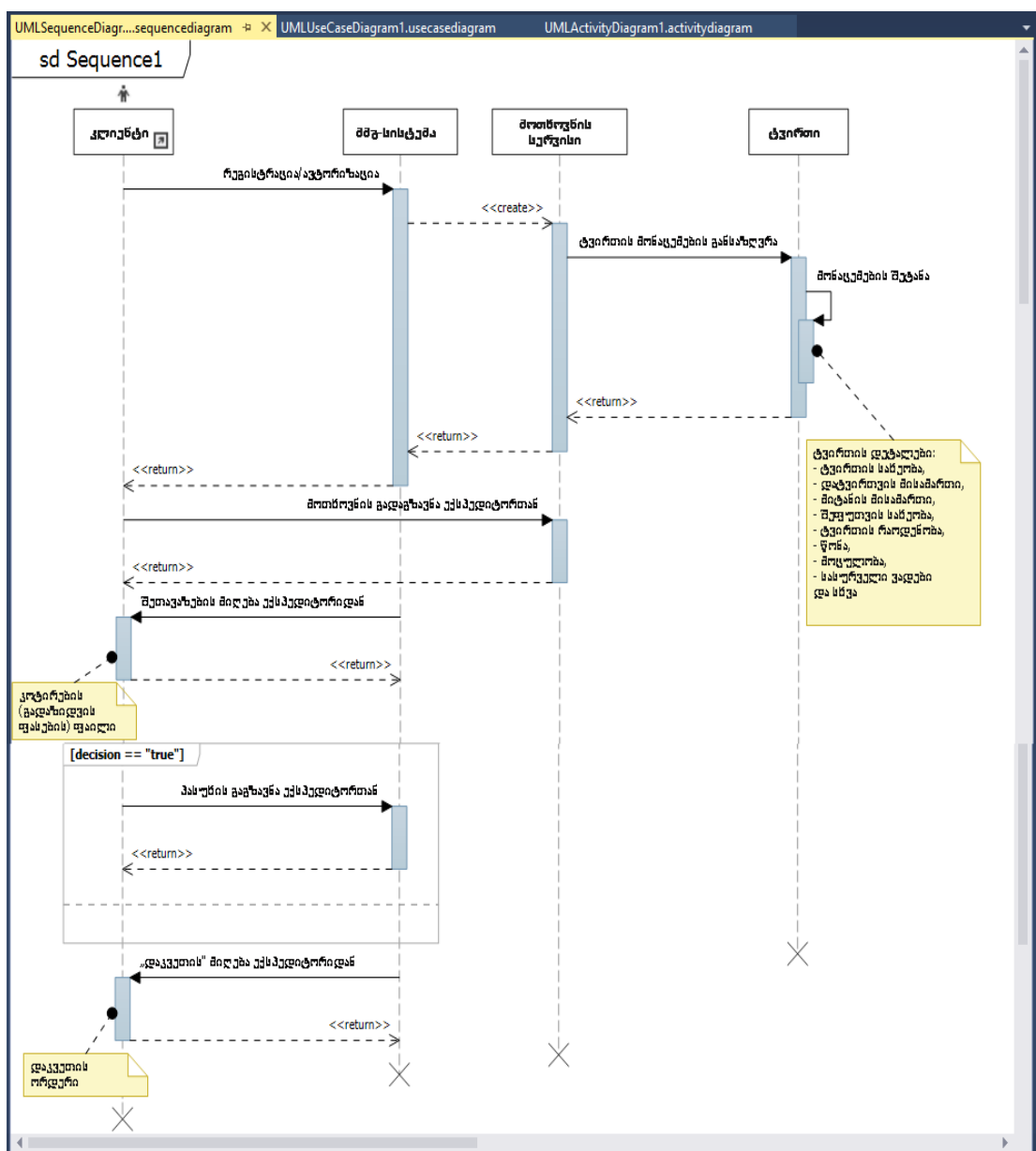
მე-20 ნახაზზე მოცემულია MultiModalTransUML_Diag პროექტის შესაბამისი შიგთავსის იერარქიული ხე, რომელიც მოდელირების პროცესში სისტემამ თვითონ შექმნა ოპერაციების პარალელურად.



ნახ.20. პროექტის შიგთავსის ხე

მომდევნო ეტაპზე ავადგეთ ძირითადი როლების (კლიენტი, ექსპედიტორი და გადამზიდავი) ინტერაქტიულ ქმედებათა სცენარები, ანუ მიმდევრობითობის დიაგრამები (Sequence-D).

21-ე 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).



ნახ.21. Sequence-D როლისთვის „Client“

როლის ქმედებები ჩალაგებულია დროში მიმდევრობით ზემოდან ქვემოთ.

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 „ძველია“, ის თავისი სახელით და პაროლით გადის ავტორიზაციას.

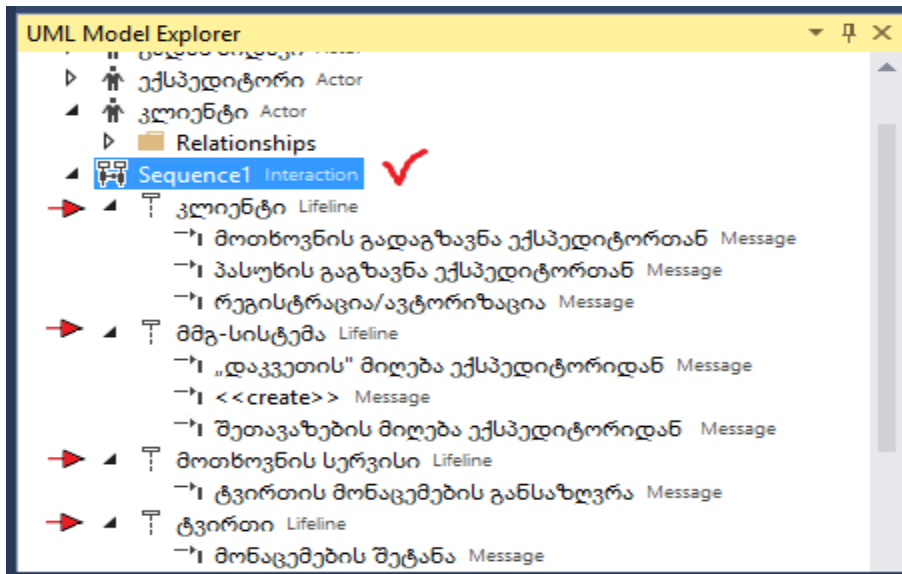
შემდეგ პოტენციური კლიენტი ავსებს მომსახურების ფირმის „სერვის-ფორმას“, სადაც მიუთითებს გადასატანი ტვირთის მახასიათებლებს და გეოგრაფიულ მისამართებს (საწყისი, საბოლოო). „სერვის-ფორმა“ ინტერფეისის როლს ასრულებს კლიენტისთვის და იგი განთავსებულია მომსახურების ფირმის საიტზე. აქ შეიტანება შემდეგი მონაცემები: ტვირთის ტიპი, მდგომარეობა, შეფუთვის ტიპი, ერთეულის ზომები (სიგრძე, სიგანე, სიმაღლე), ერთეულის მოცულობა, ჯამური მოცულობა, ერთეულის წონა, ერთეულის რაოდენობა, ჯამური წონა, უსაფრთხოობა, 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.

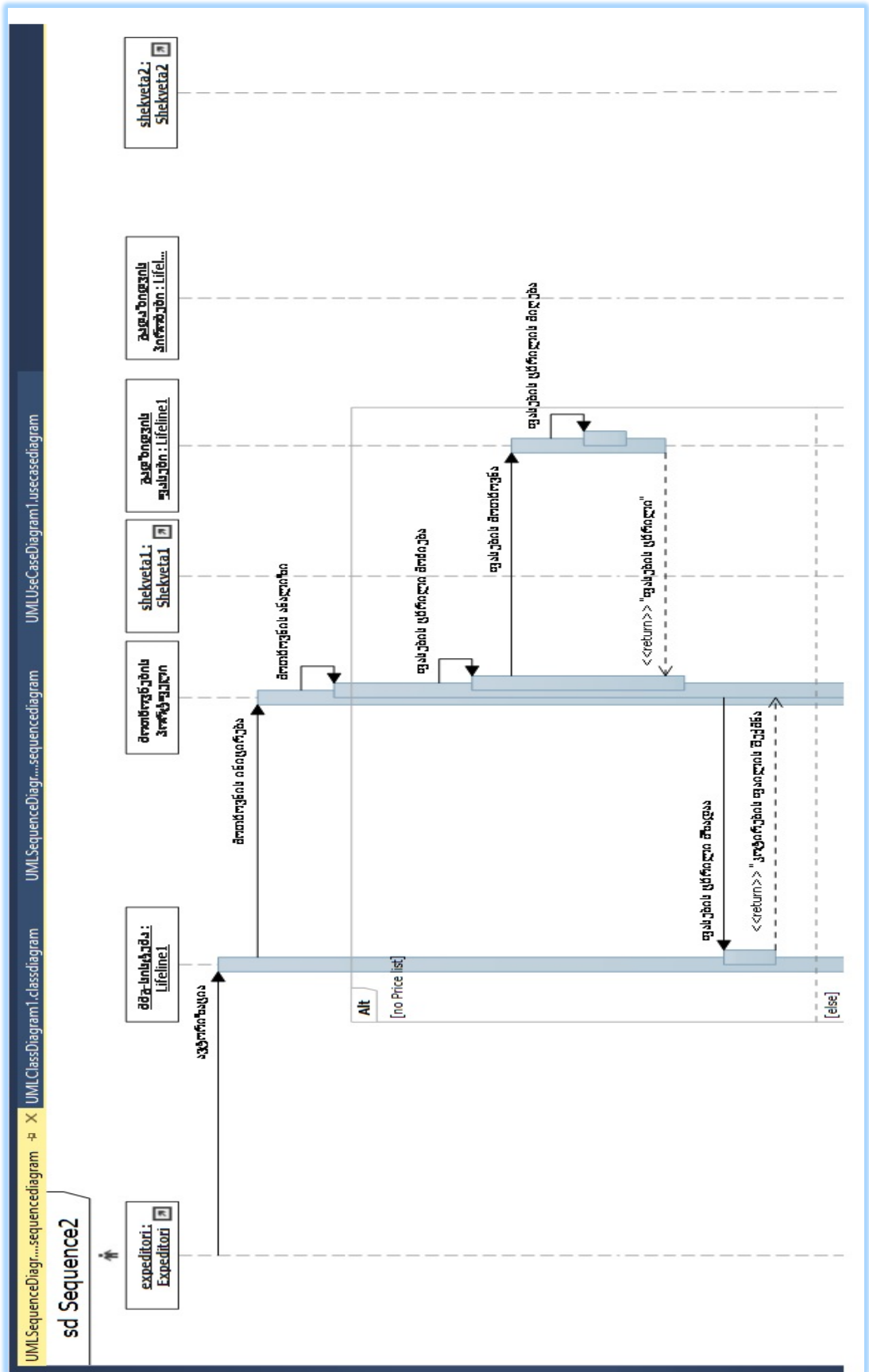
ექსპედიტორი, როდესაც მოლაპარაკება დადებითად გადაწყდება, მიაჩნებს ტვირთს იდენტიფიკატორს და გადაზიდვის ხელშეკრულების იდენტიფიკატორს.

22-ე ნახაზზე ნაჩვენებია პროექტის შიგთავსის ფრგამენტი Sequence დიაგრამისთვის.

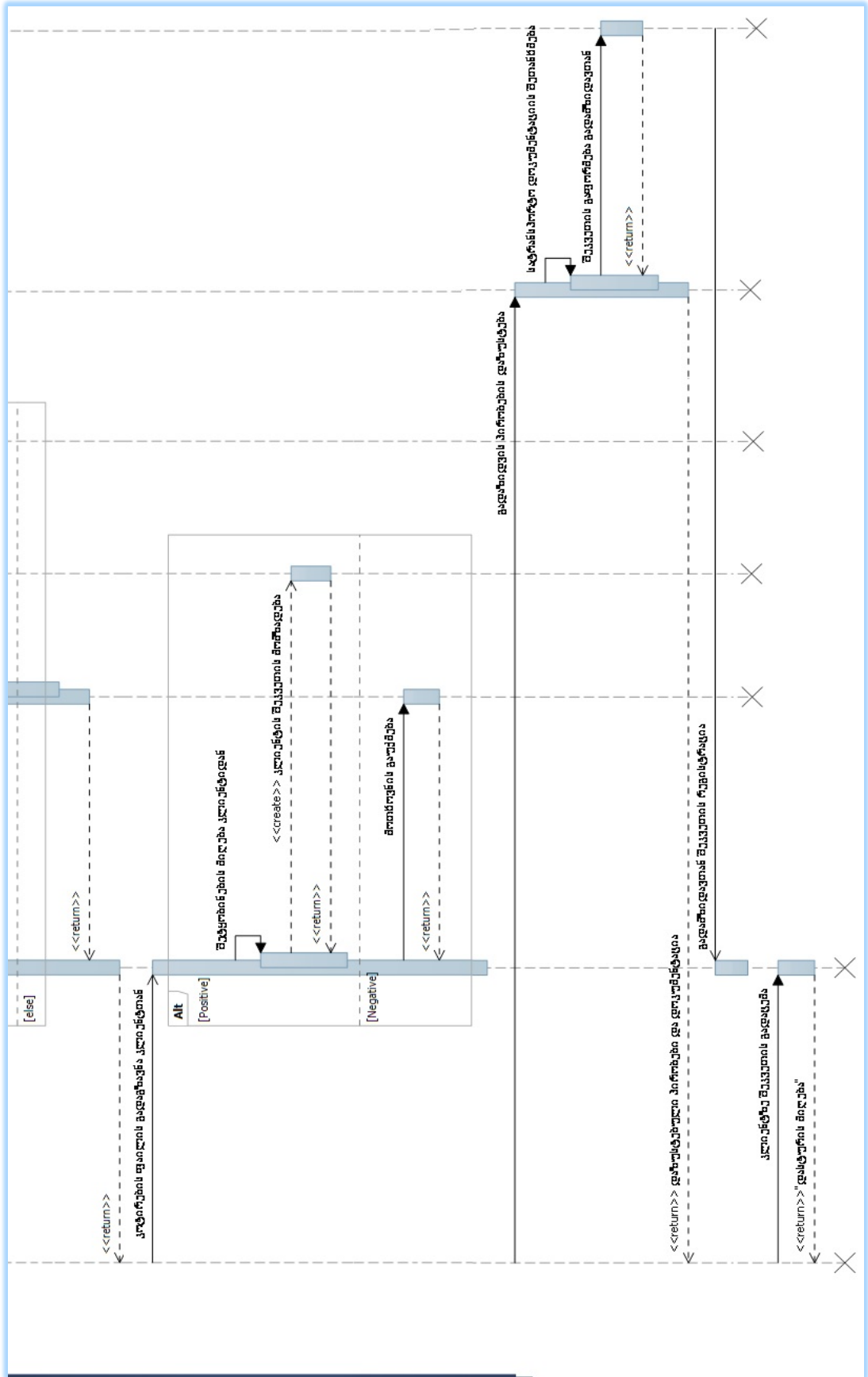
ასეთივე წესით აიგება Sequence დიაგრამები ექსპედიტორისა და გადამზიდვისათვის, რაც ნაჩვენებია 23-ე და 24-ე ნახაზებზე.



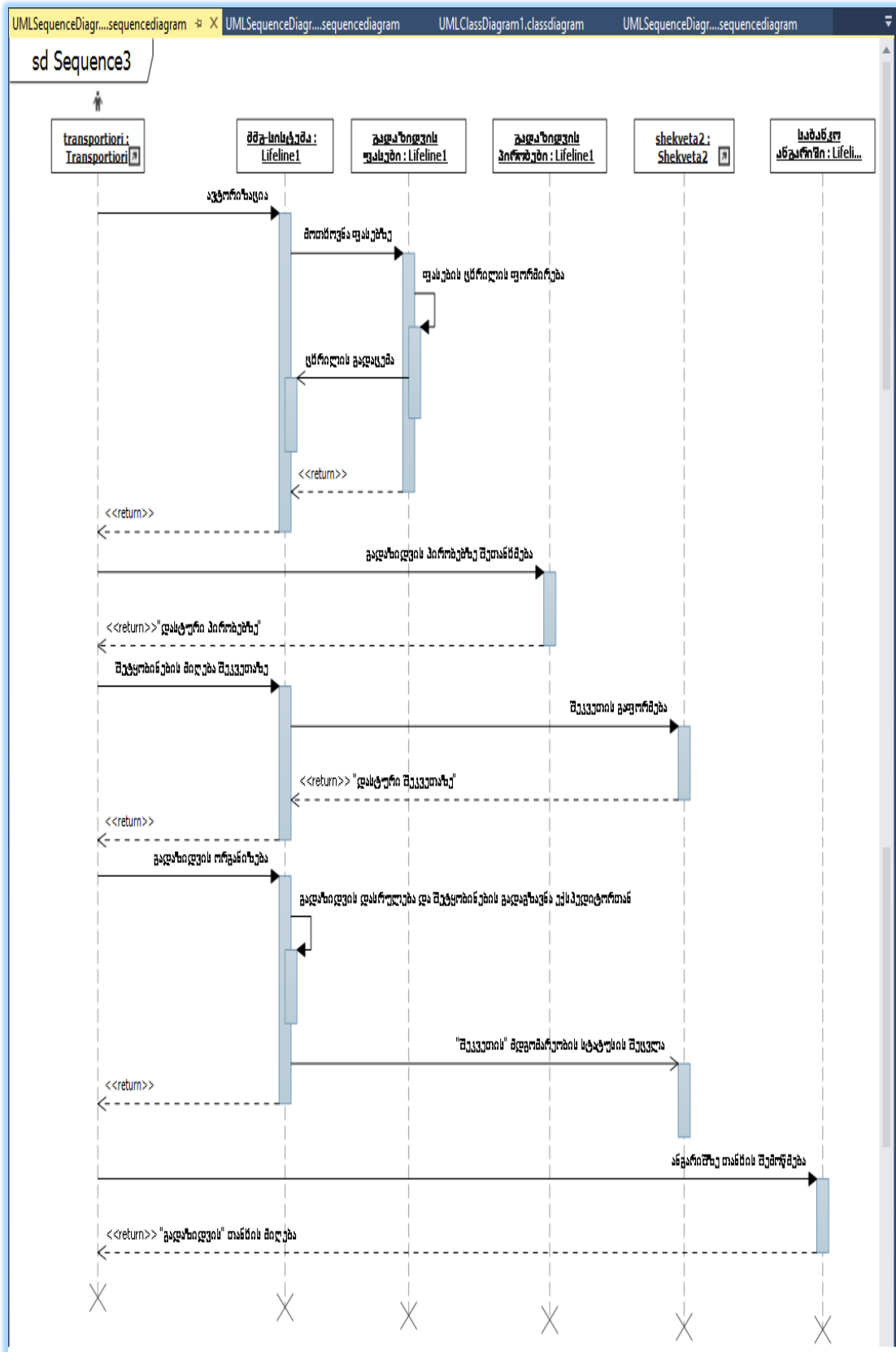
ნახ.22. პროექტის Sequence დიაგრამის შიგთავსის ფრაგმენტი



ნახ.23. Sequence-D ექსპედიტორისთვის "Expeditor" (1)



ნახ.23. Sequence-D ექსპედიტორისათვის "Expeditor" (2-continue)



ნახ.24. Sequence-D გადამზიდავისათვის "Transporter"

2.6. მეორე თავის დასკვნა

- ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების სფერო 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 მიზნითაც;

- მულტიმოდალური გადაზიდვების მართვის ბიზნესპროცესების ავტომატიზაციის მიზნით მნიშვნელოვანია ექსპედიტორული სამსახურის ან ოპერატორ-მენეჯერის ფუნქციების პროცეს-ორიენტირებული მოდელების აგება ისეთი ინსტრუმენტის საფუძველზე, როგორცაა ბიზნეს პროცესების მოდელირების ნოიტაცია (BPMN) და უნიფიცირებული მოდელირების ენა (UML);

- 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 გადაწყვეტილების მიღების ბლოკების ერთობლიობით;

- ასეთი მოდელების აგების პროგრამული უზრუნვეყოფის შექმნის დეველოპმენტი უნიფიცირებული მოდელირების ტექნოლოგიების საფუძველზე მეტად აქტუალურია. შემდეგ ეტაპებზე კი მის საფუძველზე შესაძლებელი იქნება იმიტაციური მოდელების აგება და მასზე ექსპერიმენტების ჩატარება უკეთესი (ოპტიმალური) გადაწყვეტილებების მისაღებად ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების სფეროში.

III თავი

მულტიმოდალური გადაზიდვების მართვის საინფორმაციო სისტემის მონაცემთა ბაზის დაპროექტება და აგება

3.1. მულტიმოდალური გადაზიდვების საინფორმაციო სისტემის კლასებისა და კლასთა-ასოციაციების დიაგრამების აგება

განვიხილოთ ჩვენს მიერ წინა თავში აღწერილი ობიექტების უნიფიცირებული მოდელირების საკითხი UML-ტექნოლოგიის კლასების დიაგრამის საფუძველზე.

როგორც ვიცით, კლასი ერთგვაროვან ობიექტთა სიმრავლეა, რომელიც პროგრამული თვალსაზრისით მონაცემთა კომპლექსური ტიპია (სტრუქტურაა, ოღონდ მომხმარებლის კერძო სახის, რომელშიც შესაძლებელია გარკვეული ცვლადების (მონაცემების) და ფუნქციების (მეთოდების) დამალვა. Properties თვისებებში Visibility იქნება Private (-) ან Protection (#). ყველასთვის ხელმისაწვდომი მონაცემები და მეთოდები (+)-ითაა მოპყვებული, რაც Public-ს შეესაბამება [20].

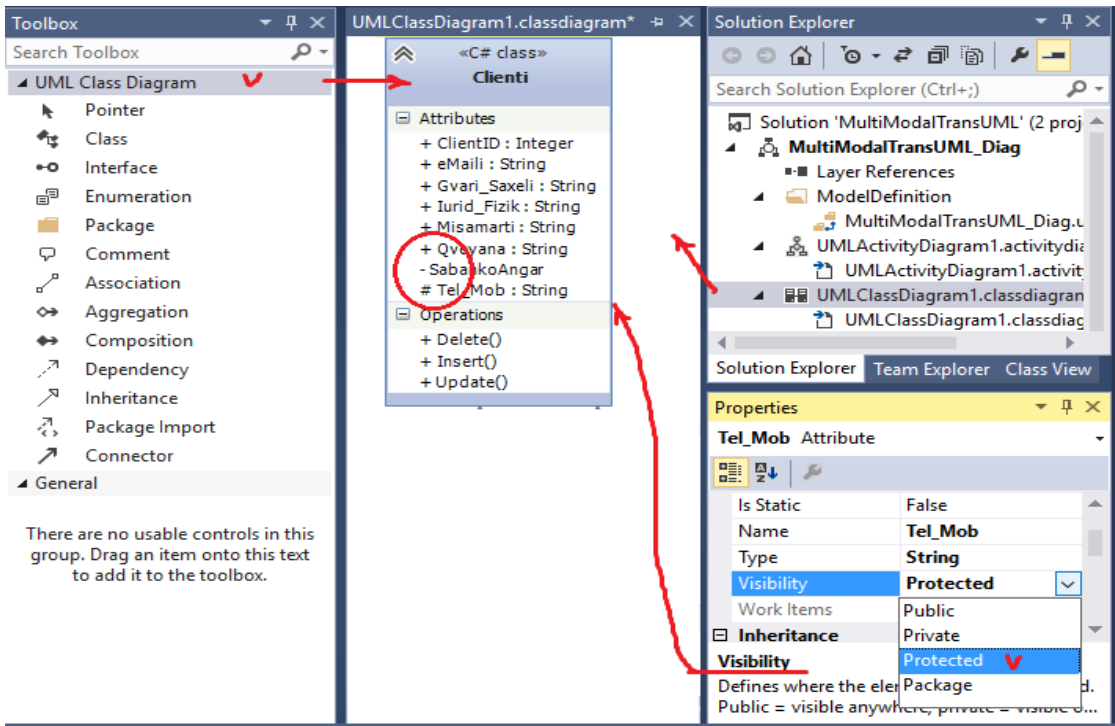
სისტემის ობიექტების შესაბამისი კლასების აგება Visual Studio. NETგარემოში, UML Class Diagram ინსტრუმენტების პანელით, Client კლასით, Solution Explorer-ით და Properties-ით ნაჩვენებია 25-ე ნახაზზე.

26-ე ნახაზზე მოცემულია ორი კლასის შემთხვევა (Client და Tvirti). ანუ სქემაზე დაემატა ტვირთის შესაბამისი კლასი (ატრიბუტებით და მეთოდებით). აქვე განისაზღვრა კავშირების ამ ორ კლასს შორის.

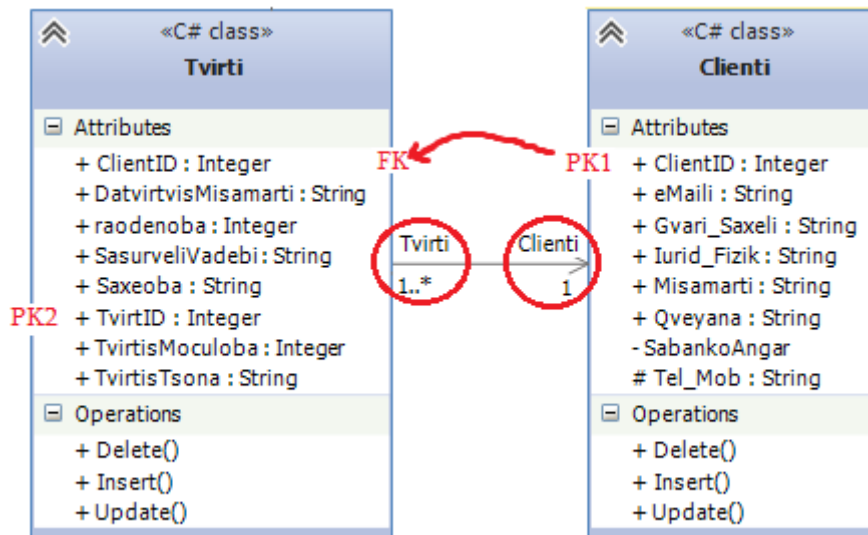
კლასთაშორისი კავშირები შეიძლება იყოს: მემკვიდრეობითი, აგრეგატული, რელაციური და ასოციაციური (ნახ.27):

- მემკვიდრეობითი (Generalization) ასახავს „გენეტიკურ“, განზოგადოებულ კავშირებს კლასებს შორის. ასეთ დროს ერთი კლასი („შვილი“) მთლიანად იღებს მეორე კლასის („მშობელი“) ყველა ატრიბუტს, მეთოდს და კავშირს;

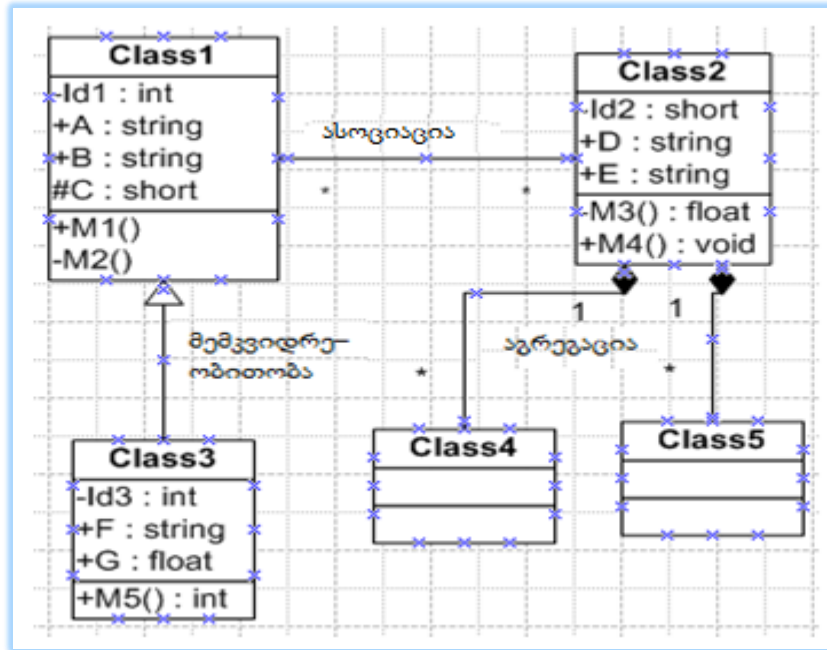
- აგრეგირებული (Aggregation) ნიშნავს კავშირს „მთელი-ნაწილი“. მაგალითად, „ავტომობილი“ – „ძარა, ძრავი, საბურავები და ა.შ.“;



ნახ.25. კლასის ფორმირების მაგალითი VisualStudio.NET გარემოში



ნახ.26. კლასის დამატება დიაგრამაზე



ნახ.27. კლასთაშორის კავშირთა სახეები

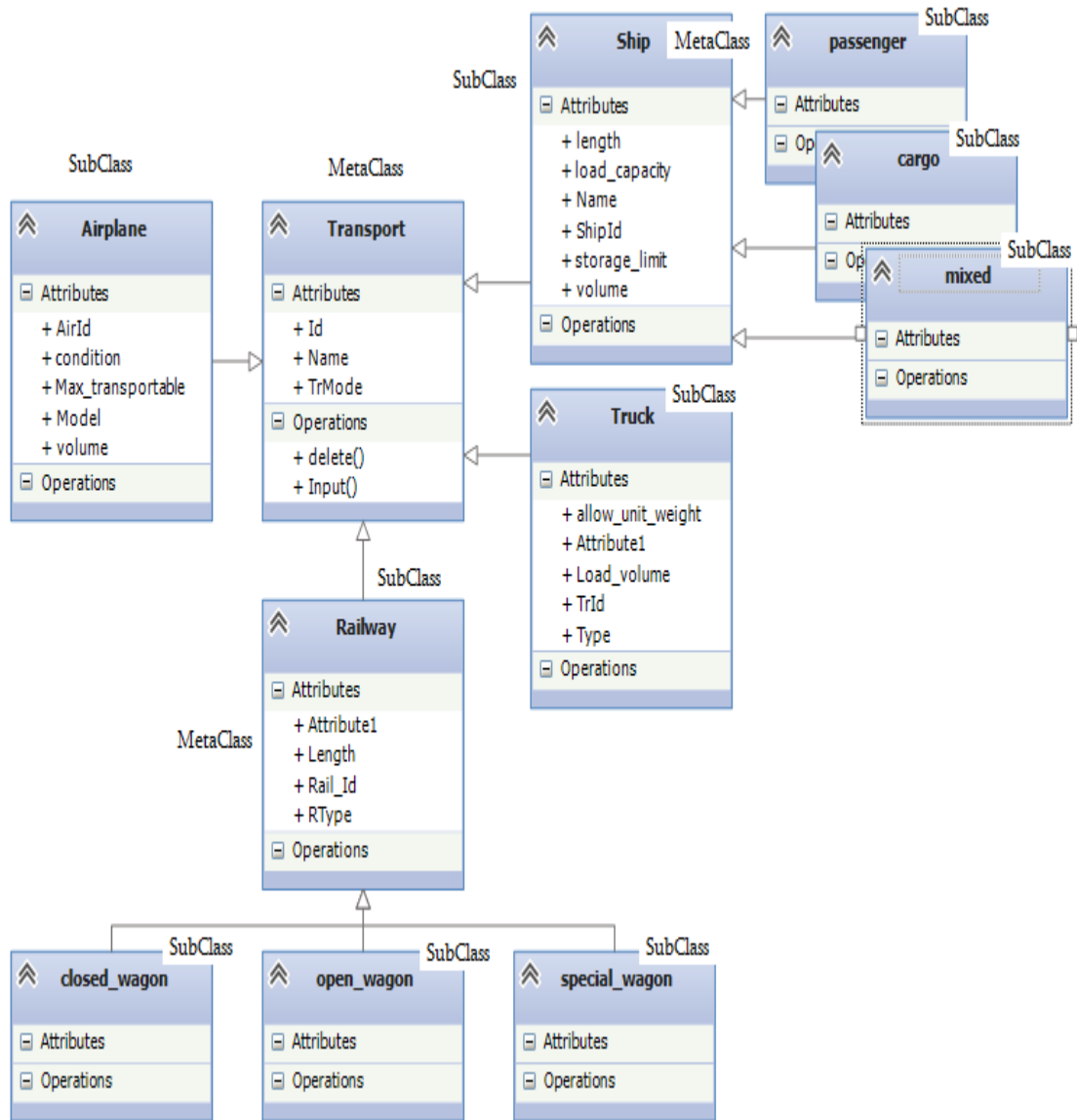
- ასოციაციური (Assotiation) ნიშნავს სემენტიკურ კავშირს კლასებს შორის. ის შეიძლება გამოისახოს ერთ- ან ორმიმართულ-ლებიანი (იგივეა, რაც უსრო) ხაზით. ისარი გვიჩვენებს შეტყობინების გადაცემის მიმართულებას. ასოციაციური კავშირის რეალიზება ხდება ერთ კლასში დამატებით მეორე კლასის ატრიბუტის ჩასმით. ეს ჰგავს პირველადი (Primary - PK) და მეორადი (Foreign - FK) გასაღებური ატრიბუტების შეერთებას;

- რელაციური (Dependency) ნიშნავს ერთი კლასის დამოკიდებულებას მეორეზე. იგი ერთმიმართულ-ლებიანი წყვეტილი ისრით გამოიხატება. მასში დამატებითი დამაკავშირებელი ატრიბუტები არ გამოიყენება.

მაგალითად, ჩვენი შემთხვევისთვის შეიძლება კლასი Transport იყოს მეტაკლასი.

28-ე ნახაზზე ილუსტრირებულია კლასთა ასოციაციის დიაგრამა მემკვიდრეობითი კავშირების საფუძველზე. ისარი მიმართულია „შვილიდან“ „მშობლისაკენ“, რაც მათ ცალსახა დამოკიდებულებაზე მეტყველებს. „შვილს“ ჰყავს ერთი „დედა“, ხოლო „დედას“ შეიძლება ჰყავდეს რამდენიმე „შვილი“, ამიტომაც ეს არაა ცალსახა.

მშობელი კლასი ლიტერატურაში ზოგჯერ „მეტაკლასად“ (MetaClass) მოიხსენიება, რომელიც შედგება ქვეკლასებისგან (SubClasses). შეიძლება იერარქიაში ქვეკლასი იყოს მის ქვევით მდგარი კლასისთვის მეტაკლასი. მაგალითად, კლასი MetaClass_Transport არის მეტაკლასი ოთხი ქვეკლასისთვის: SubClass_Airplane, SubClass_Truck, SubClass_Ship და SubClass_Railway.



ნახ.28. მემკვიდრეობითი (inheritance) კავშირები ტრანსპორტის სახეების კლასებს შორის (კლასიფიკაცია)

ამასთანავე, კლასი RailWay არის მეტაკლასი closed_wagon, open_wagon და special_wagon ქვეკლასებისთვის, ხოლო მეტაკლასი Ship კი - passenger, cargo და mixed ქვეკლასებისთვის.

ტვითი – წარმოების პროდუქცია (ნედლეული, ნახევარფაბრიკატები, მზა პროდუქცია), მიღებული ტრანსპორტის მიერ გადაზიდვაზე [7].

ტვითის 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, უსაფრთხოება, საბაჟო კოდი, გამგზავნი, მიმღები, გადაზიდვის ხელშეკრულების იდენტიფიკატორი და სხვა.

ამგვარად, ტვითი ხასიათდება შენახვის რეჟიმით, შეფუთვის, გადატვირთვისა და გადაზიდვის ხერხებით, ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით, გადაზიდვაზე წარდგენილი ტვითების ზომებით, მოცულობით, მასითა და ფორმით.

თუ ტვითი შეფუთულია გადაზიდვების პირობების შესაბამისად, მარკირებულია წესების მიხედვით და იმყოფება საჭირო კონდიცირებულ მდგომარეობაში, იგი შეიძლება დაცულად იქნას გადაზიდული. ასეთ შემთხვევაში ითვლება, რომ იგი იმყოფება ტრანსპორტაბელურ მდგომარეობაში.

ტვითის მდგომარეობების ერთობლიობა, მისი საწყისი მდგომარეობიდან საბოლოო მდგომარეობამდე, სატრანსპორტო წესებისა და ოპერაციების ჩათვლით, განხილული გვექნება მომდევნო პარაგრაფში მდგომარეობათა დიაგრამების (Statechart diagrams) სახით.

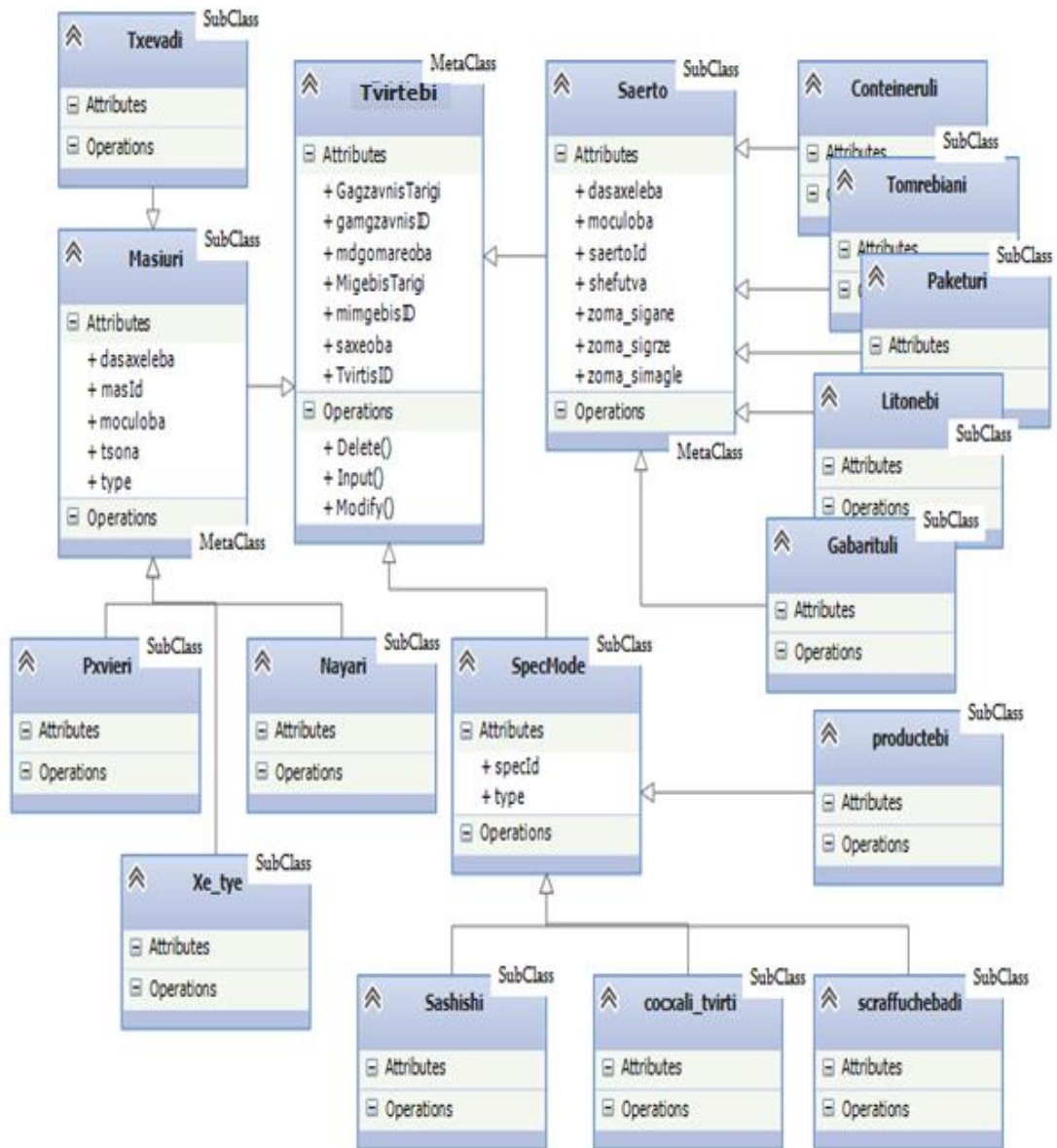
ახლა კი წარმოვადგინოთ ტვითის, როგორც ობიექტის სახეები მისი კლასიფიკაციის საფუძველზე (ნახ.29).

როგორც ნახაზიდან ჩანს, ტვითების სახეობების დაჯგუფება შესაძლებელია შემდეგ კატეგორიებად:

- ნაყარი და დაშლილი ნაყარი ტვითები [7].

ნაყარი ტვითის კატეგორიებს მიეკუთვნება თხევადი, მშრალი ნაყარი, ნეო-ნაყარი, ბორბლიანი და გაყინული/გაგრილებული ტვითები.

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



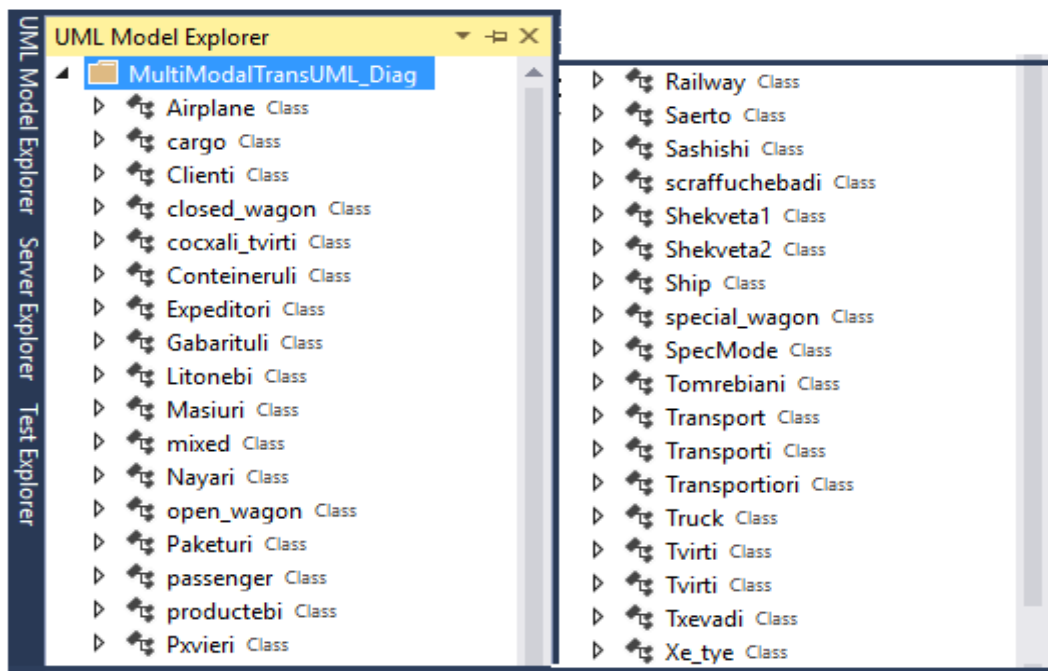
ნახ.29. მემკვიდრეობითი (inheritance) კავშირები ტვირთის სახეების კლასებს შორის (კლასიფიკაცია)

30-ე ნახაზზე მოცემულია ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების პროცესის კლასთა-ასოციაციის დიაგრამა, რომელზეც განხორციელებულია სხვადასხვა კლასების ურთიერთკავშირები.

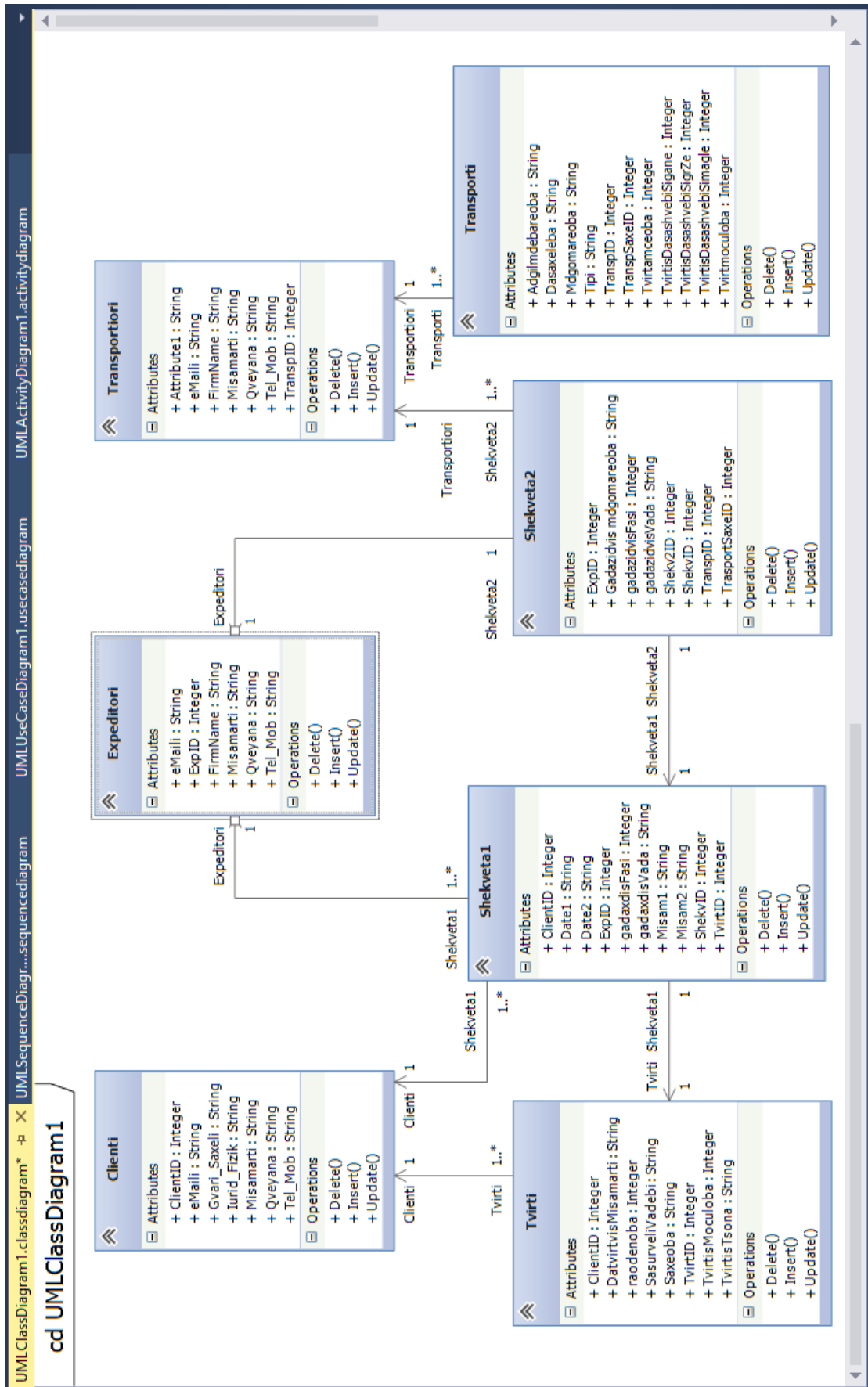
ამ ნახაზზე ჩანს აგრეთვე თითოეული კლასის სავარაუდო შედგენილობა (კლასის ცვლადები მონაცემთა ტიპებით და კლასის მეთოდები).

მიღებული დიაგრამის საფუძველზე შესაძლებელია თითოეული კლასის შესაბამისი კოდის გენერაციის პროცედურის ჩატარება და საბოლოოდ C#-პროგრამის ლისტინგების მიღება.

VisualStudio.NET_2013/15 სამუშაო გარემოში დაფიქსირდა ჩვენს მიერ დაპროექტებული კლასების ერთობლიობა (ნახ.31).

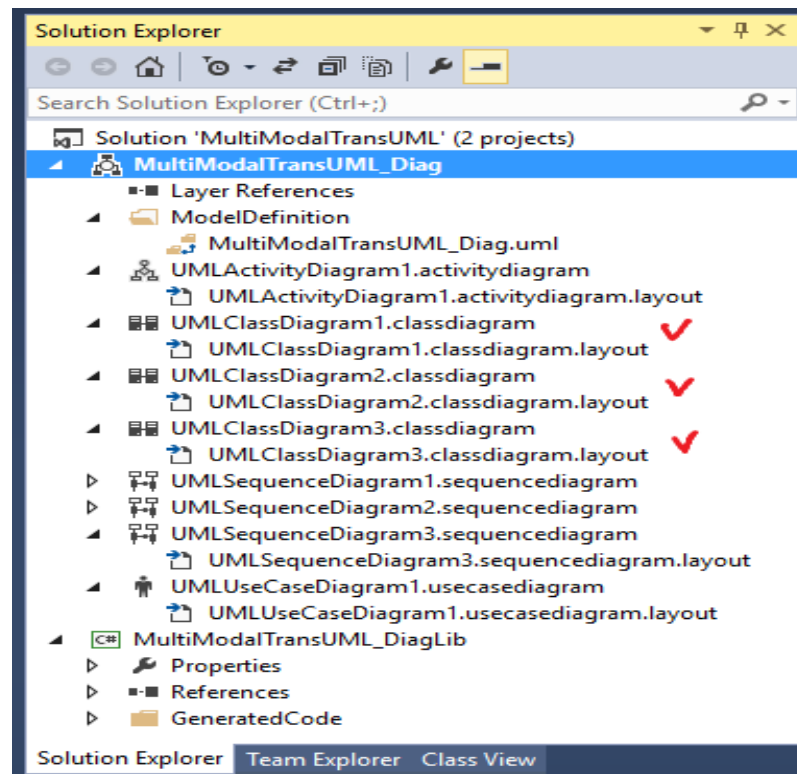


ნახ.31. პროგრამული პაკეტით ფორმირებული კლასების სია (VisualStudio.NET_2013/15)



ნახ.30. კლასების დიაგრამა MMT სისტემისათვის

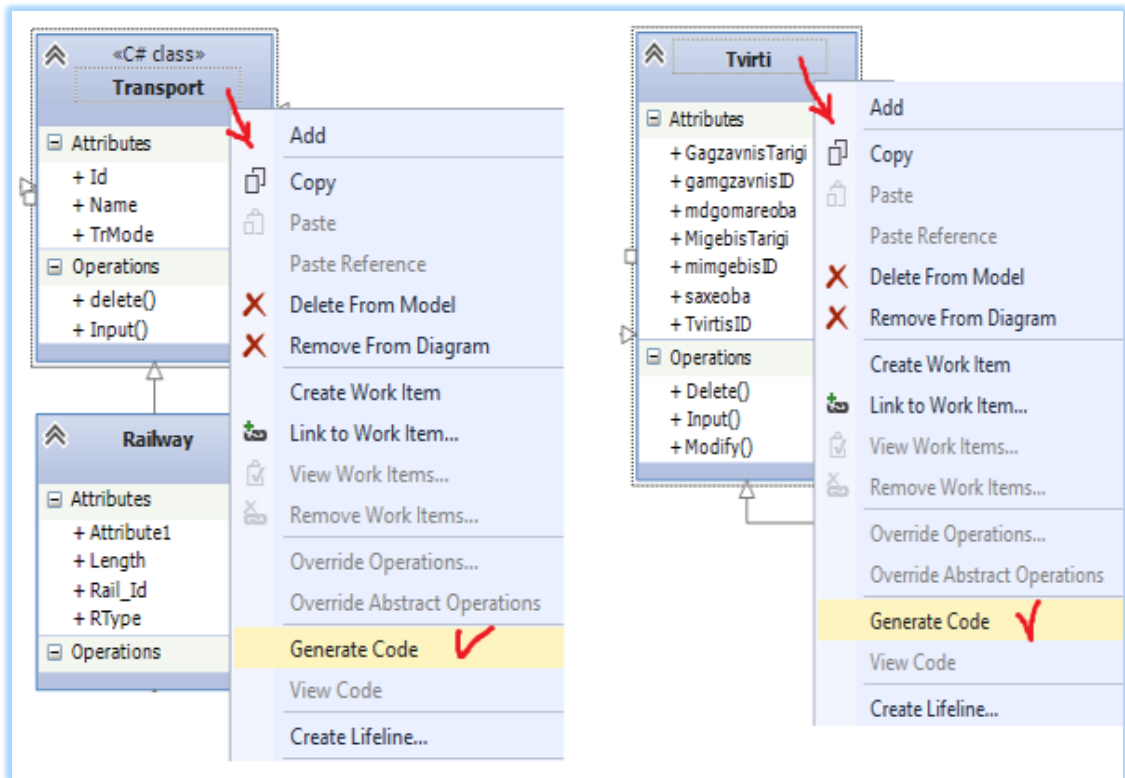
32-ე ნახაზზე მოცემულია MultiModalTransUML_Diag პროექტის შიგთავსი სისტემის Solution Explorer-ში.



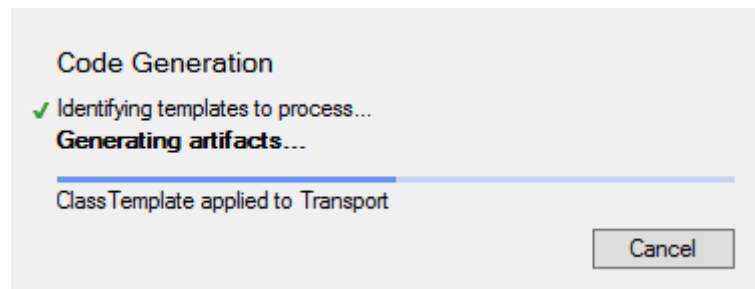
ნახ.32. სისტემის Solution Explorer კლასების დიაგრამებით

3.2. კლასთა დიაგრამიდან კოდის გენერაციის პროცესი

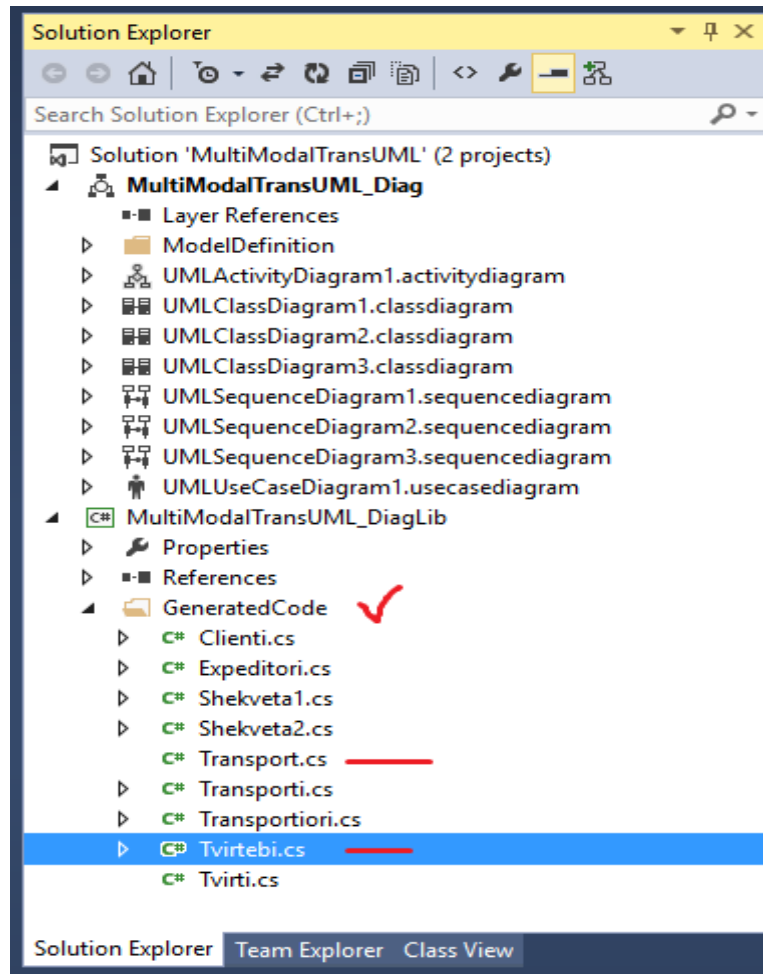
პროგრამული კოდის ავტომატური გენერაციის შესრულება მნიშვნელოვნად ამარტივებს სისტემის პროგრამული უზრუნველყოფის შექმნას (ნახ.33-35).



ნახ.33. C# კოდების გენერაცია მულტიმოდალური გადაზიდვების Transport და Tvirti კლასების დიაგრამებისთვის



ნახ.34. მიმდინარეობს C# კოდის გენერაციის პროცესი



ნახ.35. შედეგები: ახალი C#-კლასის კოდები:
Transport და Tvirtebi

ქვემოთ ლისტინგებში ნაჩვენებია Transport.cs და Tvirtebi.cs კლასების შესაბამისი კოდის ფრაგმენტები, რომლებიც გენერირებულ იქნა ავტომატიზებულ რეჟიმში თვით VisualStudio.NET პროგრამული პაკეტის მიერ, რაც რევერსული ინჟინერინგის კარგი მაგალითია.

```
//----Listing_1 ----- Transport -----
// <auto-generated>
//     This code was generated by a tool
//     Changes to this file will be lost if the code is regenerated.
// </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>
//     This code was generated by a tool
//     Changes to this file will be lost if the code is regenerated.
// </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 gamgzavnisID { get; set; }
    public virtual object mimgebisID { get; set; }
    public virtual object GagzavnisTarigi { 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();
    }
}

```

აღნიშნული კლასების Client.cs, Expedritori.cs, Shekveta1.cs, Shekveta2.cs, Transporti.cs, Transportiori.cs და Tvirtis.cs ლისტინგები მოყვანილი გვაქვს N1 დანართში. ისინი მიღებულია ავტომატიზებულ რეჟიმში, თვით პროგრამული პაკეტის მიერ, რაც რევერსული ინჟინერინგის კარგი მაგალითია. მომავალში გაგრძელდება ამ საკითხების კვლევა ეფექტური გადაწყვეტილებების მისაღებად.

3.3. მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნესპროცესების მოდელირება UML-ის მდგომარეობათა (Statechart) დიაგრამებით

Statechart დიაგრამა არის UML-ის ერთ-ერთი მოდელი, რომელიც გამოიყენება სისტემის დინამიკური ქცევის აღწერის მიზნით. იგი განსაზღვრავს ობიექტის სახვადასხვა მდგომარეობებს მისი არსებობის მთელი პერიოდის მანძილზე. ეს მდგომარეობები იცვლება მოვლენების (events) შესაბამისად.

Statechart-ის გამოყენება სასარგებლოა რეაქციული სისტემებისათვის. ესაა სისტემა, რომელიც რეაგირებს შიგა ან გარე მოვლენებზე.

Statechart დიაგრამა აღწერს მართვის ნაკადს ერთი მდგომარეობიდან სხვა მდგომარეობაში. მდგომარეობა არის ის, რომელშიც იმყოფება ობიექტი და იცვლება მაშინ, როდესაც ამოქმედდება მოვლენა. ამგვარად, Statechart დიაგრამის მნიშვნელოვანი მიზანია ობიექტის სასიცოცხლო დროის მოდელირება მისი შექმნიდან არსებობის დასრულებამდე.

Statechart დიაგრამა გამოიყენება აგრეთვე სისტემების პირდაპირი და რევერსიული პროექტირებისათვის, მაგრამ მისი მთავარი მიზანი მაინც რეაქციული სისტემის მოდელირებაა.

Statechart-ის გამოყენების ძირითადი მიზნებია:

- სისტემის დინამიკური ასპექტების მოდელირება;
- რეაქციული სისტემის სასიცოცხლო დროის მოდელირება;
- ობიექტების სხვადასხვა მდგომარეობების აღწერა მისი მოქმედების პერიოდში;
- მდგომარეობათა მანქანის (სასრული ავტომატის) განსაზღვრა ობიექტის მდგომარეობათა მოდელირებისათვის.

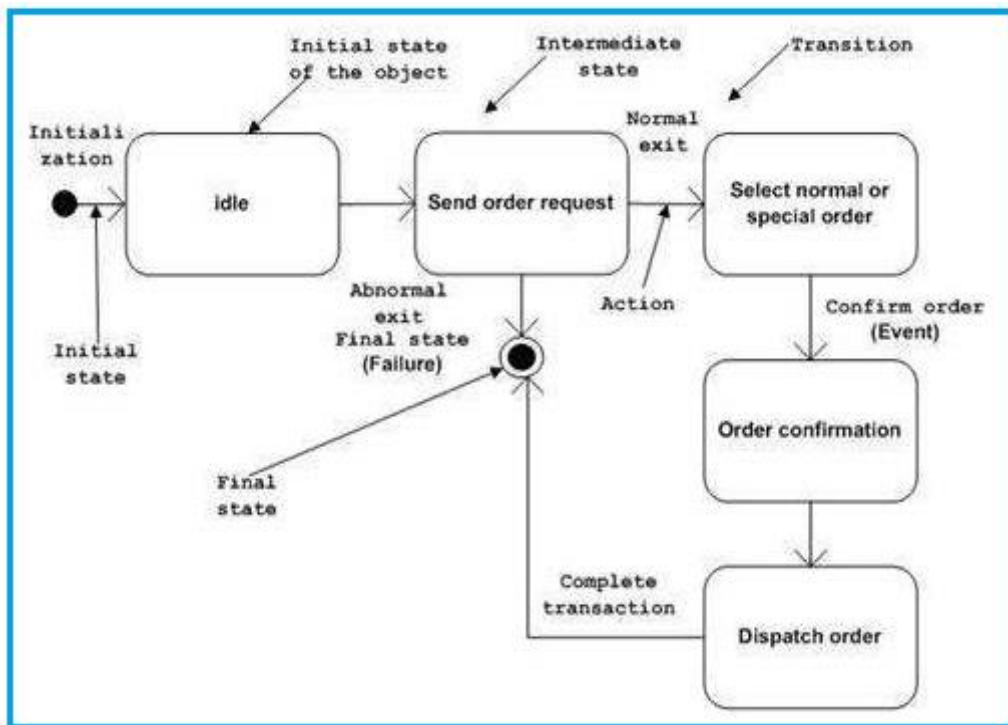
Statechart დიაგრამის გამოყენება ყველა კლასისთვის არაა საჭირო. აუცილებელია მხოლოდ მაშინ, როდესაც კლასი შეიძლება იმყოფებოდეს რამდენიმე მდგომარეობაში და თითოეულ მათგანში მისი ქცევა იყოს სხვადასხვანაირი.

სისტემების ობიექტ-ორიენტირებული ანალიზისა და პროექტირების დროს, სანამ ავაგებთ Statechart დიაგრამას, უნდა დავადგინოთ:

- ძირითადი ობიექტები, რომელთა ანალიზია საჭირო;
- მდგომარეობები;
- მოვლენები.

განვიხილოთ 36-ე ნახაზზე მოცემული Statechart დიაგრამა, რომელშიც ხდება „შეკვეთა“ კლასის ობიექტების მდგომარეობათა ანალიზი [22].

პირველი მდგომარეობა არის არააქტიური მდგომარეობა (Idle), საიდანაც იწყება პროცესი. შემდეგი მდგომარეობები მიიღება ისეთი მოვლენებით, როგორებიცაა: „მოთხოვნის გაგზავნა“ (*send request*), „მოთხოვნაზე დასტური“ (*confirm request*) და „შეკვეთის გაგზავნა“ (*dispatch order*). ეს მოვლენები აგებს პასუხს „შეკვეთა“-ობიექტის მდგომარეობის ცვლილებაზე.



ნახ.36. შეკვეთების მენეჯმენტის სისტემის მდგომარეობათა დიაგრამა

სადაც idle - საწყისი მდგომარეობა; send order request - შეკვეთისთვის მოთხოვნის გაგზავნა; confirm order - შეკვეთის შესახებ დასტურის მიღება; dispatch order - შეკვეთის გაგზავნა.

ობიექტი („შეკვეთა“) სასიცოცხლო ციკლის მანძილზე გაივლის აღნიშნულ მდგომარეობებს, ასევე შესაძლებელია არანორმალური მდგომარეობებიც, რომლებიც სისტემაში არსებული პრობლემების გამო შეიძლება მივიღოთ. როცა მთელი სასიცოცხლო ციკლი დასრულებულია, ითვლება, რომ ტრანზაქცია დასრულდა. აქვე მოცემულია საწყისი და საბოლოო მდგომარეობებიც (Initial state, Final state).

Statechart სქემა განსაზღვრავს კომპონენტის მდგომარეობებს და ეს ცვლილებები დინამიკურია თავისი ბუნებით. ამგვარად, მისი კონკრეტული მიზანია განსაზღვროს მდგომარეობათა ცვლილებები, რომლებიც აქტიურდება მოვლენებით. მოვლენები შეიძლება იყოს შიგა ან გარე ფაქტორები, რომლებიც მოქმედებენ სისტემაზე.

Statechart დიაგრამები გამოიყენება მდგომარეობების და სისტემაში მოქმედი მოვლენების მოდელირებისათვის. სისტემის დანერგვის დროს მეტად მნიშვნელოვანია ობიექტის სხვადასხვა მდგომარეობის გარკვევა ამ ობიექტის არსებობის მანძილზე და Statechart დიაგრამებიც სწორედ ამისთვის გამოიყენება.

თუ დავაკვირდებით Statechart დიაგრამის პრაქტიკულ რეალიზაციას, ჩანს რომ იგი ძირითადად გამოიყენება ობიექტის მდგომარეობათა ანალიზისთვის მოვლენების ზემოქმედების გათვალისწინებით. ეს ანალიზი სასარგებლოა სისტემის ყოფაქცევის გასაგებად მისი შესრულების დროს.

ამგვარად, Statechart -ის ძირითადი გამოყენება შეიძლება ასე აღიწეროს:

- სისტემის ობიექტების მდგომარეობათა მოდელირება;
- რეაქციული სისტემის მოდელირება, რომელიც შედგება რეაქციული ობიექტებისგან;
- მოვლენების იდენტიფიცირება, რომლებიც პასუხისმგებელია მდგომარეობათა ცვლილებებზე;
- პირდაპირი და რევერსიული ინჟინერინგისათვის.

3.3.1. მულტიმოდალური გადაზიდვების პროცესის მდგომარეობათა დიაგრამების დაპროექტება

როგორც აღვნიშნეთ, Statechart დიაგრამის გამოყენება ყველა კლასისთვის არაა საჭირო. იგი აუცილებელია მხოლოდ მაშინ, როდესაც კლასის ობიექტები შეიძლება იმყოფებოდეს რამდენიმე მდგომარეობაში და თითოეულ მათგანში მისი ქცევა იყოს სხვადასხვანაირი. ქვემოთ განვიხილავთ ჩვენი სისტემის მაგალითისათვის რამდენიმე ასეთ შემთხვევას.

პირველი მათგანი ნორმალური სიტუაციის თანმხლები პროცესებია, როდესაც მულტიგადაზიდვების პროცესები დასაწყისიდან დასასრულამდე ვითარდება სტანდარტულად, ყოველგვარი გამონაკლისი შემთხვევების გარეშე. მომდევნო სამი დიაგრამა კი აღწერს მულტიგადაზიდვების პროცესის სხვადასხვა წერტილში შესაძლო მოვლენების წარმოშობას, რომლებიც ცვლის სტანდარტულ პროცესთა თანამიმდევრობას და საჭიროებს დამატებითი სპეციფიკური ოპერაციების განხორციელებას. სასურველია, რომ ასეთი მოვლენები წინასწარ იყოს გამოკვლეული და მისი განეიტრალების მეთოდებიც იქნას შემუშავებული. ასეთი მიდგომა განაპირობებს მოსალოდნელი რისკების შემცირებას და დამატებითი ხარჯების ან საჯარიმო გადასახადების პრევენციულ გადაწყვეტას.

3.3.1.1. ტვირთის მულტიმოდალური გადაზიდვის სტანდარტული Statechart-მოდელი

ობიექტ-ორიენტირებული მოდელირების მეთოდოლოგიის საფუძველზე მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნესპროცესების ერთ-ერთი ძირითადი კლასია „ტვირთი“ (ნახ.29,30 - კლასების დიაგრამა).

მისი თვისებები ანუ ატრიბუტებია : 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, საწყისი მდებარეობა, საბოლოო მდებარეობა და სხვა.

როგორც შესავალში აღვნიშნეთ, არსებობს რაღაც ნივთი (საგანი, პროდუქცია ან სხვა), რომელიც ეკუთვნის ფიზიკურ ან იურიდიულ პირს და მას სურს ამ ნივთის გადატანა გეოგრაფიულად ერთი წერტილიდან მეორეში (შეიძლება სხვადასხვა ქვეყნების და კონტინენტების ფარგლებში). ამ პირს ჩვენ ვუწოდებთ კლასი „კლიენტი“, რომლის ატრიბუტებია კლ_იდენტიფიკატორი, დასახელება/ვინაობა, იურიდიული/ფიზიკური პირი, მისამართი, ტელეფონი, ელ_მისამართი და სხვა;

ასევე საჭიროა კლასი „ექსპედიტორი“ და კლასი „ტრანსპორტიორი“ (ანუ გადამზიდავი (ნახ.30).

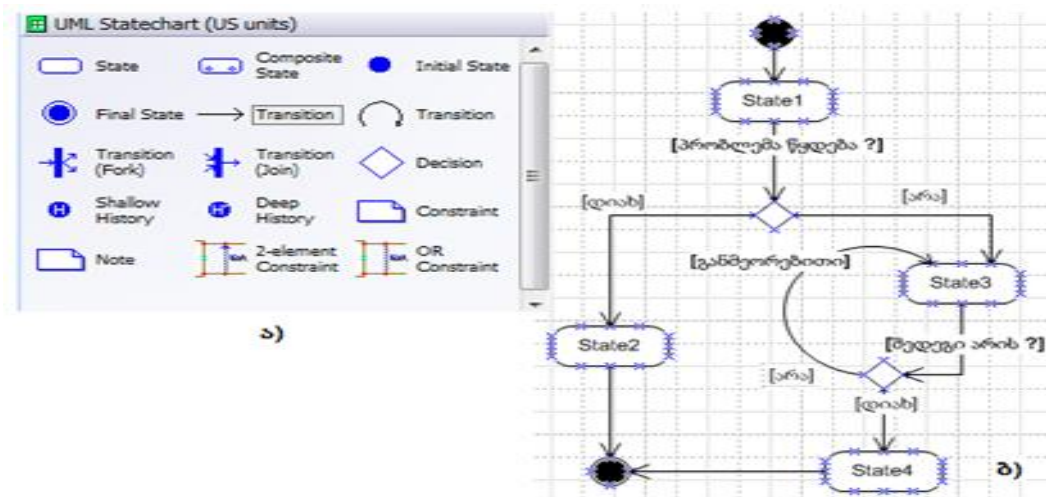
აღნიშნული ნივთი (ან ნივთების ერთობლიობა) მიიღებს ტვირთის სტატუსს, როდესაც კლიენტსა და ექსპედიტორს შორის მოლაპარაკების საფუძველზე შედგება „შეკვეთა“ (Order). შემდეგ ექსპედიტორსა და გადამზიდავ ფირმას შორის შეთანხმდება სატრანსპორტო დოკუმენტაცია და, ბოლოს, დაიწყება ტრანსპორტირების პროცესი. იურიდიულად და ორგანიზაციულად ამ პროცესში მონაწილე როლები (კლიენტი, ექსპედიტორი, გადამზიდავი) აგებენ პასუხს თავიანთ ფუნქციებსა და მოვალეობებზე.

მდგომარეობათა დიაგრამების ასაგებად ვიყენებთ მაიკროსოფტის Ms Visio პაკეტს (ნახ.37).

Visual Studio.NET 2013/15 ვერსიებში ჯერ არაა ჩადგმული Statechart დიაგრამების აგების ინსტრუმენტი. ამიტომ ვაგებთ მას Visio-ში.

38-ე ნახაზზე მოცემულია ტვირთების გადაზიდვის პროცესის სტანდარტული მდგომარეობათა დიაგრამა, რომელზეც ასახულია ცალკეული სავალდებულო მიმდევრობითი პროცესების ერთობლიობა.

მცირე ზომის რომბის ფიგურებით ჩვენ ვითვალისწინებთ შესაძლო არასტანდარტული მოვლენების (რისკების თვალსაზრისით) აღმოცენების შესაძლებლობას, რომლებსაც ჩვენ ქვემოთ (მომდევნო პარაგრაფებში) დეტალურად განვიხილავთ.



ნახ.37. Statechart-ის პანელი (ა) და მდგომარეობათა დიაგრამის ზოგადი მაგალითი

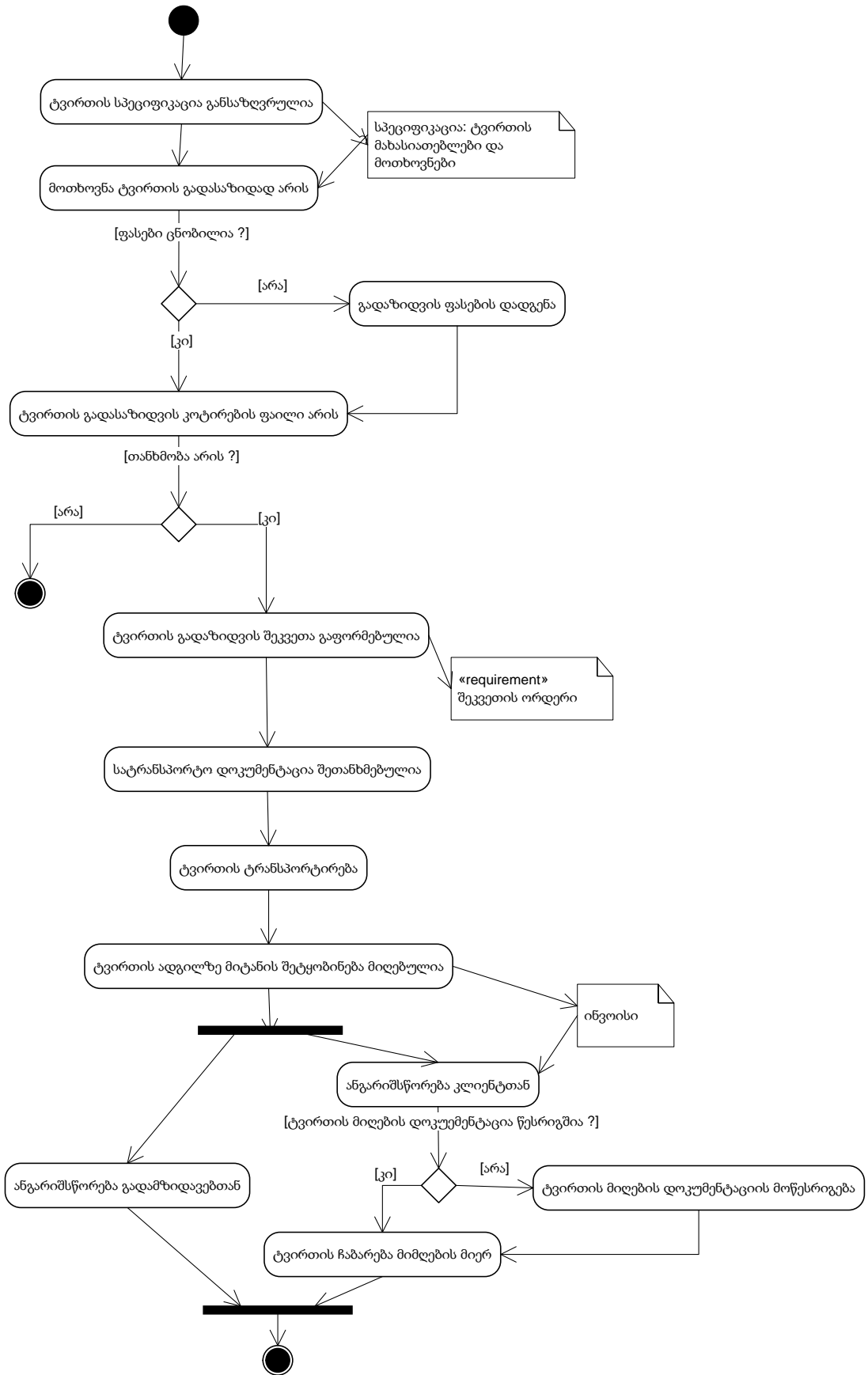
38-ე ნახაზზე მოცემული მდგომარეობათა დიაგრამა ასახავს ტვირთის - როგორც კლასის ობიექტის მდგომარეობებს, ანუ რა მდგომარეობები უნდა გაიაროს ტვირთმა (ზოგადად) კლიენტის (გამგზავნის) მიერ მოთხოვნის ფორმირებიდან ბოლოს, ტვირთის ჩაბარებამდე მიმდებარე.

ეს სტანდარტული ბიზნეს-პროცესი აგებულია არსებული წესების, მოთხოვნების და შეზღუდვების გათვალისწინებით, რომლებიც არსებობს საერთაშორისო და კონკრეტული ქვეყნების კანონმდებლობის საფუძველზე.

მრგვალკუთხედებში ჩაწერილია კონკრეტული მდგომარეობის ამსახველი ქმედება, მაგალითად: „ტვირთის სპეციფიკაცია განსაზღვრულია“, „ტვირთზე მოთხოვნა მიღებულია“, . . . , „ტვირთის გადასაზიდი შეკვეთა გაფორმებულია“ და ა.შ.

რომლებში მოცემულია პირობის (ბიზნეს-წესის) აღწერა, რომლის საფუძველზე მიიღება ერთი ან მეორე გადაწყვეტილება შემდეგი ქმედებისთვის. მაგალითად, თუ გადაზიდვის მარშრუტის ფასები არაა ცნობილი, მაშინ ექსპედიტორი მიმართავს გადამზიდავ ფირმებს ამ ინფორმაციის მოსაპოვებლად და პასუხის მიღების შემდეგ უგზავნის დამკვეთ-კლიენტს „კოტირების ფაილს“ (ანუ ფასების ნუსხას).

თუ კოლიენტისთვის მისაღებია ეს ფასები (მეორე რომბიკი), მაშინ იგი უგზავნის ექსპედიტორ „თანხმობას“, რის საფუძველზეც დგება „შეკვეთის ორდერი“.



ნახ.38. სტანდარტული Statechart დიაგრამა ტვირთის გადაზიდვის პროცესისთვის

შეკვეთის ორდერის გაფორმების შემდეგ ფორმდება შეთანხმება ექსპედიტორსა და გადამზიდავ ფირმას შორის ტრანსპორტირების პირობებსა და ვადებზე. ექსპედიტორი ათანხმებს გადამზიდავთან სატრანსპორტო დოკუმენტაციას, რის შემდეგაც გადამზიდავი იბარებს ტვირთს და იწყება ტრანსპორტირების პროცესი.

ტვირთის გადაზიდვის პროცესი შეიძლება იყოს მულტიმოდალური, ანუ საწყისი და საბოლოო პუნქტებს შორის მისი გადაზიდავა მოხდეს რამდენიმე ტრანსპორტის საშუალებით, კერძოდ ავტოტრანსპორტით, გემით, რკინიგზით და თვითმფრინავით. ეს ციკლური ოპერაციები, პუნქტიდან პუნქტამდე უნდა იყოს დეტალურად აღწერილი ხელშეკრულებაში და იურიდიული პასუხისმგებლობა ეკისრებათ ამ პროსეში მონაწილეებს.

შესაძლებელია აგრეთვე შუალედური საწყობების გამოყენება, თუ ამას მოითხოვს გადაზიდვის პროცესი. ყველა შესაძლო ვარიანტი უნდა იქნას წინასწარ გათვალისწინებული, დამატებითი მოსალოდნელი ხარჯები წინასწარ გათვლილი, ვინ უნდა გადაიხადოს ეს ხარჯები ან ჯარიმები და ა.შ.

ექსპედიტორის როლი ასეთ შემთხვევებში ძალზე მნიშვნელოვანია.

ახლა განვიხილოთ რამდენიმე არასტანდარტული შემთხვევა, რომლებიც შეიძლება აღმოცენდეს ტვირთების გადაზიდვის პროცესში და ისინი უნდა შესრულდეს.

ასეთ შემთხვევებს „მოვლენებს“ (Events) უწოდებენ და ისინი შეიძლება მოხდეს ან არ მოხდეს, გააჩნია როგორ ვითარდება პოლიტიკური, სტიქიური, ეკოლოგიური ან სხვა პროცესები. გარკვეული რისკების არსებობა არაა გამორიცხული და სასურველია მათი პრევენციის მიზნით გამოყენებული იყოს სხვადასხვა დამცავი მექანიზმები (მაგალითად, ტვირთების დაზღვევა და ა.შ.).

3.3.1.2. ტვირთის მულტიმოდალური გადაზიდვის არასტანდარტული შემთხვევების Statechart-მოდელები

3.3.1.2.1. მოვლენა_1: ფორს-მაჟორული სიტუაცია გადატვირთვის ან დანიშნულების პორტში

ვიხილავთ ტვირთის მულტიმოდალური ტრანსპორტირების კონკრეტულ მაგალითს:

- საზღვაო გადაზიდვა: ჩინეთიდან ფოთის პორტამდე;
- სახმელეთო გადაზიდვა: ფოთი - თბილისი.

კლიენტთან შეთანხმებულია მთლიანი გადაზიდვის ტარიფი ჩინეთი - თბილისი და სატრანზიტო დრო 45 დღე.

ფოთის პორტში ჭარბი შემომავალი ტვირთნაკადის გამო ხდება ტვირთების დაყოვნებით დამუშავება გაურკვეველი დროით (შესაძლებელია არა ტვირთების სიჭარბის, არამედ პორტის თანამშრომლების გაფიცვის გამო).

შესაბამისად დგება ორი რისკი:

1. სატრანზიტო დრო იზრდება ექსპედიტორის საქმიანობისგან დამოუკიდებელი მიზეზით, რაც კლიენტს უგვიანებს საქონლის მიღებას თბილისში;

2. საკონტეინერო ხაზი (გადამზიდავი) არ იღებს პასუხისმგებლობას საკუთარი სატვირთო ტერმინალის ოპერაციულ საქმიანობაზე, თუნდაც ხარვეზიანი იყოს. ის მხოლოდ ითვლის და ანგარიშობს ტერმინალში გაჩერებული კონტეინერების შენახვის საფასურს, რომლის გადახდა შესაძლოა დაეკისროს ექსპედიტორს.

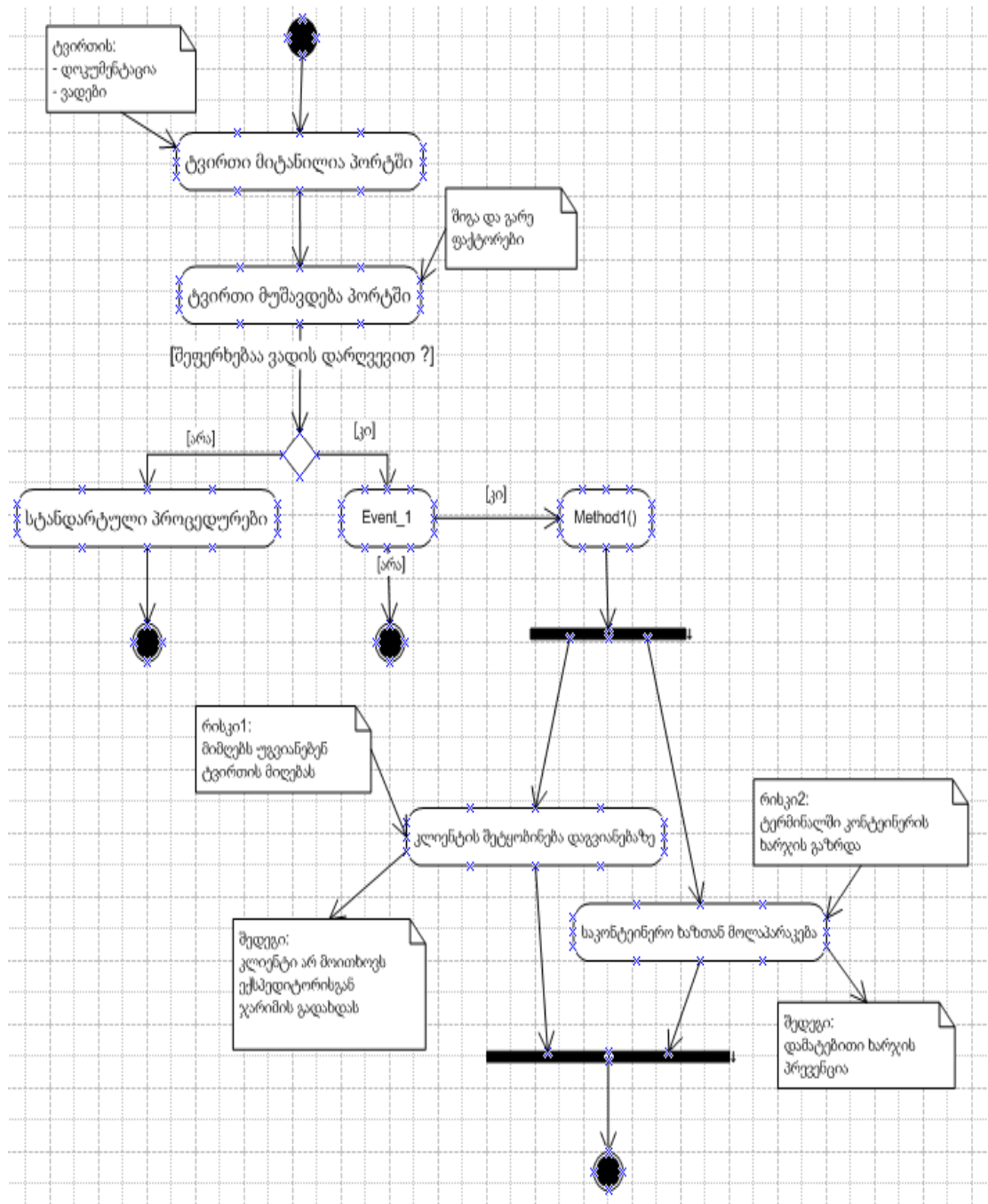
ასეთ შემთხვევებში საჭიროა ორი ქმედების განხორციელება:

1. კლიენტისთვის სასწრაფოდ შეტყობინება დაყოვნების თაობაზე და ექსპედიტორის პასუხისმგებლობის არ დაყენების შესახებ მისგან დასტურის მიღება და

2. საკონტეინერო ხაზთან მოლაპარაკების წარმოება შესაძლო დამატებითი ხარჯის თავიდან აცილებაზე გარანტიის მიღების მიზნით.

აგრეთვე, უნდა გადაიხედოს საკონტეინერო ხაზის შემოთავაზება, მათი გადაზიდვის პირობების ჩათვლით, რომელიც ძალაში რჩება საზღვაო

გადაზიდვის დასრულებამდე (სანამ ტვირთს ექსპედიტორი გასატანად მიაკითხავს ფოთის პორტში), რათა დავრწმუნდეთ, რომ აღნიშნული პირობები ითვალისწინებს მსგავსი ფინანსური რისკებისგან ექსპედიტორის დაცვას. და მეორე, გადაიხედოს კლიენტისათვის გაკეთებული შეთავაზება (ან ხელშეკრულება), რათა დავრწმუნდეთ, რომ კონკრეტული რისკებისგან დაცვის მექანიზმი მასში იყო თავიდანვე ჩადებული.



ნახ.39. პორტში ფორს-მაჟორული სიტუაციის მდგომარეობის დიაგრამა

3.3.1.2.2. მოვლენა_2: მულტიმოდალური გადაზიდვა გამონაკლისი სიტუაციით

დავუშვათ გვაქვს მულტიმოდალური გადაზიდვის შეკვეთა:

**საზღვაო + სარკინიგზო გადაზიდვა: ჰამბურგი (გერმანია) -
ბიშკევი (ყირგიზეთი)**

კლიენტი ამ შემთხვევაში ყირგიზეთული კომპანიაა, რომელიც უკვე თავს ქართულ ექსპედიტორულ კომპანიას მთლიან გადაზიდვას.

მოხდა ისე, რომ ბიშკეკში ჩასული სარკინიგზო ტვირთი, რომლის იმპორტულ რეჟიმში მოქცევა ევალება ქართული ექსპედიტორული კომპანიის პარტნიორ კომპანიას ყირგიზეთში, უკავშირდება ექსპედიტორს და ეუბნება, რომ აღმოჩნდა ტვირთმიმღებს (კლიენტს) არ აქვს მზად (ანუ არ აუღია ჯერ) გაკრვეული სახის ნებართვა სახელმწიფო უწყებიდან ტვირთის იმპორტირების თაობაზე. ეს ნიშნავს, რომ ვაგონები დაყოვნდება დანიშნულების სადგურზე. ჩნდება დამატებითი შეკითხვები:

- უნდა მოხდეს თუ არა ტვირთის გადაცლა ვაგონებიდან დროებითი შენახვის საწყობში, სადაც ის გაჩერდება მანამ, სანამ მიმღები არ გადასცემს ნებართვას ყირგიზეთულ ექსპედიტორულ კომპანიას;

- თუ დაშვებულ იქნას ვაგონების მოცდენა, რაც რკინიგზისთვის დამატებით გადასახადს ნიშნავს.

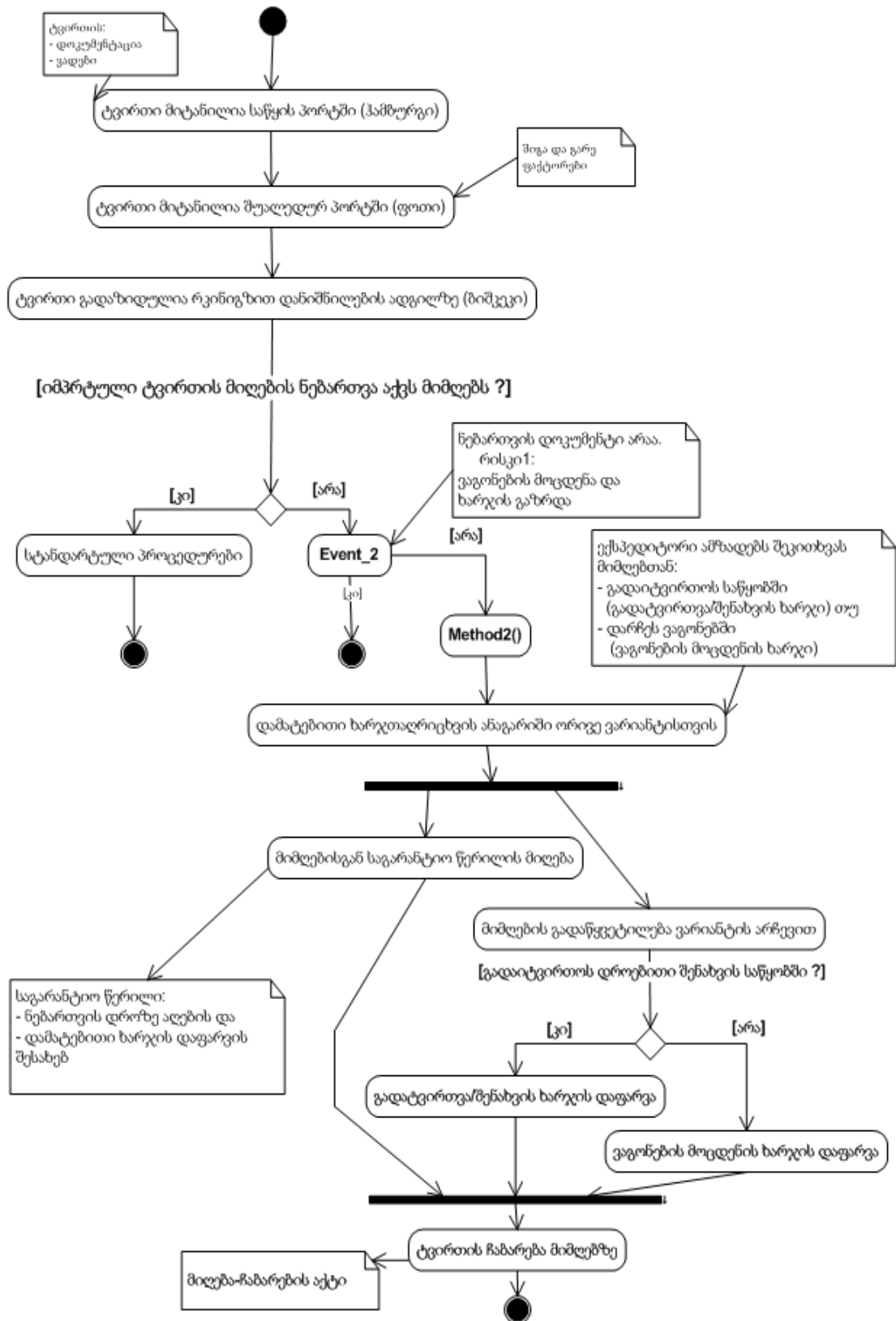
საჭირო ღონისძიებები:

- მიმღებისგან მიღებულ უნდა იქნას წერილობითი გარანტია, რომ დროულად უზრუნველყოფს საბუთების მიწოდებას და რომ ყველა დაკავშირებულ ხარჯს აიღებს საკუთარ თავზე;

- ასევე ტვირთმიმღებმა უნდა გადაწყვიტოს და დაადასტუროს რომელი ვარიანტი ურჩევნია, გადმოცლა თუ ვაგონების მოცდენა.

- ხარჯთაღრიცხვა უნდა წარუდგინოს მას ქართულმა ექსპედიტორმა, რათა მიმღებმა შეძლოს შედარება, რომელი ვარიანტი უფრო მისაღებია.

მე-40 ნახაზზე მოცემულია განხილული შემთხვევის მდგომარეობათა დიაგრამა.



ნახ.40. მდგომარეობათა დიაგრამა გამონაკლისი შემთხვევით.

მოვლენა: „მიმღებს არ აქვს იმპორტული ტვირთის მიღების ნებართვის დოკუმენტი“

3.3.1.2.3. მოვლენა_3: დემურაჟის და მოცდენის ხარჯების ანაგარიში

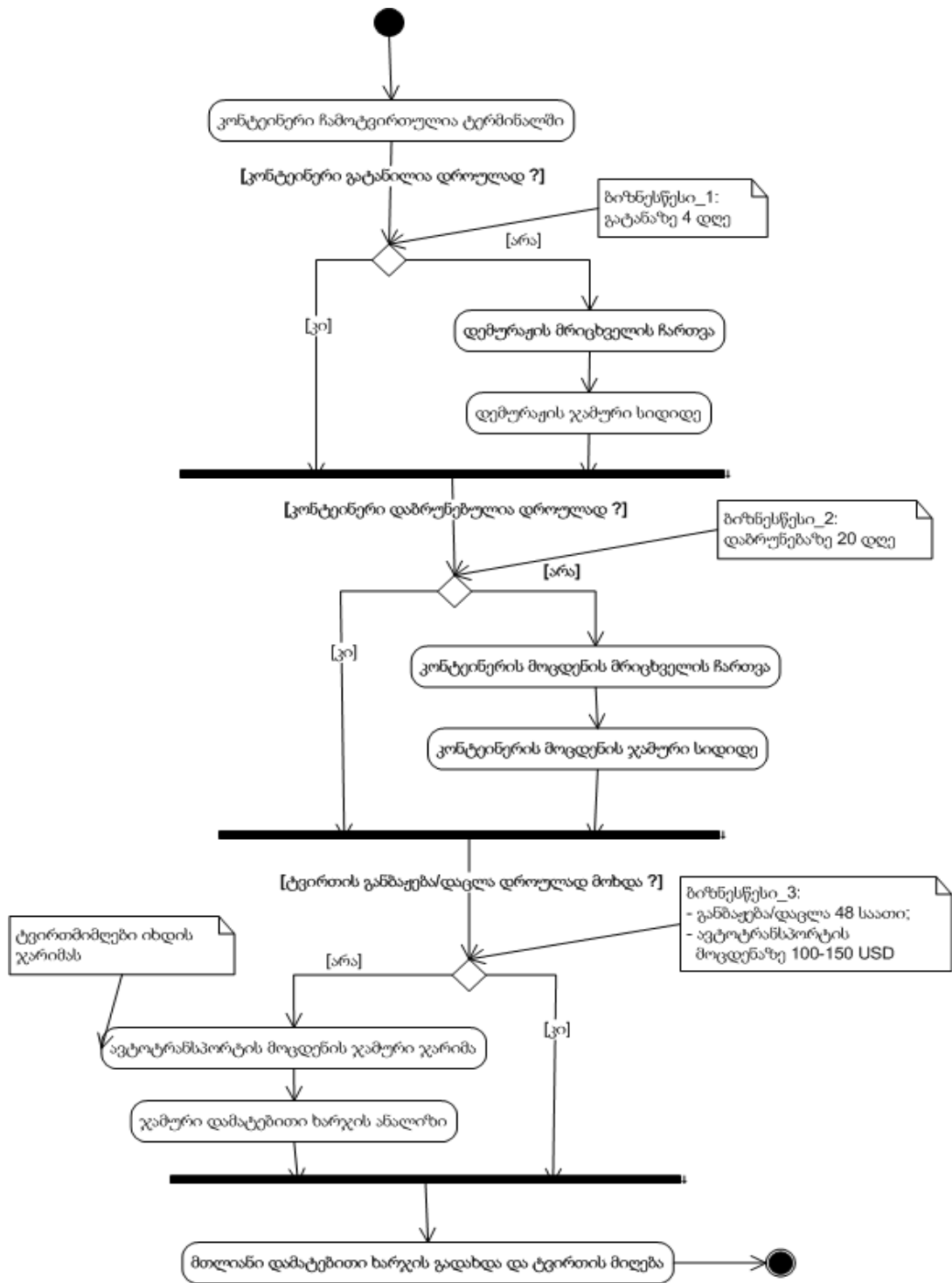
საკონტეინერო ხაზები ექსპედიტორებს აძლევს კონკრეტულ ვადას, რათა მოხდეს კონტეინერების დროულად გატანა პორტიდან და შესაბამისად დროულად მათი დაბრუნება. დროულად არგატანის შემთხვევაში ირთვება დემურაჟის (ჯარიმების) მრიცხველი, ხოლო დროულად არ დაბრუნებისას - მოცდენის მრიცხველი. მაგალითისათვის, 4 დღე თავისუფალია ტერმინალიდან არ გაიტანო გემიდან ჩამოტვირთული კონტეინერი, და 20 დღე იმისათვის, რომ ფოთის ტერმინალში ჩამოცლილი კონტეინერი წაიღოს ალმაატაში (ყაზახეთი) და დააბრუნოს ცარიელი კონტეინერი. გარდა ამისა, სახმელეთო ავტოტრანსპორტი, რომელსაც ექსპედიტორი ქირაობს, აძლევს მას ვადას 48 საათს ტვირთის განბაჟება-დაცლაზე, რომლის შემდეგ 100-150 აშშდ უნდა გადაუხადოს ტვირთმიმღებმა მანქანის მძღოლს როგორც ავტოტრანსპორტის მოცდენის საფასური.

დემურაჟის ხარჯი გამოწვეული შეიძლება იყოს სატრანზიტო დოკუმენტაციაში ხარვეზის არსებობით.

მაგალითად, ტვირთმიმღებს 5 დღე დასჭირდა იმისათვის, რომ ქართული ექსპედიტორული კომპანიისათვის საბუთები მიეწოდებინა და ტვირთი დაყოვნდა ფოთში. სახმელეთო გადაზიდვის დასრულების შემდეგ კი, მიმღებს 4 დღე დასჭირდა ტვირთს განბაჟებასა და დაცლაზე ჯამში. ეს ნიშნავს რომ საკონტეინერო ხაზისგან ექსპედიტორი მოლოდინშია მიიღოს დამატებითი ინვოისირებული ხარჯები, 1 დღე დემურაჟი, 4 დღე კონტეინერის მოცდენა (რადგან ჯამურად კონტეინერი ჩვენს განკარგულებაში იყო ფოთში 5 დღე, გზაში 7 დღე, საბაჟოზე 4 დღე, უკან გზაში 7 დღე, ანუ ჯამში $5+7+7+4=24$, ნაცვლად 20 დღისა).

გარდა ამისა, ავტოტრანსპორტი ითხოვს 2 დღეს მისი მოცდენის საფასურის ანაზღაურებას. ჯამური დამატებითი ხარჯის ანალიზი უნდა მოხდეს დინამიკაში, და არა ერთიანად გადაზიდვის დასრულების შემდგომ, რადგან კლიენტთან წინასწარი შეთანხმების გარეშე წარმოუდგენელია შემდგომ მასთან რაიმე დამატებით თანხების გადახდაზე იქნას მიღწეული

შეთანხმება. შესაბამისად რაც მალე მოახდენს ექსპედიტორი რეაგირებას, მით უფრო დაზღვეულია ფინანსური რისკისგან და კლიენტის უკმაყოფილებისგან. 41-ე ნახაზზე მოცემულია განხილული შემთხვევის მდგომარეობათა დიაგრამა.



ნახ.41. დემურაჟის და მოცდენის ხარჯების ანგარიშის მდგომარეობათა დიაგრამა

3.4. მულტიმოდალური გადაზიდვების სისტემის მონაცემთა ბაზის

დაპროექტება და რეალიზაცია

3.4.1. კონცეპტუალური სტრუქტურის აგება ORM მოდელით

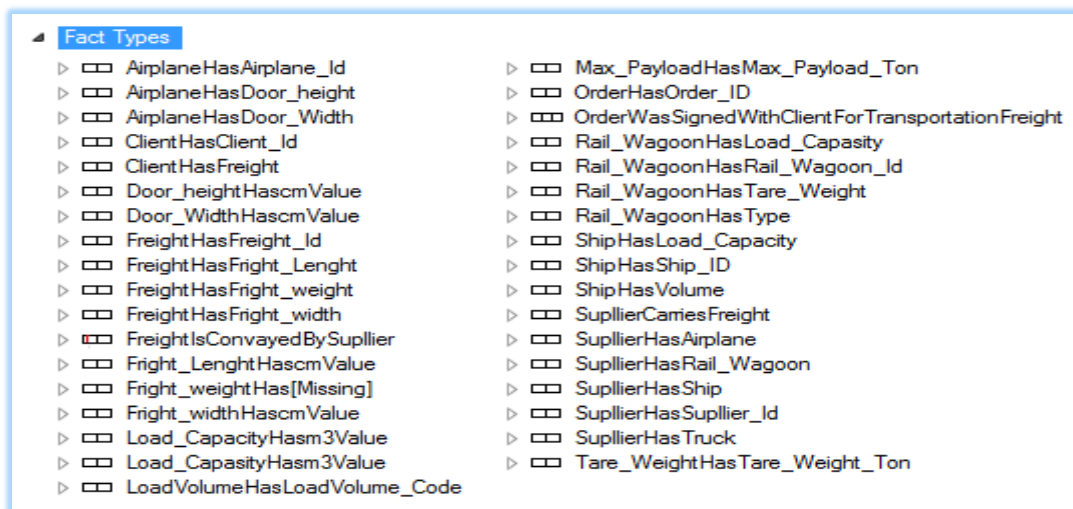
მულტიმოდალური გადაზიდვების საპრობლემო სფეროს მონაცემთა ბაზის ასაგებად საჭიროა მისი ობიექტების, ობიექტთაშორისი რელაციური კავშირების (პრედიკატების) და კონკრეტული ინფორმაციის გადატანა ბაზაში. ამისათვის ჩვენ ვიყენებთ ობიექტ-როლური მოდელირების CASE ინსტრუმენტულ საშუალებას, როგორცაა Natural ORM Architect [23]. ამ სფეროში არსებული ფაქტების აღწერა ხორციელდება კატეგორიული მიდგომისა (სალაპარაკო ენის გრამატიკული წესები) და ალგბრულ-ლოგიკური თეორიის კანონების საფუძველზე [24]. მაგალითად:

- f1: კლიენტს აქვს ტვირთი;
- f2: კლიენტს აქვს იდენტიფიკატორი;
- f3: ტვირთს აქვს იდენტიფიკატორი;
- f4: ტვირთს აქვს გადასატანი მისამართი;
- f5: მიმწოდებელს აქვს ტრანსპორტი და ა.შ.

1-ელ ცხრილში მოცემულია ჩვენი ობიექტების შესაბამისი ფაქტების აღწერის ფრაგმენტი NORMA გარემოში.

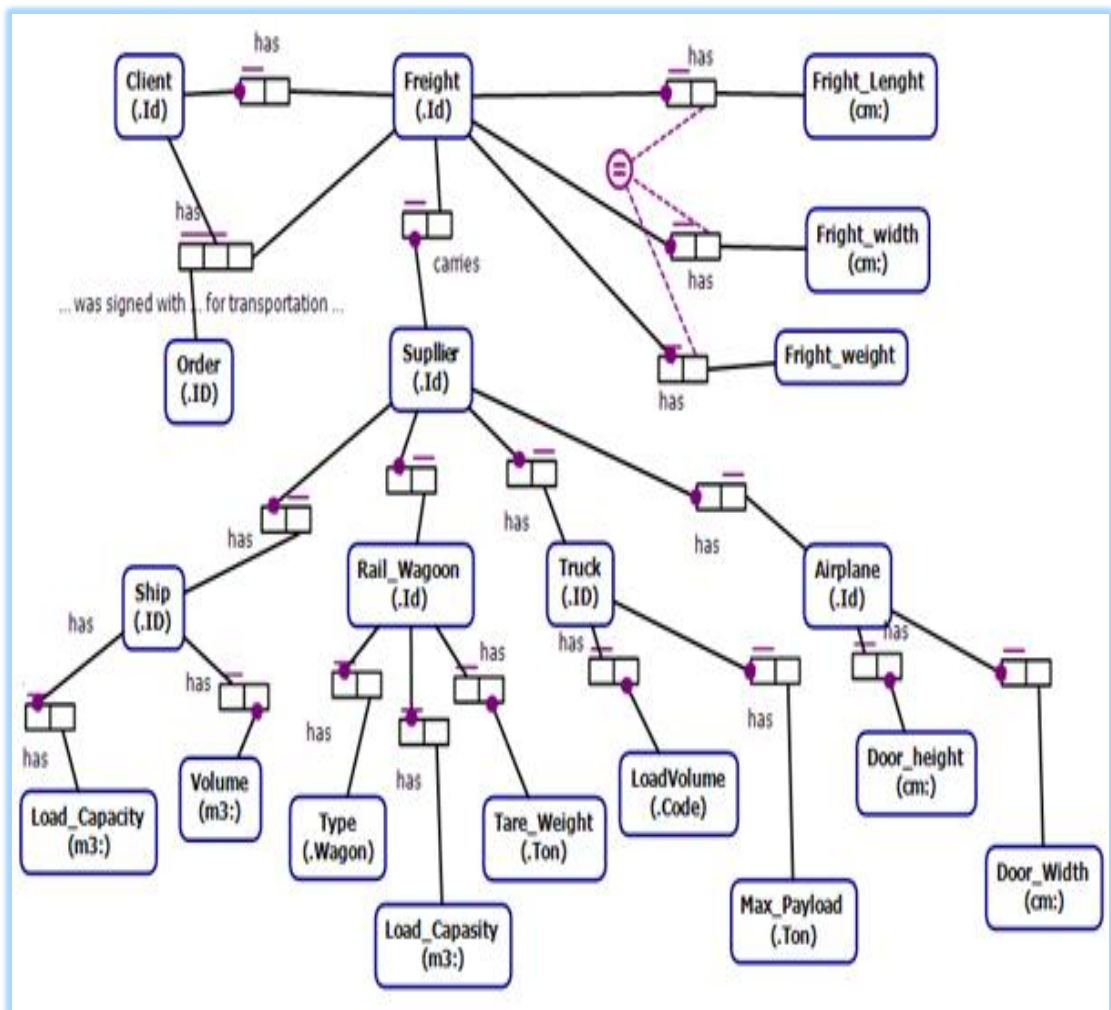
ფაქტის ტიპების (პრედიკატების) ცხრილი

ცხრ.1



მულტიმოდალური გადაზიდვების საპრობლემო სფეროს ფაქტების აღწერისა და მათი Visual Studio.NET + NORMA ინტეგრირებულ სამუშაო

გარემოში გადატანის შემდეგ ვლელულობთ 42-ე ნახაზზე ნაჩვენებ კონცეპტუალურ სქემას, რომელიც ობიექტ-როლური მოდელია.



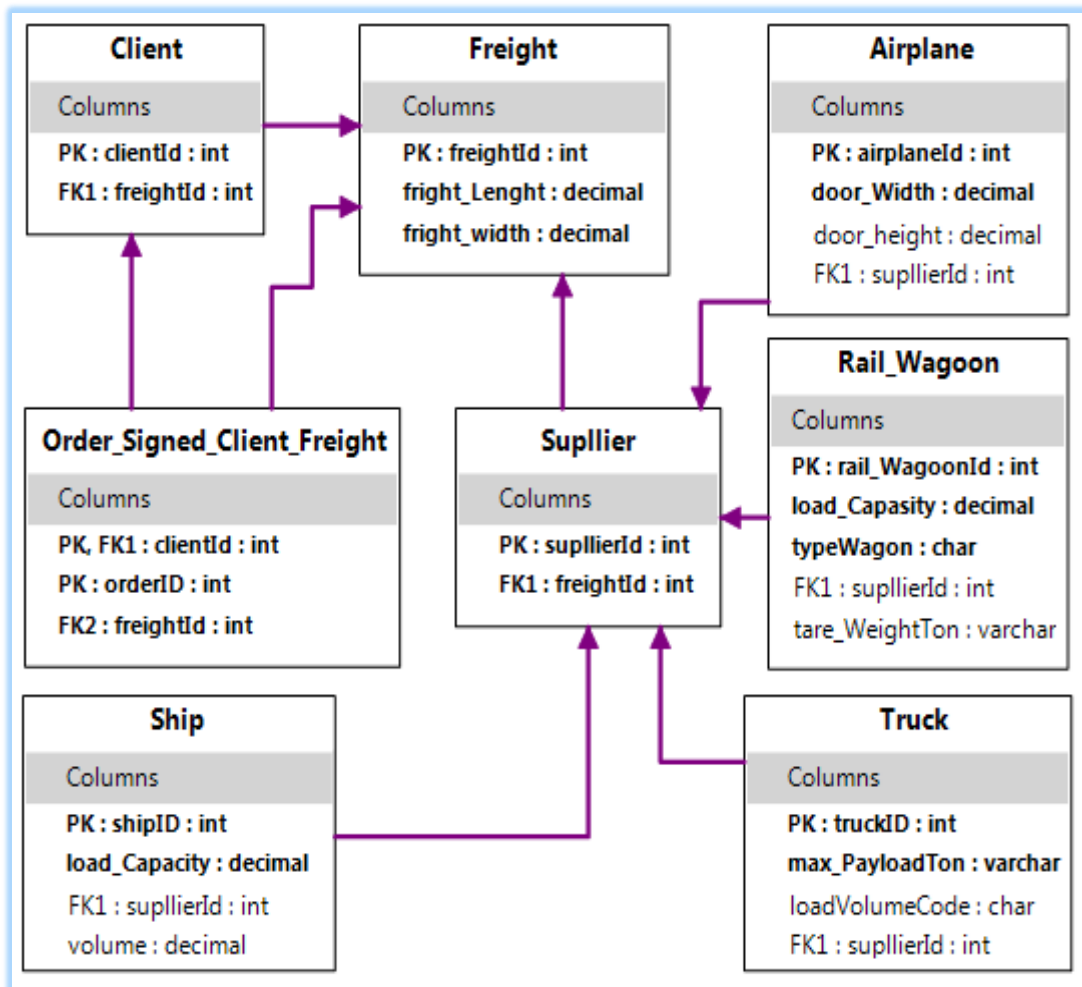
ნახ.42. ORM დიაგრამა

დიდი მართკუთხედებით ასახება ობიექტები (მაგალითად, Client, Freight, Airplane და სხვა) და მათი თვისებები (მაგალითად, Load_Capacity, Volume, Freight_Length და სხვა), პატარა მართკუთხედებით კი – პრედიკატები მათ შორის (მაგალითად, „Ship has Load_Capacity” და ა.შ.). აქ „მრგვალთავა” კავშირის ხაზებით და პრედიკატებზე „ხაზგასმით” გვეძლევა დამატებითი ინფორმაცია ობიექტებს შორის მრავლობითი კავშირების შესახებ, როგორცაა მაგალითად, 1:1, 1:N და M:N.

3.4.2. კონცეპტუალური სტრუქტურის აგება ERM მოდელით

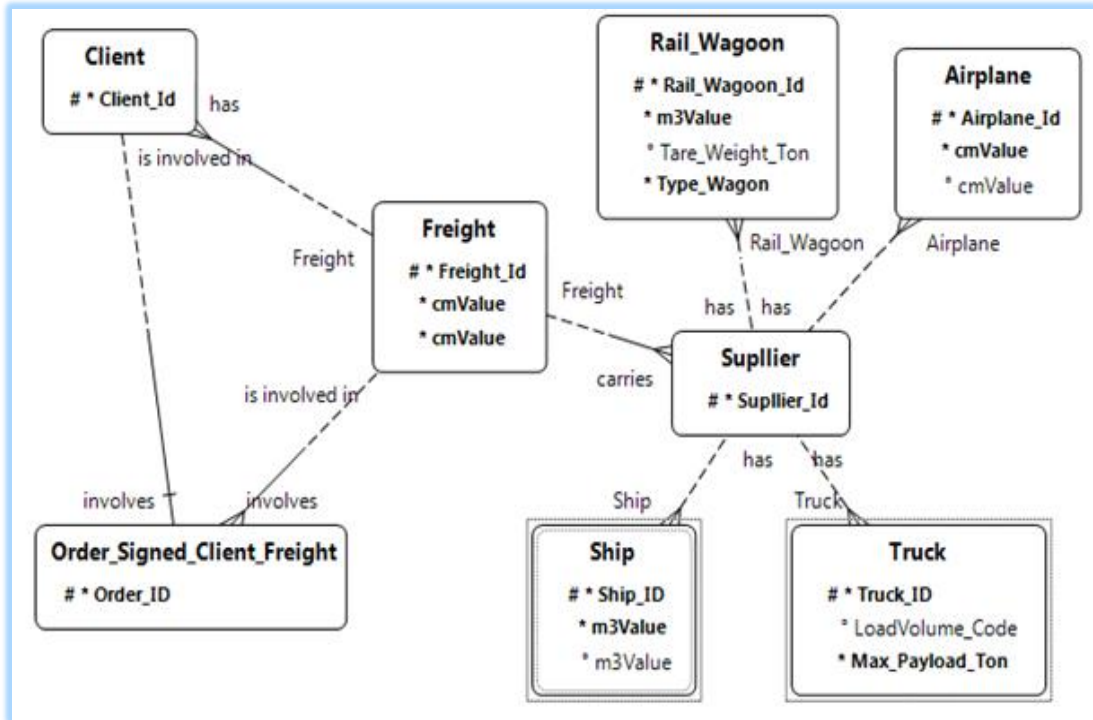
ჩვენი შემდეგი ბიჯი დაკავშირებულია ORM დიაგრამით მიღებული კონცეპტუალური სქემიდან ეკვივალენტური არსთა-დამოკიდებულების მოდელის (ERM) დაპროექტებასთან. ეს პროცესი დიალოგურ რეჟიმში ხორციელდება, სადაც მომხმარებელს შეუძლია სისტემის მიერ შემოთავაზებულ სქემაში შეიტანოს საჭირო ცვლილებები.

43-ე ნახაზზე ნაჩვენებია მულტიმოდალური გადაზიდვების საპრობლემო სფეროს ER სქემა. იგი ახლოსაა რელაციური ბაზების დაპროექტების ობიექტ-ორიენტირებული მიდგომის ტრადიციულ დიაგრამებთან, რომლებიც აიგება MsVisio, Enterprise Architect, Rational Rose და სხვა ინსტრუმენტებით.



ნახ.43. ER მოდელი

აქვე შესაძლებელია მივიღოთ, ე.წ. რიჩარდ ბარკერის დიაგრამა, რომელშიც ასეთი კავშირები ობიექტებს შორის უკეთესად ჩანს (ნახ.44). იგი ჩვეულებრივი არსთა-დამოკიდებულების მოდელია, რომელსაც იყენებენ ORACLE CASE მიმდევრები [25].



ნახ.44. კონცეპტუალური სქემის ასახვა ბარკერის მოდელით

ჩვენ აღვწერეთ კონცეპტუალური სქემის ავტომატიზებული ფორმირების პროცესი ORM->ERM. აქვე შეიძლება აღვნიშნოთ, რომ 45-ე ნახაზზე მოცემულია მხოლოდ ფრაგმენტი და მისი სრული ვერსიის მიღება შესაძლებელია პირველ ეტაპზე ფაქტების თანდათანობით დამატებით.

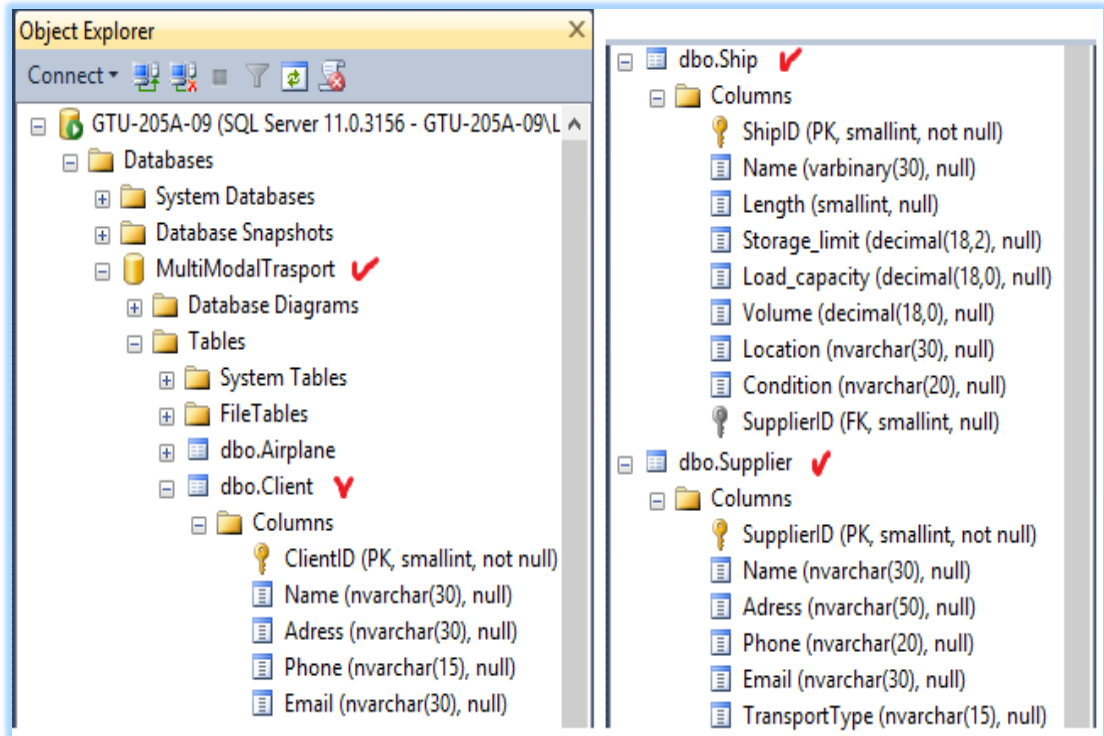
მე-2 ცხრილში მოცემულია სისტემის მიერ ფორმირებული მულტი-მოდალური გადაზიდვების საპრობლემო სფეროს კონცეპტუალური სქემის შესაბამისი ფაქტების ვერბალიზაციის ლისტინგი.

მომდევნო ბიჯზე, მიღებული ER-მოდელის შესაბამისად, სისტემა გვაძლევს DDL-ფაილს (მონაცემთა აღწერის ენა), რომელიც ჩვენ შემთხვევაში გამოიყენება SQL Server-ბაზის ასაგებად [19, 27].

| | |
|--|--|
| <p>Freight is an entity type. Reference Scheme: Freight has Freight_Id. Reference Mode: .Id.</p> <p>Fact Types: Freight has Freight_Id. Freight is conveyed by Suppller. Suppller carries Freight. Freight has Freight_Lenght. Freight has Freight_width. Freight has Freight_weight. Client has Freight. Order was signed with Client for transportation Freight.</p> <p>Client is an entity type. Reference Scheme: Client has Client_Id. Reference Mode: .Id. Fact Types: Client has Client_Id. Client has Freight. Order was signed with Client for transportation Freight.</p> <p>Each Client has exactly one Freight. It is possible that more than one Client has the same Freight.</p> <p>Supplier is an entity type. Reference Scheme: Suppller has Supplier_Id. Reference Mode: .Id. Fact Types: Suppller has Supplier_Id. Freight is conveyed by Suppller. Suppller carries Freight. Supplier has Ship. Supplier has Rail_Wagoon. Supplier has Truck. Supplier has Airplane.</p> <p>Order is an entity type. Reference Scheme: Order has Order_ID. Reference Mode: .ID. Fact Types: Order has Order_ID. Order was signed with Client for transportation Freight.</p> <p>For each Order and Client,that Order was signed with that Client for transportation at most one Freight. This association with Order, Client provides the preferred identification scheme for OrderWasSignedWithClientForTransportationFreight.</p> | <p>Truck is an entity type. Reference Scheme: Truck has Truck_ID. Reference Mode: .ID. Fact Types: Truck has Truck_ID. Truck has LoadVolume. Truck has Max_Payload. Suppller has Truck.</p> <p>Each Suppller has some Truck. For each Truck, at most one Suppller has that Truck. It is possible that the same Suppller has more than one Truck.</p> <p>Airplane is an entity type. Reference Scheme: Airplane has Airplane_Id. Reference Mode: .Id. Fact Types: Airplane has Door_height. Airplane has Door_Width. Airplane has Airplane_Id. Suppller has Airplane.</p> <p>Each Suppller has some Airplane. For each Airplane, at most one Suppller has that Airplane. It is possible that the same Suppller has more than one Airplane.</p> <p>Ship is an entity type. Reference Scheme: Ship has Ship_ID. Reference Mode: .ID. Fact Types: Ship has Ship_ID. Supplier has Ship. Ship has Load_Capacity. Ship has Volume.</p> <p>Each Supplier has some Ship. For each Ship, at most one Supplier has that Ship. It is possible that the same Supplier has more than one Ship.</p> <p>Rail_Wagoon is an entity type. Reference Scheme: Rail_Wagoon has Rail_Wagoon_Id. Reference Mode: .Id. Fact Types: Rail_Wagoon has Rail_Wagoon_Id. Supplier has Rail_Wagoon. Rail_Wagoon has Type. Rail_Wagoon has Load_Capacity. Rail_Wagoon has Tare_Weight.</p> <p>Each Suppller has some Rail_Wagoon. For each Rail_Wagoon, at most one Suppller has that Rail_Wagoon. It is possible that the same Suppller has more than one Rail_Wagoon.</p> |
|--|--|

3.4.3. მონაცემთა ბაზასთან მუშაობის ინტერფეისის აგება

45-ე ნახაზზე წარმოდგენილია ტვირთის მულტიმოდალური გადაზიდვის ავტომატიზებული სისტემის მონაცემთა ბაზის რამდენიმე რელაციური ცხრილის სტრუქტურა, აგებული მონაცემთა ბაზების მართვის სისტემის Ms SQL Server 2012 R2 გამოყენებით.



ნახ.45. Object Explorer-ის ფრაგმენტი SQL Server 2012 R2 გარემოში

აღნიშნული ამოცანის პროგრამული რეალიზაციის საკითხს დეტალურად განვიხილავთ მეხუთე თავში.

3.5. მესამე თავის დასკვნა

- ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების სფერო 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 მიზნითაც;

- მულტიმოდალური გადაზიდვების მართვის ბიზნესპროცესების ავტომატიზაციის მიზნით მნიშვნელოვანია ექსპედიტორული სამსახურის ან ოპერატორ-მენეჯერის ფუნქციების პროცეს-ორიენტირებული მოდელების აგება ისეთი ინსტრუმენტის საფუძველზე, როგორცაა ბიზნეს პროცესების მოდელირების ნოიტაცია (BPMN) და უნიფიცირებული მოდელირების ენა (UML);

- 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 გადაწყვეტილების მიღების ბლოკების ერთობლიობით;

- ასეთი მოდელების აგების პროგრამული უზრუნვეყოფის შექმნის დეველოპმენტი უნიფიცირებული მოდელირების ტექნოლოგიების საფუძველზე მეტად აქტუალურია. შემდეგ ეტაპებზე კი მის საფუძველზე შესაძლებელი იქნება იმიტაციური მოდელების აგება და მათე ექსპერიმენტების ჩატარება უკეთესი (ოპტიმალური) გადაწყვეტილებების მისაღებად ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების სფეროში.

IV თავი

მულტიმოდალური გადაზიდვების დინამიკური პროცესების იმიტაციური მოდელის აგება და კვლევა პეტრის ქსელების ბაზაზე

მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნეს-პროცესი, რომლის ძირითადი მიზანი ტვირთების ტრანსპორტირებაა მიმწოდებლიდან დამკვეთამდე, არის მომსახურების განაწილებული სისტემა. მარტივად რომ წარმოვიდგინოთ, მიმწოდებელი (Supplier_ID) აგზავნის ტვირთს (Freight_ID) დამკვეთის (Cleint_ID) მისამართზე (Client_Address) [2].

როგორც ცნობილია, კლენტსა (ტვირთის მფლობელი) და მიმწოდებელს (გადამზიდავი) შორის ხელშეკრულებას აფორმებს ექსპედიტორი (შუამავალი), რომელსაც გააჩნია საჭირო ინფორმაცია ადგილობრივი და საერთაშორისო გადაზიდვების აგენტების, მარშრუტებისა და შესაბამისი ფასების შესახებ (ამ უკანასკნელის ცვლილებების შესახებაც) და სხვ. [2,10,27,32].

აღნიშნული ობიექტების და მათი თვისებების საფუძველზე წინამდებარე თავში განიხილება მულტიმოდალური გადაზიდვების საპრობლემო სფეროს აქტიურობათა დიაგრამებისა და მდგომარეობათა დიაგრამების ეკვივალენტური პეტრის ქსელების გრაფების აგება და, მათ შორის არსებული იზომორფიზმის საფუძველზე, სათანადო ექსპერიმენტების ჩატარება სისტემის ფუნქციური მახასიათებლების გამოსაკვლევად.

ამ თვალსაზრისით, პეტრის ქსელების გრაფო-ანალიზური, მათემატიკური მოდელი შეიძლება განვიხილოთ როგორც იმიტაციური მოდელი და მათი დახმარებით ჩავატაროთ მულტიმოდალური გადაზიდვების დინამიკური პროცესების ანალიზი.

იმიტაციური მოდელის ასაგებად ჩვენ გამოვიყენეთ პეტრის კლასიკური ქსელების (შავ-თეთრი) თეორია და PetNet++ ინსტრუმენტული საშუალება, რომლითაც დაპროექტებულ იქნა მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნეს-პროცესების შესაბამისი გრაფები და ჩატარდა მათი

დროითი მახასიათებლების ანალიზი. მეორე მხრივ, შედარებით რთული დინამიკური პროცესების მოდელირებისა და ანალიზისათვის გამოვიყენეთ მაღალი დონის სისტემური პეტრის ფერადი ქსელები (CPN – Coloured Petri Net) [15-17, 21].

იმიტაციური მოდელები პეტრის ქსელების ბაზაზე შედარებით ახალი მიმართულებაა, რომლებიც განსხვავდება კლასიკური GPSS იმიტაციური მოდელირების სისტემებისაგან. როგორც საზღვარგარეთული ლიტერატურული წყაროების ანალიზმა გვიჩვენა ასეთი ინსტრუმენტები ვერ იძლევა დამაკმაყოფილებელ შედეგებს მარკეტინგული, ლოგისტიკური და სხვა ეკონომიკური ობიექტების მოდელირებისა და ანალიზის თვალსაზრისით [13,55].

ამიტომაც, იმიტაციური მოდელების გამოყენების სფეროში, პეტრის კლასიკური, სტოქასტური და ფერადი ქსელების საფუძველზე, იგრძნობა სწრაფი ზრდის დინამიკა ამერიკის, ევროპის, ჩინეთის და სხვა წამყვანი ქვეყნების უნივერსიტეტებსა და საპროექტო ინსტიტუტებში.

ჩვენი შედეგები ასახავს ლოგისტიკური მენეჯმენტის ბიზნეს-პროცესების მოდელირების და ანალიზის ამოცანების გადაწყვეტას მულტიმოდალური გადაზიდვების სფეროში.

4.1. პეტრის ქსელები და იმიტაციური მოდელირება

არსებობს კლასიკური და სისტემური ანუ დაბალი და მაღალი დონის პეტრის ქსელები, ამასთან მეორე კლასი პირველს მოიცავს [15,21].

ძველი კლასიფიკაცია პოზიციებზე, გადასასვლელებსა და რკალებზე იყო ორიენტირებული და განასხვავებდა მათ ისეთ მახასიათებლებს, როგორცაა მარკერთა მაქსიმალური რაოდენობა პოზიციაში, რკალების ჯერადობა და სხვა.

ახალ კლასიფიკაციაში ყურადღება უშუალოდ მარკერთა სემანტიკაზეა გამახვილებული. კერძოდ, დაბალი დონის პეტრის ქსელებში დაიშვება

მხოლოდ „შავი“ მარკერები ყოველგვარი შინაგანი სტრუქტურის გარეშე, ხოლო მაღალი დონის პეტრის ქსელები დამატებით წინასწარ განსაზღვრული სტრუქტურის „ფერად“ მარკერებსაც შეიცავს, თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ ტერმინები „შავი“ და „ფერადი“ სიმბოლურია და ლიტერატურაში მათ ხშირად განსხვავებული სახელებით მოიხსენიებენ.

მარკერთა არსი განსაზღვრავს შემდგომ პოზიციებისა და გადასასვლელების, აგრეთვე რკალების ანოტაციის შიგთავსს. „შავმარკერიან“ ქსელებში მხოლოდ არატიპიზებული, ერთგვაროვანი პოზიციები და გადასასვლელებია დაშვებული, „ფერად“ ქსელებში ყველა პოზიციისთვის საკუთარი ტიპი განისაზღვრება შესაბამისი ტიპის მარკერთა დომენით. ერთი ტიპის პოზიციაში მეორე ტიპის მარკერის არსებობა დაუშვებელია.

გადასასვლელები ფართოვდება გადასასვლელის გაშვების პირობებით, რომელიც ლოგიკური გამოსახულებაა და შეიძლება ჭეშმარიტი ან მცდარი იყოს.

რკალის ანოტაცია დაბალი დონის პეტრის ქსელში ან საერთოდ გამოიტოვება (რკალში ერთ გაშვებაზე მხოლოდ ერთი „შავი“ მარკერი გადაადგილდება) ან ნატურალურ რიცხვს წარმოადგენს, რომელიც გადასაადგილებელ მარკერთა რაოდენობას ასახავს (რკალის ჯერადობა), მაშინ, როცა მაღალი დონის პეტრის ქსელში რკალის ანოტაცია შეიძლება შეიცავდეს უფრო რთულ მონაცემებსაც, რომლებიც ქვემოთ განიხილება.

4.1.1. პეტრის კლასიკური (დაბალი დონის) ქსელები

დაბალი დონის პეტრის ქსელების ქვეკლასებიდან შეიძლება დავასახელოთ ავტომატური პეტრის ქსელები, მარკირებული გრაფები, პეტრის ქსელები თავისუფალი არჩევანით, ელემენტარული სისტემური ქსელები, C/E ქსელები, უსაფრთხო S/T ქსელები, S/T (კლასიკური) ქსელები და სხვა, ხოლო მაღალი დონის პეტრის ქსელების ყველაზე კარგად გამოკვლეულ და განსაზღვრულ ქვეკლასს სისტემური პეტრის ქსელები წარმოადგენს.

ავტომატურ პეტრის ქსელებში ანუ მდგომარეობათა მანქანებში (State Machines) ყოველ გადასასვლელს შეიძლება ჰქონდეს მაქსიმუმ 1 შესასვლელი და 1 გამოსასვლელი. იგი მკაცრად შენახვადი პეტრის ქსელია (მარკერების საერთო რაოდენობა მასში არასდროს იცვლება). ავტომატური პეტრის ქსელებით შეიძლება კონფლიქტების, მაგრამ არა პარალელიზმის მოდელირება.

მარკირებულ გრაფებში (Marked Graphs) ყოველი პოზიცია ზუსტად 1 გადასასვლელის შესასვლელს და ზუსტად 1 გადასასვლელის გამოსასვლელს წარმოადგენს. იგი თეორიულად ავტომატური პეტრის ქსელების ორეულია, ამოდელირებს პარალელიზმს, მაგრამ კონფლიქტებს - ვერა.

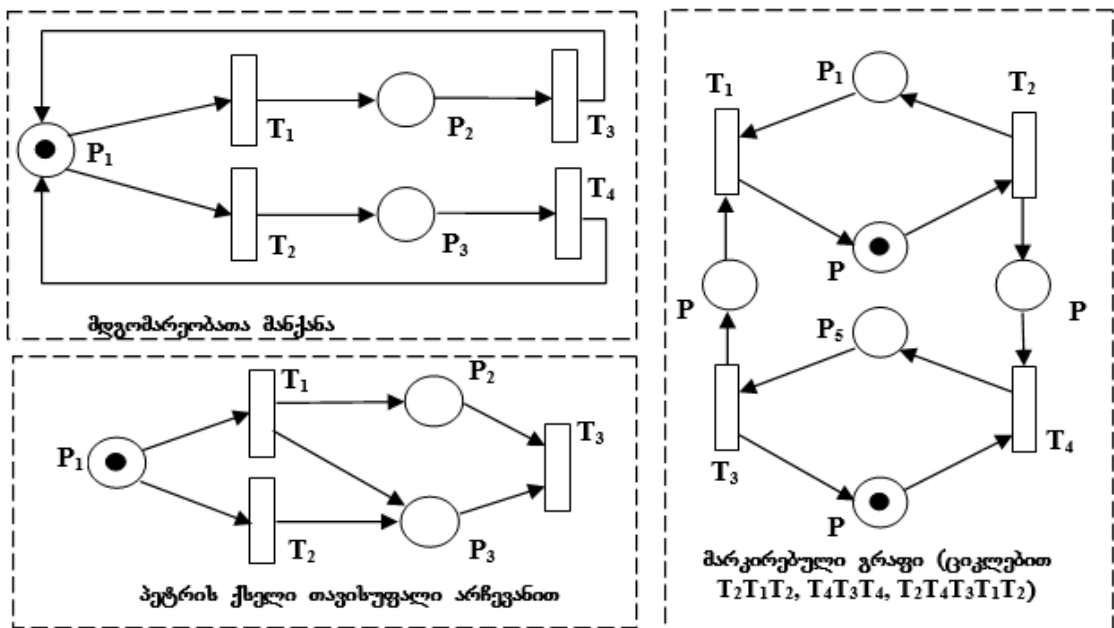
მარკირებულ გრაფებში არსებობს ციკლები – შეკრული (ჩაკეტილი) გზა რომელიმე გადასასვლელიდან იმავე გადასასვლელამდე, რომელიც გადასასვლელთა გარკვეული მიმდევრობის გახსნით მიიღება. ციკლის გაშვების შედეგად მარკირებულ გრაფში მარკერების საერთო რაოდენობა არ იცვლება, თუმცა, ზოგადად, მარკირებული გრაფი შენახვადი არ არის (მასში მერკერების მთლიანი რაოდენობა შეიძლება იცვლებოდეს).

პეტრის ქსელებში თავისუფალი არჩევანით (Free Choice Petri Nets) მართვადი კონფლიქტის ცნება შემოდის: თუ რამდენიმე გადასასვლელს შემავალი პოზიციისთვის კონფლიქტი აქვს, პეტრის ქსელში თავისუფალი არჩევანით ისინი ყველა ნებადართული უნდა იყოს, ანუ საკონფლიქტე პოზიცია ერთადერთი შემავალი პოზიცია უნდა იყოს ყველა მოკონფლიქტე გადასასვლელისთვის.

ზემოთ აღწერილი 3 ქვეკლასის პეტრის ქსელების ნიმუშები მოცემულია 46-ე ნახაზზე.

S/T-ქსელები (State/Transition Nets) კლასიკური პეტრის ქსელების წარმომადგენელია. იგი შედგება მსგავსი მარკერებისგან, რომელთა გრაფიკული ფორმა პატარა შავი წრეა პოზიციის ფარგლებში.

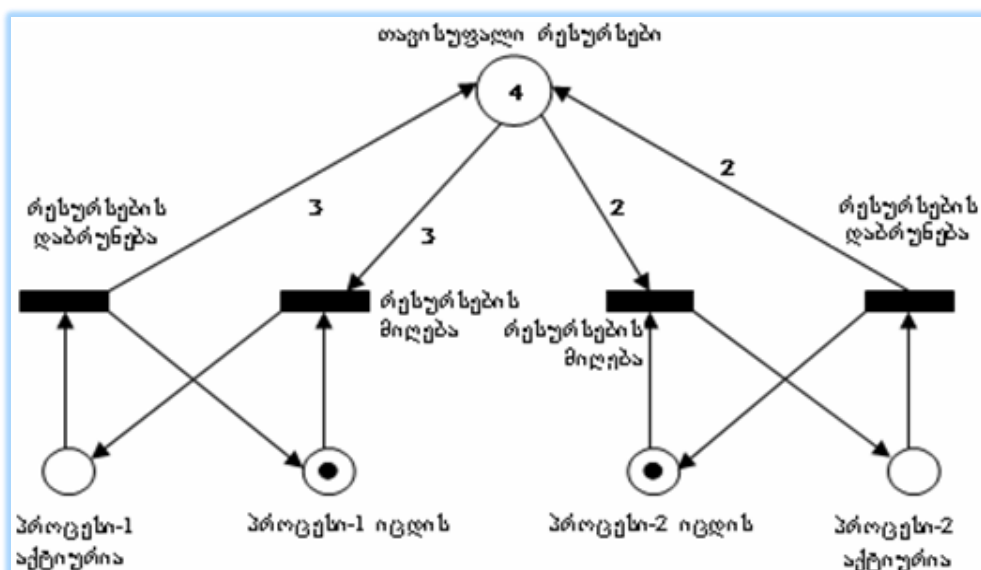
S/T -ქსელებში პოზიცია შეიძლება ერთზე მეტ მარკერს შეიცავდეს, ხოლო მარკერების დიდი ოდენობის შემთხვევაში პოზიციაში მათი რაოდენობა რიცხობრივად ჩაიწერება.



ნახ.46. დაბალი დონის პეტრის ქსელების 3 ქვეკლასი

უსაფრთხო S/T -ქსელების პოზიციებში მარკერთა რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს 1-ს.

გადასასვლელის გაშვების აუცილებელი პირობაა ყველა შემავალ პოზიციაში დამაკავშირებელი რკალის ჯერადობაზე არანაკლები ოდენობის მარკერების მოგროვება. რკალების ჯერადობა ნატურალური რიცხვით გამოისახება (ნახ.47).



ნახ.47. კლასიკური პეტრის ქსელი „რესურსების განაწილების“ ამოცანა

4.1.2. პეტრის სტოქასტიკური ქსელები

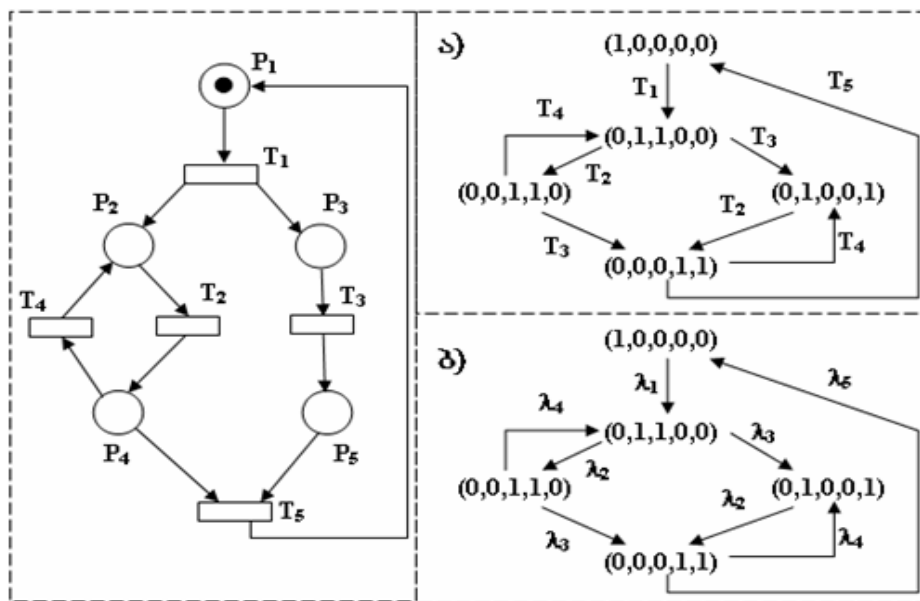
ტრანზაქციულ-დროით პეტრის ქსელებს, სადაც გადასასვლელის დაყოვნების დრო შემთხვევით განაწილებულ ექსპონენციალურ ფუნქციას წარმოადგენს, ალბათური ანუ სტოქასტური პეტრის ქსელები (Stochastic Petri Nets) ეწოდება.

სტოქასტური პეტრის ქსელი, რომელიც დროითთან ერთად არადროით (მყისიერ) გადასასვლელებსაც შეიცავს, განზოგადებული სტოქასტური პეტრის ქსელია (Generalized Stochastic Petri Nets). ამგვარი ქსელის ქცევა ალბათური (მაგალითად, მარკოვის) პროცესებით აღიწერება.

მათემატიკურად სტოქასტური პეტრის ქსელი მიიღება პეტრის ქსელის განსაზღვრებაზე $\Lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m\}$ სიმრავლის დამატებით, სადაც გადასასვლელთა გაშვების დრო არის ექსპონენციალურად განაწილებული და შემთხვევითი λ_i სიდიდის განაწილება:

$$F_{\lambda_i}(x) = 1 - e^{-\lambda_i x}$$

სტოქასტური პეტრის ქსელის მაგალითი მოცემულია 48-ე ნახაზზე, სადაც გადასასვლელი T_1 ნებადართულია $M_0 = (1, 0, 0, 0, 0)$ საწყის მარკირებაში.



ნახ.48. სტოქასტური პეტრის ქსელი: ა) მიღწევად მარკირებათა „სიით“; ბ) ეკვივალენტურ მარკოვის ჯაჭვით

გადასასვლელის დაყოვნების დრო ექსპონენციალურადაა განაწილებული და დამოკიდებულია λ_1 სიდიდეზე (გადასასვლელის კოეფიციენტი), ისე რომ გადასასვლელის გახსნის საშუალო დრო არის $\frac{1}{\lambda_1}$.

T_1 -ის გახსნის შემდეგ მიიღება მარკირება $M_1=(0,1,1,0,0)$. ახლა პარალელურად ნებადართულია გადასასვლელები T_2 და T_3 . თუ პირველად გაიხსნა T_2 , მაშინ მიიღება მარკირება $M_2 = (0,0,1,1,0)$, ხოლო თუ T_3 , მაშინ - $M_3 = (0,1,0,0,1)$.

მომდევნო მარკირებები უკვე იმაზეა დამოკიდებული, „შეჯიბრს“ რომელი გადასასვლელი მოიგებს.

ალბათობა იმისა, რომ პირველად T_2 გადასასვლელი გაიხსნება, არის:

$$\begin{aligned} P[T_2] &= P[\lambda_2 < \lambda_3] = \int_0^{\infty} \left(\int_0^x \lambda_2 e^{-\lambda_2 y} dy \right) \lambda_3 e^{-\lambda_3 x} dx = \\ &= \int_0^{\infty} (1 - e^{-\lambda_2 x}) \lambda_3 e^{-\lambda_3 x} dx = \frac{\lambda_2}{\lambda_2 + \lambda_3} \end{aligned}$$

ანალოგიურად, T_3 გადასასვლელისთვის გვექნება:

$$P[T_3] = \frac{\lambda_3}{\lambda_2 + \lambda_3}.$$

ამ ფორმულებით ცხადი ხდება ისიც, რომ მარკირებათა ცვლილების ალბათობები გარკვეულ წინა მარკირებებში ყოფნის დროზე („წინა ისტორიაზე“) არ არის დამოკიდებული.

სტოქასტური პეტრის ქსელების წარმოდგენა და რაოდენობრივი ანალიზი შეიძლება შესაბამისი მარკოვის პროცესების ანალიზით განხორციელდეს, რაც ასევე 48-ე ნახაზზეა ასახული. ამ მძლავრი მათემატიკური აპარატის ინტეგრაცია სტოქასტურ პეტრის ქსელებს მიმზიდველ მოდელირების საშუალებად აქცევს, განსაკუთრებით კონფლიქტების მოდელირებისთვის. ისინი გამოიყენება აგრეთვე პეტრის ფერადი ქსელებისათვის, რასაც შემდგომში განვიხილავთ.

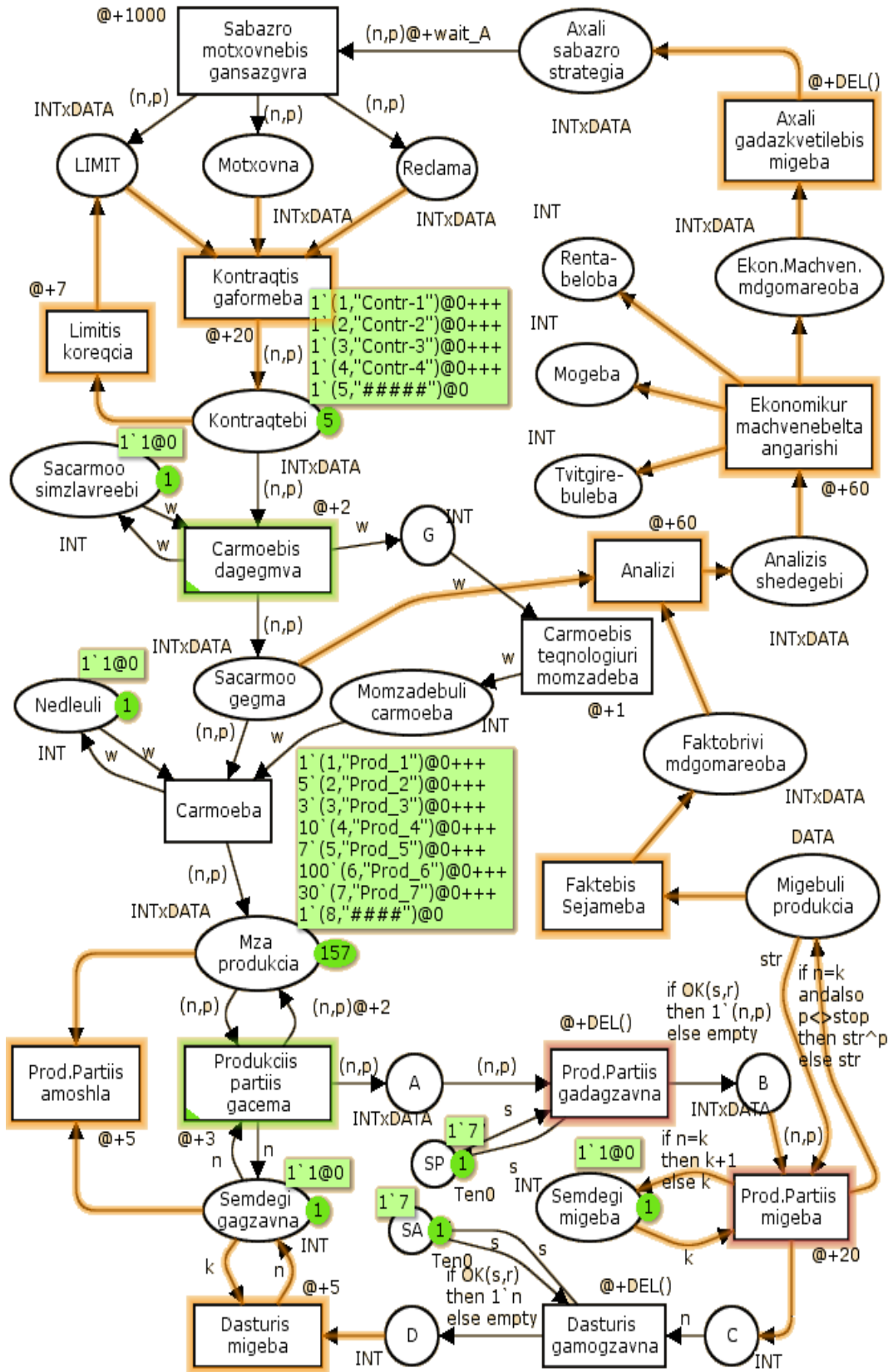
4.1.3. პეტრის სისტემური ფერადი ქსელები

პეტრის ფერადი ქსელები (Coloured Petri Nets - CPN) მაღალი დონის პეტრის ქსელებია და სხვადასხვა ფერის მარკერს შეიცავს [15,17]. ტერმინი „ფერადი“ ქსელში განსხვავებული მარკერების არსებობაზე მიანიშნებს - ამგვარი ქსელების დაბალი დონის პეტრის ქსელებისგან გამოსარჩევად, რომლებიც ერთგვაროვან, „შავ“ მარკერებს შეიცავს. ფერადი პეტრის ქსელის სტრუქტურა რთულია და იგი მრავალი სახეობის ჭდეებს შეიცავს.

49-ე ნახაზზე მოცემულია CPN ქსელის მთლიანი მოდელი საწარმოო ფორმის მარკეტინგული პროცესებისთვის [13]. აქ გადასასვლელების ბლოკებში ნაჩვენებია, მაგალითად, *საბაზრო მოთხოვნილებათა განსაზღვრის, კონტრაქტების ფორმირების, წარმოების დაგეგმვის, წარმოების ტექნოლოგიური მომზადების, პროდუქციის წარმოების, დამკვეთებზე გადაცემა-გაგზავნის, შედეგების ანალიზის და ახალი გადაწყვეტილებების მიღების* ბიზნეს-პროცესები. თითოეული მათგანი უნდა გაიშალოს დამოუკიდებელი პეტრის ქსელით და მოხდეს მათი ანალიზი, ამასთანავე აგებულია ერთიანი იერარქიული სისტემა ჩადგმული პეტრის ქვექსელებით.

პეტრის ფერადი ქსელების გრაფო-ანალიზური CPN ინსტრუმენტი იყენებს ობიექტ-ორიენტირებული, ვიზუალური დაპროგრამების პრინციპებს. მისი ენა საშუალებას იძლევა აღიწეროს ქსელის ფერადი კომპონენტები (მარკერები), ცვლადები, კონსტანტები და თვით პოზიციების, გადასასვლელებისა და რკალების ტექსტები, რაც ერთგვარ კომფორტს ქმნის ქსელის წასაკითხად და გასაგებად.

50-ე ნახაზზე ნაჩვენებია ამ ინსტრუმენტის ფუნქციების, დახმარების, ოფციებისა და აღწერის (Declarations) ჩვენი ქსელის მაგალითზე. მოვიყვანთ ზოგიერთ განმარტებებს CPN-ის წასაკითხად. ქსელის ყოველ პოზიციას გააჩნია მინიმუმ ორი ჭდე: სახელი, რომელიც აღმნიშვნელი წრის ან ელიფსის შიგნით იწერება და მარტივი ან შედგენილი ტიპი (პოზიციის გვერდით, კურსივით, საკვანძო სიტყვა type, color ან string).



ნახ.49. მარკეტინგული ბიზნეს-პროცესების მოდელი CPN-ის გარემოში



ნახ.50. CPN-ის ინტერფეისი

მაგალითად, პოზიცია „კონტრაქტები“ INTxDATA ტიპისაა, რომელიც წინასწარ განსაზღვრული INT და DATA ტიპების დეკარტული ნამრავლით წარმოიქმნება. ფერადი პეტრის ქსელი შეიცავს „ფერად“ მარკერებს, რომლებიც კონკრეტული ტიპის შესაძლო მნიშვნელობათა სიმრავლე ან მულტისიმრავლეა.

ნახაზზე ნაჩვენებია სისტემაში კონსტანტების (საკვანძო სიტყვა ვალ), ცვლადების (var) და ფუნქციების (fun) აღწერა. სხვადასხვა ტიპის მონაცემთა შორის კავშირების ასახვისათვის გამოიყენება სიმრავლეთა და კომპლექტების თეორიის ელემენტები.

გარდა მონაცემთა ტიპისა,

ყოველი პოზიციის გვერდით შეიძლება აისახოს მოცემულ მომენტში შემავალი ფერადი მარკერები. საინიციალიზაციო მარკირება ხაზგასმული ტექსტის სახით გამოიტანება. მაგალითად, საწყის მდგომარეობაში პოზიცია „კონტრაქტები“ შეიცავს INTxDATA ტიპის ფერად მარკერთა 5-ელემენტიან სიმრავლეს: {1` (1, „კონტრაქტი_1“), 1` (2, „ კონტრაქტი_2“), 1` (3, „ კონტრაქტი_3“), 1` (4, „ კონტრაქტი_4“), 1` (5, „#####“) }. აქ ბოლო, მე-5 ელემენტი შეესაბამება დასასრულის იდენტიფიკაციას - stop.

საყურადღებოა „1“-იანი ყოველი ელემენტის დასაწყისში (მას კოეფიციენტი ეწოდება), რომელიც მიუთითებს, რომ პოზიციაშია არაუმეტეს 1 ცალი მოცემული ფერის მონაცემი (ანუ არსებობს მხოლოდ ერთი კონტრაქტი ნომრით „კონტრაქტი_1“, რომლის ფერია - რიგითი ნომერი 1). ამ შემთხვევაში გვაქვს მონაცემთა ელემენტების სიმრავლე.

მეორე მაგალითი, პოზიცია `მზა პროდუქცია` შედგება 157 ელემენტისგან (1+5+3+10+7+100+30+1), რომლებიც 7 სხვადასხვა (მარკერების ფერის) დამზადებული პროდუქტის რაოდენობას, ანუ მულტისიმრავლეს ასახავს.

პროცესების შესრულების დრო (დაყოვნება) აისახება გადასავლელთან სიმბოლოს და დროის ერთეულის (მაგალითად, @+7, @+wait) მითითებით, სადაც wait წინასწარ განსაზღვრული კონსტანტაა.

ამავე ნახაზზე ასახულია არადეტერმინირებული ლოგიკური გამოსახულება (პირობის ბლოკი) ფერადი პეტრის ქსელის რკალებზე, რომელიც გადასავლელთა გაშვების სხვადასხვა პირობებს და შედეგებს ასახავს, ანუ ლოგიკური პირობის ჭეშმარიტებისას გადასავლელს განსხვავებული მნიშვნელობა მიეწოდება (ან გადასავლელიდან განსხვავებული მნიშვნელობა გამოვა), მცდარობისას – განსხვავებული.

მაგალითად, გადასავლელს „პროდუქციის პარტიის გადაგზავა“ გამოსასვლელ რკალზე აქვს ლოგიკური პირობა - თუ გამოგზავნილი პროდუქციის ნომერი (n) ემთხვევა კლიენტის კონტრაქტით მისაღებ პროდუქციის ნომერს (k), მაშინ გვაქვს „true“, წინააღმდეგ შემთხვევაში „false“, რაც იმას ნიშნავს, რომ საჭირო პროდუქცია არაა მოსული. თუ ყველაფერი წესრიგშია, მაშინ მიმღები უგზავნის მწარმოებელს შეტყობინებას გადასავლელით „დასტურის გამოგზავნა“. პროდუქციის და შეტყობინების გადაცემათა ქსელში შემთხვევითი პროცესის არსებობა განპირობებულია დაყოვნების ცვლადი დროის გამო, რაც აისახება colset NetDelay=int with 25..75, fun DEL()=NetDelay.ran() random -ფუნქციით. ლოგიკური პირობის მნიშვნელობა სხვადასხვა შემთხვევებში სხვადასხვანაირად განისაზღვრება. ინტერაქტიულ სიმულატორებში ჭეშმარიტება-მცდარობას თავად მომხმარებელი განსაზღვრავს, ავტომატური სიმულაციისას – შემთხვევით სიდიდეთა გენერატორი.

51-ე ნახაზზე ნაჩვენებია CPN-გარემოში პეტრის ქსელის აგებისა და იმიტაციური მოდელირების ვიზუალური კომპონენტები. სიმულაციის მე-

3 ლილაკი (მწვანე რგოლით) საშუალებას იძლევა იტერაციულად, ხელით ავამუშავოთ ჩვენთვის საჭირო გადასასვლელი. მე-6 ლილაკი იძლევა საბოლოო მარკირების სურათს. 1-ელი ლილაკი – კი აღადგენს საწყის მარკირებას, ექსპერიმენტის თავიდან ჩასატარებლად.



ნახ.51. CPN ქსელის შექმნის და სიმულაციის ინსტრუმენტები

პეტრის ფერად ქსელებში კარგადაა შერწყმული პეტრის კლასიკური ქსელებისა და ობიექტ-ორიენტირებული დაპროგრამების თეორიული პრინციპები (იერარქიულობა, მოდულურობა – დიდი სისტემების მოდელირებისთვის), რაც მის დიდ პრაქტიკულ ღირებულებასაც განაპირობებს თანამედროვე ინფორმაციულ ტექნოლოგიათა გამოყენების მრავალ სფეროში, განსაკუთრებით ბიზნესისა და მარკეტინგის, აგრეთვე ლოგისტიკის მენეჯმენტის ამოცანების გადასაწყვეტად.

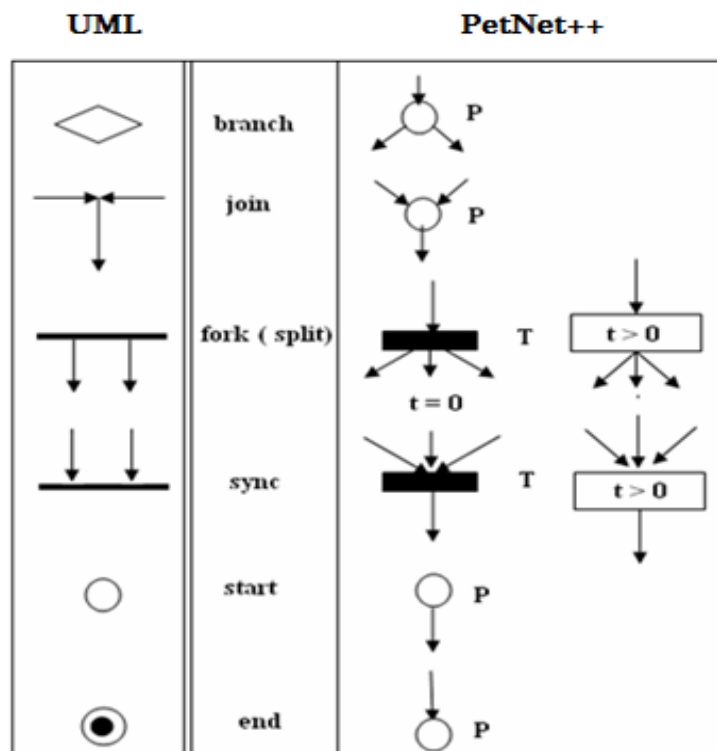
4.2. მულტიმოდალური გადაზიდვების იმიტაციური მოდელის აგება პეტრის კლასიკური ქსელების საუბველზე

პეტრის ქსელებისა და UML-მოდელირების ენის დინამიკურ დიაგრამებს შორის, კერძოდ, აქტიურობის და მდგომარეობათა დიაგრამებისათვის, დადგენილია არსებული იზომორფიზმი [28,29]. ანუ შესაძლებელია ამ დიაგრამების ეკვივალენტური პეტრის ქსელების გრაფების აგება, 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 დინამიკის შეფასება.

ამისათვის ჩვენ ავაგეთ (იხ. თავი 3) მულტიმოდალური გადაზიდვების პროცესების მდგომარეობათა დიაგრამები და შემდეგ გადავედით მათი შესაბამისი, ეკვივალენტური პეტრის ქსელების აგებაზე.

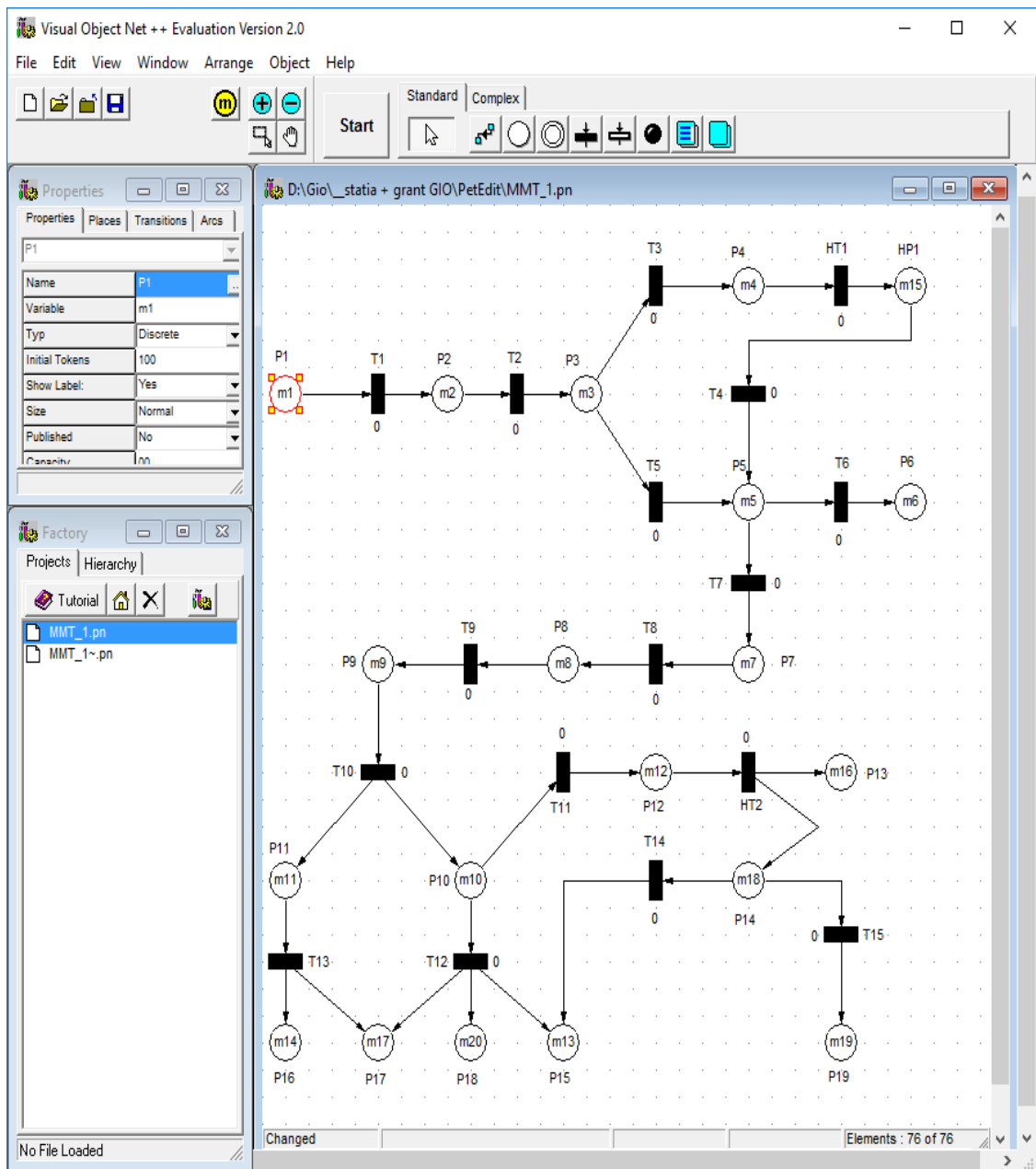
მდგომარეობათა დიაგრამაზე (მაგალითად, ნახ.38) გამოიყენება გრაფიკული ელემენტები: საწყისი და საბოლოო კვანძები, მოქმედება, შედგენილი-მოქმედება (იერარქიულად ჩადგმული პროცესი), განშტოება და შეერთება. ეს ელემენტები პეტრის ქსელში მოდელირდება გრაფის პოზიციებით (Pi) [28]. დაყოფისა (fork, split) და გაერთიანების (join, sync) ელემენტები კი მოდელირდება პეტრის ქსელის გადასასვლელებით (Tj). 52-ე ნახაზზე ნაჩვენებია ეს იზომორფული ელემენტები.

პეტრის ქსელის პოზიციებზე, გადასასვლელებზე ან/და რკალებზე დროითი დაყოვნების განსაზღვრას (მაგალითად, თითოეული ბიზნესპროცესის შესრულების დრო, მოთხოვნების მოსვლის ინტენსივობა და ა.შ.) დროითი პეტრის ქსელის ტიპი შემოაქვს, დაყოვნების დროთა ალბათურ განაწილებას – სტოქასტური პეტრის ქსელის ტიპი. ამასთანავე, პეტრის ქსელის გადასასვლელი შეიძლება იყოს ორი სახის: მყისიერად შესრულებადი ($t=0$, დროის დაყოვნების გარეშე) და დაყოვნებით (დროითი).



ნახ.52. UML და PetNet იზომორფული ელემენტები

53-ე ნახაზზე მოცემულია პეტრის ქსელის რედაქტორში (Visual Object Net++ პაკეტი) აგებული სტანდარტული მდგომარეობათა დიაგრამის (ნახ.38) მაგალითი. როგორც ნახაზიდან ჩანს, პეტრის ქსელის სქემაზე გაჩნდა დამატებითი ელემენტები: დამხმარე-პოზიცია (Help Position - HP) და დამხმარე-გადასასვლელი (Help Transition - HT). ისინი აუცილებელია სქემის შესაკვრელად, როდესაც მოსაზღვრეა ორი პოზიცია ან ორი გადასასვლელი. ქვემოთ ცხრილებში მოცემულია პეტრის ქსელის პოზიციებისა (ცხრ.3) და გადასასვლელების (ცხრ.4) შინაარსობრივი მნიშვნელობები.

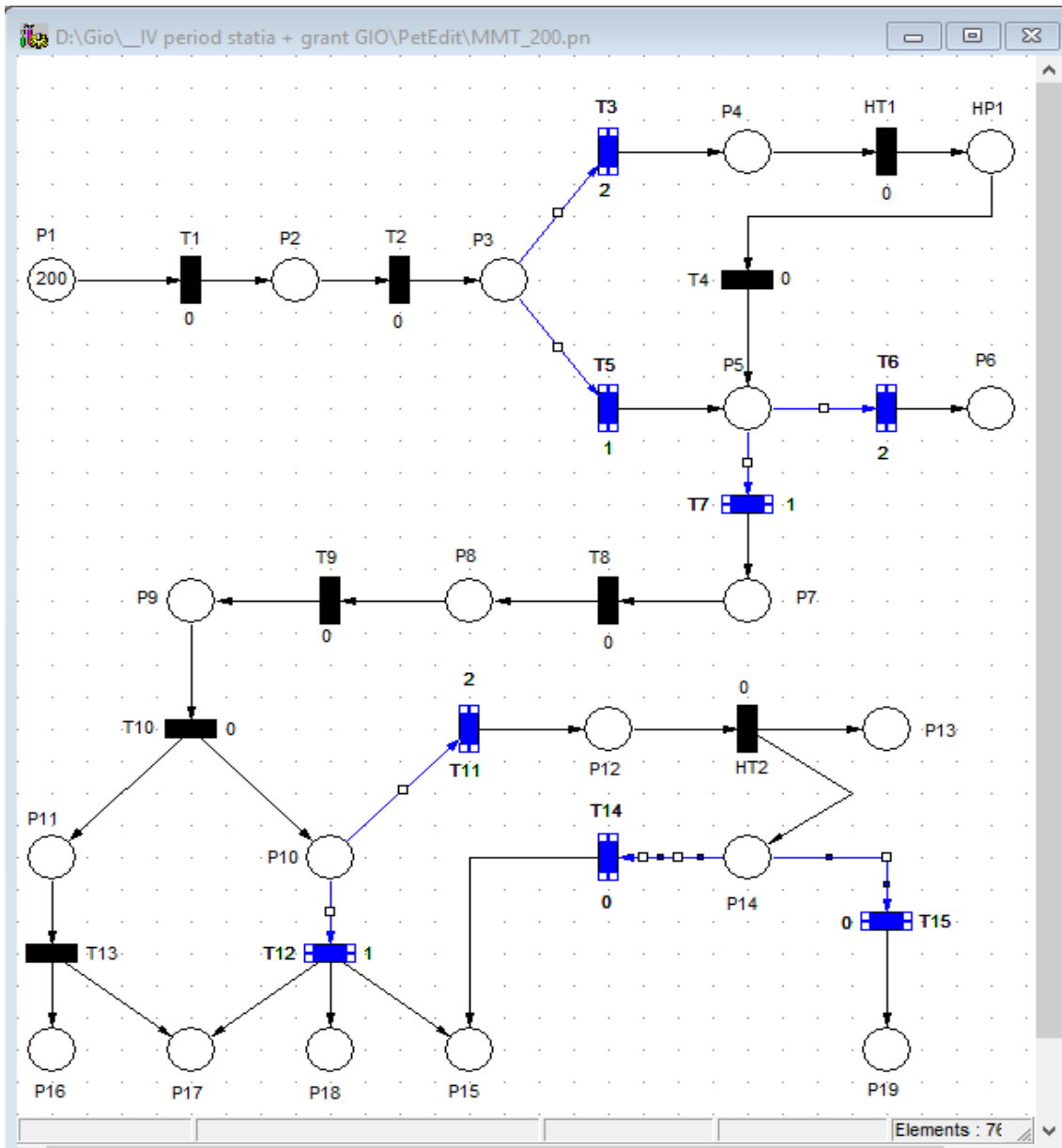


ნახ.53. ტვირთის გადაზიდვის პროცესის სტანდარტული Statechart დიაგრამის შესაბამისი პეტრის ქსელის გრაფი

| T_N | პოზიციის დანიშნულება |
|-----|---|
| P1 | გადასაზიდი ტვირთი ფიზიკურად დადგენილია |
| P2 | გადასაზიდი ტვირთის სპეციფიკაცია (სავალდებულო პარამეტრების აღწერა) განსაზღვრულია |
| P3 | ტვირთის გადაზიდვის მოთხოვნა |
| P4 | ტვირთის გადაზიდვის ფასები არაა |
| HP1 | ტვირთის გადაზიდვის ფასები დადგენილია |
| P5 | ტვირთის გადაზიდვის კოტირების ფაილი მზადაა |
| P6 | კლიენტის უარი მომსახურებაზე |
| P7 | ტვირთის გადაზიდვის შეკვეთა (ორდერი) |
| P8 | შეთანხმებული სატრანსპორტო დოკუმენტაცია |
| P9 | ტვირთი ადგილზეა (ან შუალედურ პუნქტშია) |
| P10 | ინვოისი კლიენტთანაა |
| P11 | გადაზიდვითან ანგარიში გასწორებულია |
| P12 | კლიენტი ტვირთის მიღების ნებართვის დოკუმენტის გარეშე |
| P13 | ტვირთის მიღების ნებართვის დოკუმენტი |
| P14 | ”ბლოკმონხნილი” ანგარიში |
| P15 | ტვირთის მიმღებზე ჩაბარების რაოდენობა |
| P16 | დასრულებული გადაზიდვების რაოდენობა |
| P17 | შესრულებული საბანკო გადარიცხვების რაოდენობა |
| P18 | ტვირთის მიმღების საბანკო გადარიცხვები დოკუმენტაციის პრობლემების გარეშე |
| P19 | მიუღებელი ტვირთების რაოდენობა |

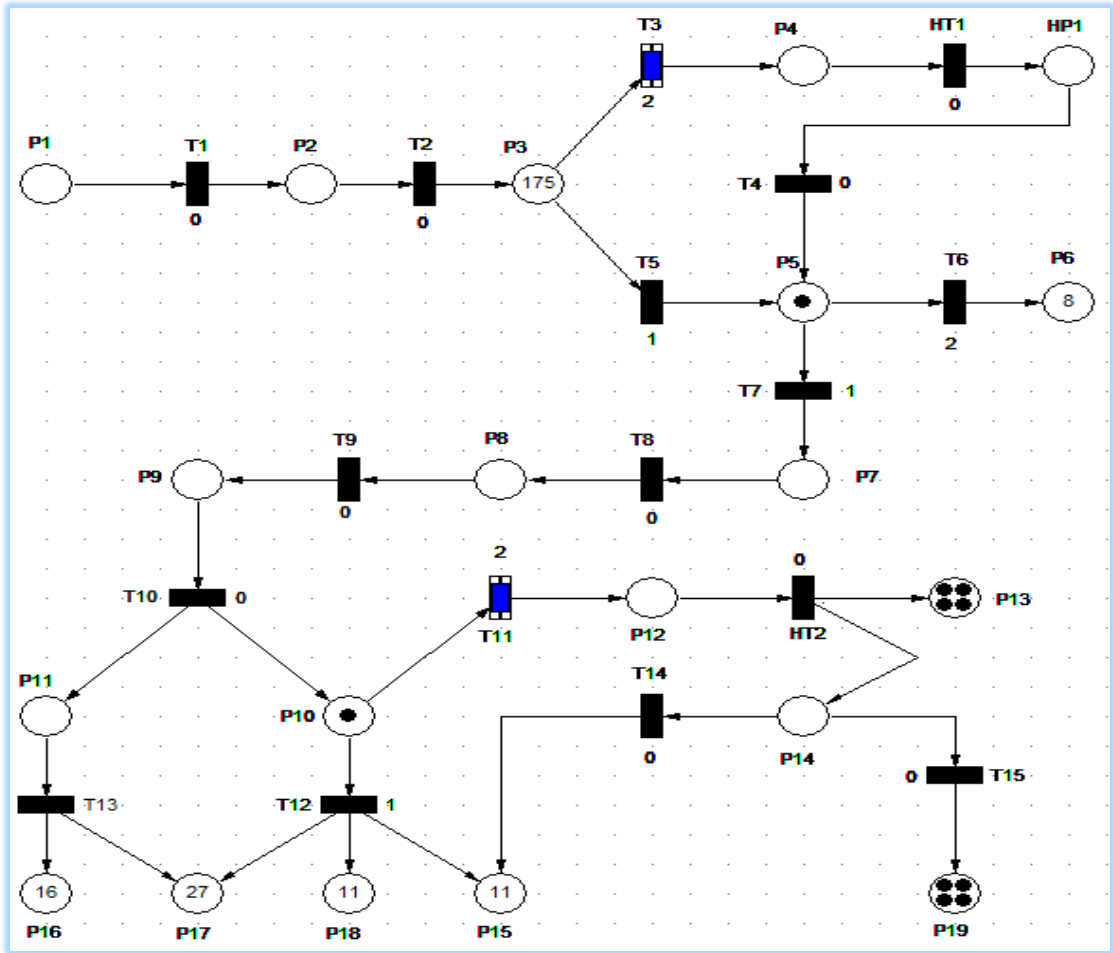
| T_N | გადასასვლელის დანიშნულება |
|-----|---|
| T1 | ტვირთის სპეციფიკაციის განსაზღვრა კლიენტის მიერ |
| T2 | ტვირთის გადაზიდვისთვის კლიენტის მოთხოვნის (შეტყობინების) შესვლა ექსპედიტორთან |
| T3 | ტვირთის გადაზიდვის ფასები უცნობია |
| HT1 | 1-ელი დამხმარე გადასასვლელი, როცა გადაზიდვის ფასები დგინდება |
| T4 | ტვირთის გადაზიდვის ფასები დადგინდა და გადაეცა კლიენტს |
| T5 | ტვირთის გადაზიდვის კოტირების ფაილი მზადაა |
| T6 | კლიენტის უარის თქმა (ან კავშირზე აღარ გამოსვლა) |
| T7 | კლიენტის თანხმობის მიღება ტვირთის გადაზიდვაზე |
| T8 | სატრანსპორტო დოკუმენტაციის შეთანხმება ექსპედიტორის მიერ გადამზიდვითან |
| T9 | ტვირთის ტრანსპორტირება დანიშნულების (ან შუალედურ) ადგილამდე და გადამზიდვის მიერ შეტყობინების გადაცემა სისტემის სერვერზე (ექსპედიტორისათვის) |
| T10 | ექსპედიტორის მიერ კლიენტისათვის ინვოისის გადაცემა და გადამზიდვითან ანგარიშწორება (თანხის გადარიცხვა) |
| T11 | ტვირთის მისაღებად კლიენტის შესაბამისი დოკუმენტაციის არარსებობა ან შეუსაბამობა |
| HT2 | კლიენტის მიერ ტვირთის მიღების ნებართვის დოკუმენტის აღება |
| T12 | კლიენტის მიერ ინვოისის მიხედვით თანხის გადახდა (გადარიცხვა) |
| T13 | ტრანსპორტირების ოპერაციის დახურვა |
| T14 | კლიენტის მიერ ტვირთის მიღების ნებართვის დოკუმენტის საფუძველზე და ინვოისის მიხედვით თანხის გადახდის (გადარიცხვის) შემდეგ ტვირთის მიღება |
| T15 | კლიენტის მიერ ტვირთის მიღების ნებართვის ვერ აღება |

54-ე ნახაზზე მოცემულია იმიტაციური მოდელის საწყისი ეტაპი (100 მოთხოვნა ტვირთის გადაზიდვაზე P1 პოზიციაში). T3 და T5, T6 და T7, T11 და T12, T14 და T15 კონფლიქტური კვანძებია („ან“ გადასასვლელებით).

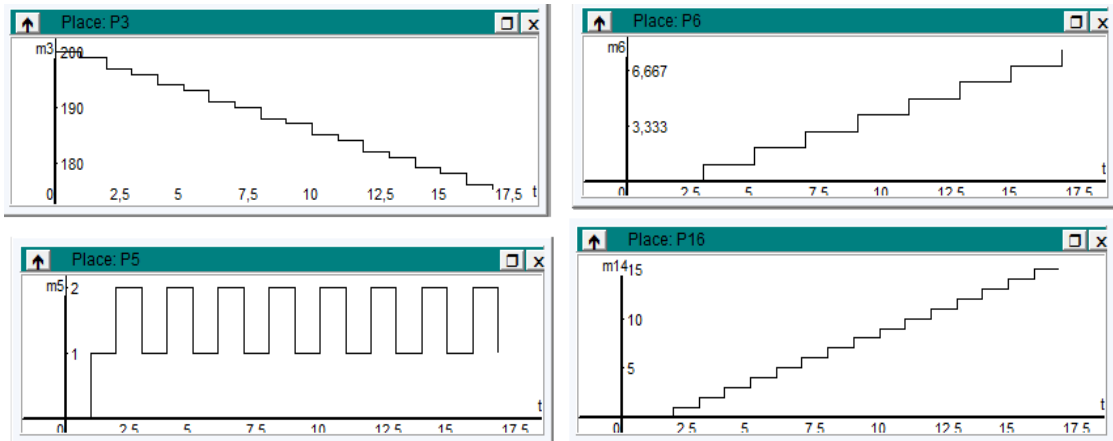


ნახ.54. იმიტაციური პროცესის დასაწყისი და კონფლიქტურ კვანძთა ჯგუფები პეტრის ქსელის გრაფში (Visual Object Net++)

55-ე და 56-ე ნახაზებზე ნაჩვენებია იმიტაციური პროცესის შუალედური და საბოლოო შედეგები, ქსელში მარკერების გადაადგილებისა და მდგომარეობის შესახებ. თითოეული მარკერის მოძრაობა ასახავს შეკვეთის შესრულების ანუ ტრანსპორტირების პროცესს (იმიტაციას). შედეგების ნახაზზე, მაგალითად, ჩანს, რომ ყველა კლიენტის შემოსული მოთხოვნა (100) დამუშავებულია. აქედან 51 მოთხოვნაზე (P6) კონტრაქტი არ შედგა. 49-ზე კი კონტრაქტის „ორდერი“ გაფორმდა და მოხდა ტვირთების ტრანსპორტირება (P16, P15+P19). 13 შემთხვევაში 24-დან (P19, P13) მიმღებმა პირმა ვერ შეძლო ტვირთის მიღება (არ აქვს შესაბამისი ნებართვის დოკუმენტი).

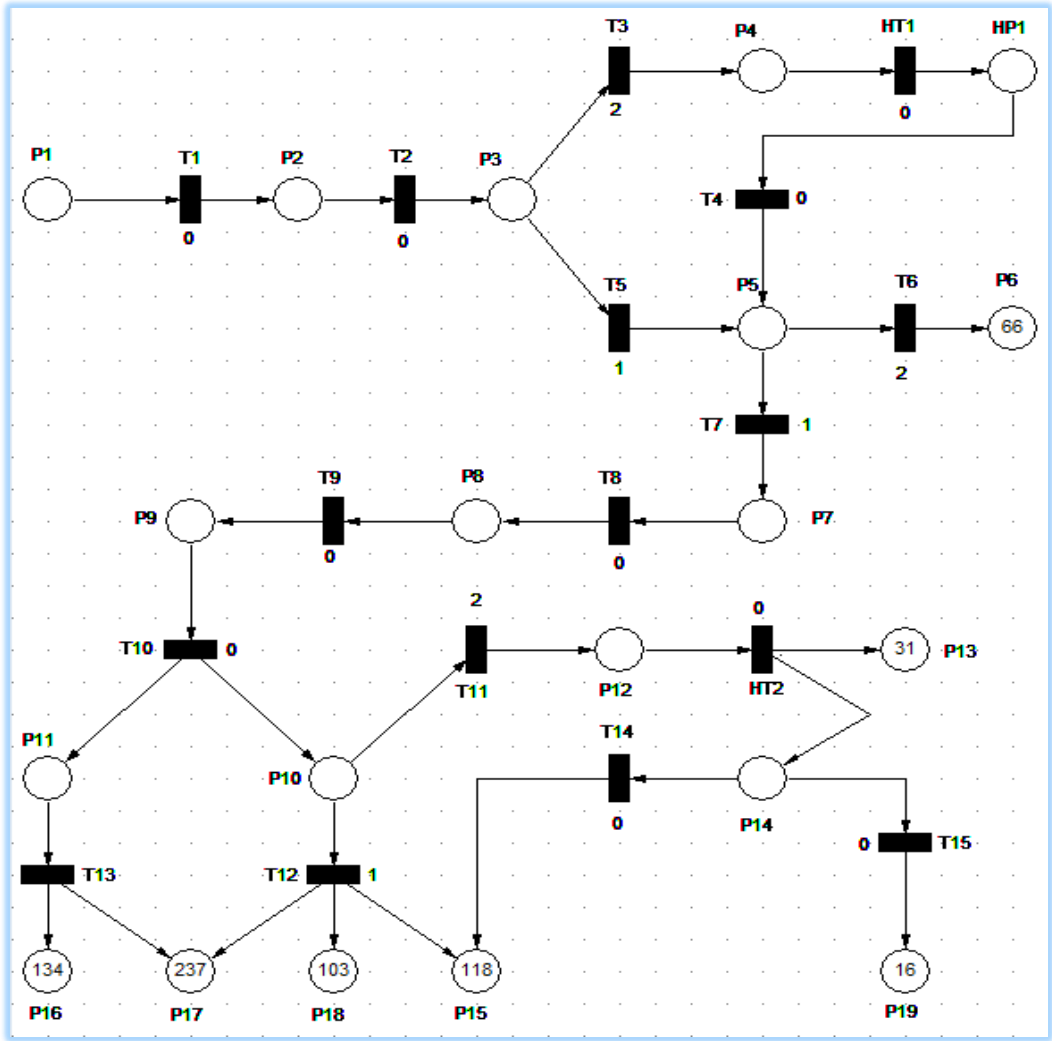


ნახ.55-ა. შუალედური მდგომარეობა

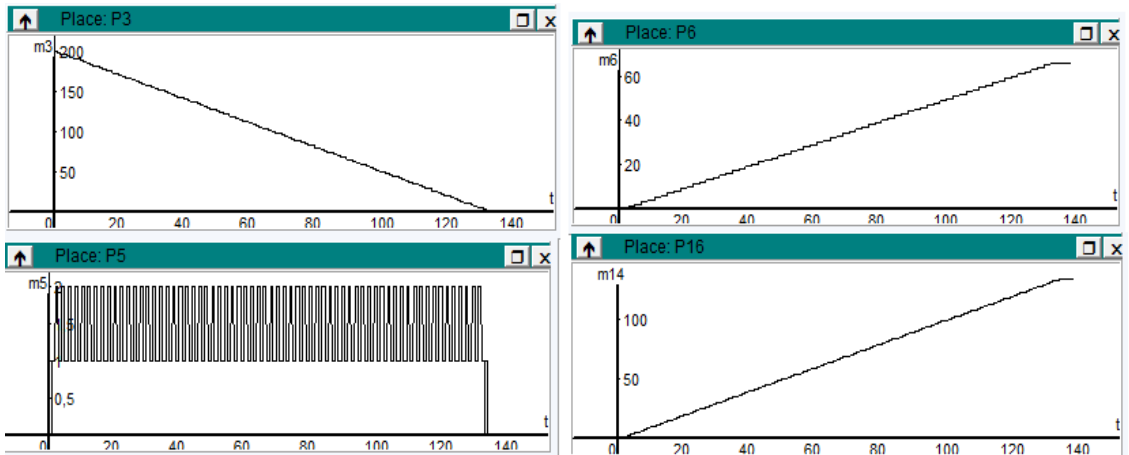


ნახ.55-ბ. შუალედური მდგომარეობის პროცესის დროითი მახასიათებლები

მიღებული დროითი დიაგრამები ასახავს მაგალითად, კონფლიქტურ (P₃, P₅) და საშუალო (P₆, P₁₆) პოზიციებში მარკერების მოძრაობის დინამიკას. T₅ და T₁₂ გადასასვლელებზე პროცესის შესრულების დაყოვნება პირობითად 1 წამის ტოლია, T₃, T₆, T₁₁ -თვის - 2 წმ., ხოლო დანარჩენისთვის 0-ია ანუ პროცესი მყისიერად სრულდება.



ნახ.56-ა. საბოლოო მდგომარეობა (Visual Object Net++)

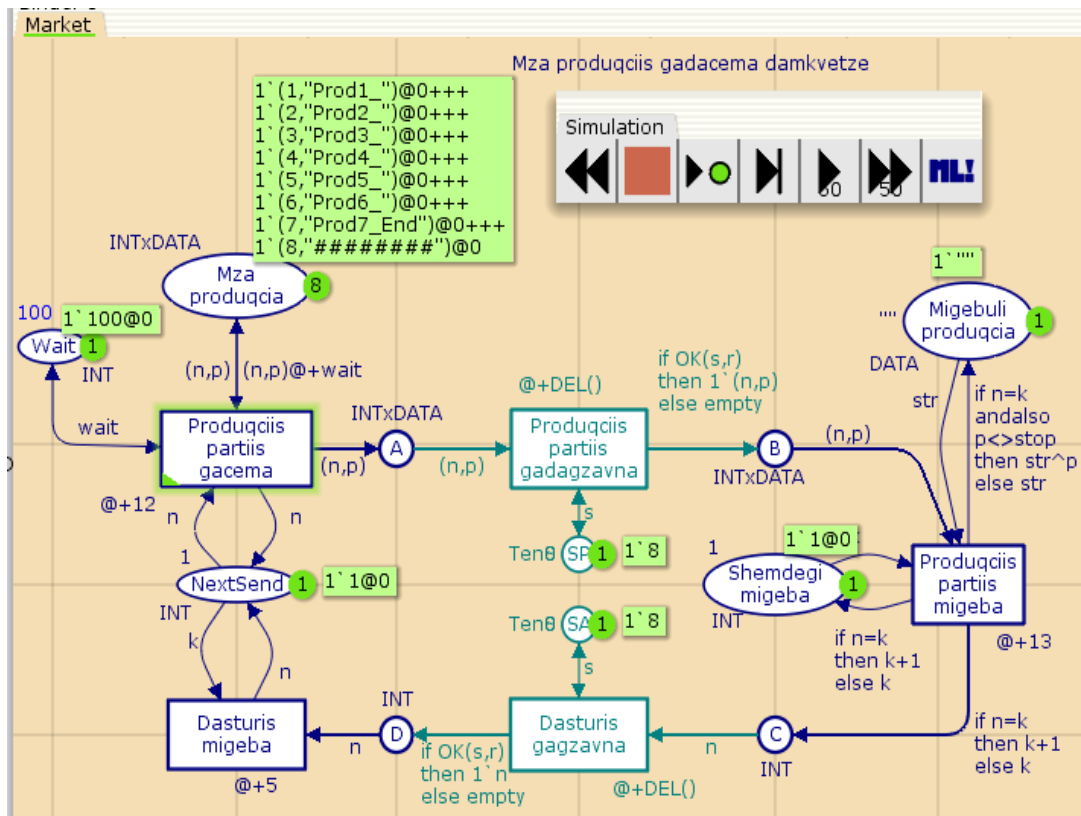


ნახ.56-ბ. საბოლოო მდგომარეობის დროითი მახასიათებლები

4.3. მულტიმოდალური გადაზიდვების იმიტაციური მოდელის აგება და კვლევა პეტრის ფერადი ქსელების საშუალებით

ხშირად მულტიმოდალური გადაზიდვის პროცესი დაკავშირებულია დამკვეთ-მიმწოდებელ ტანდემთან. მაგალითად, საერთაშორისო კონტრაქტის საფუძველზე რომელიმე ფირმა პერიოდულად უზაადებს დამკვეთს პროდუქციის განსაზღვრულ პარტიას და უზაავნის მას გადაზიდვების სერვისების გამოყენებით, რაც ზემოთ განვიხილეთ. ფირმას შეიძლება ჰყავდეს რამდენიმე (n) დამკვეთი და ამზადებდეს რამდენიმე სახის (m) პროდუქციას.

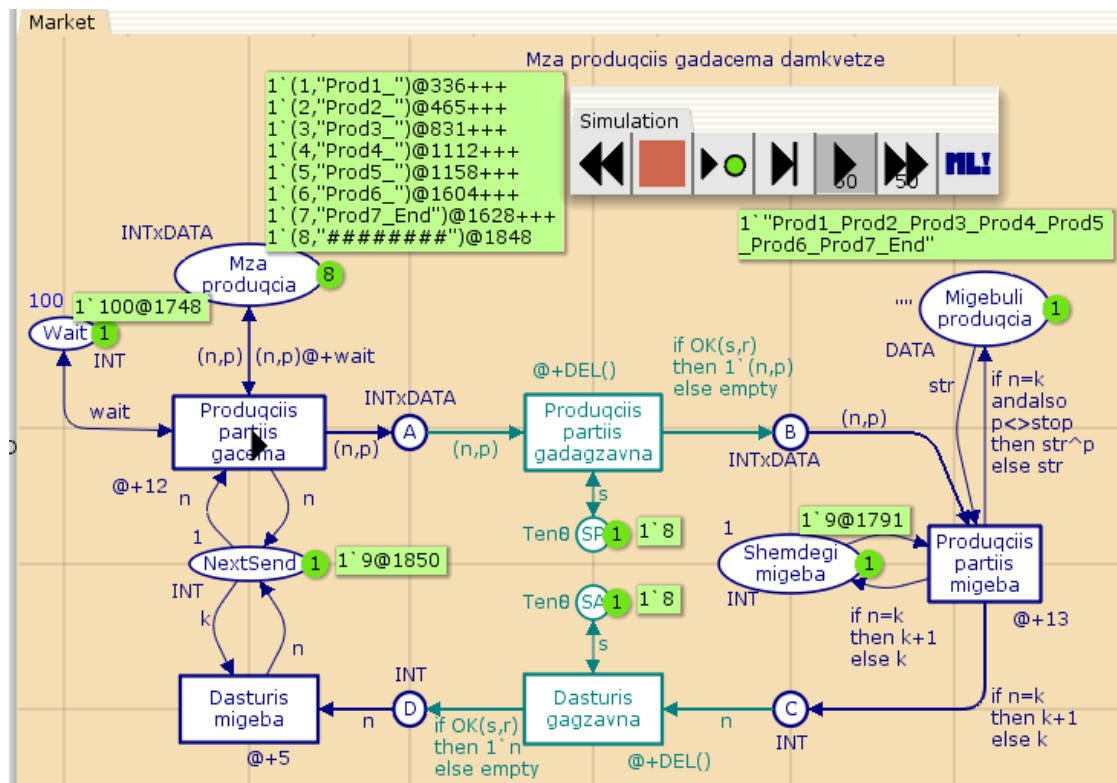
ასეთ შემთხვევაში იმიტაციური მოდელის აგება მოსახერხებელია პეტრის ფერადი ქსელების გამოყენებით, რომელშიც ფერების საშუალებით მოდელირებული იქნება პროდუქციის ტიპი. ასეთი ქსელები მიეკუთვნება მაღალი დონის სისტემურ პეტრის ქსელებს, მაგალითად, CPN (Coloured Petri Net) [15,51]. 57-ე ნახაზზე მოცემულია CPN ქსელის ფრაგმენტი პროდუქციის მიწოდების (გადაგზავნის) პროცესების იმიტაციური მოდელის სახით.



ნახ.57. იმიტაციური მოდელი CPN ქსელით „პროდუქციის მიწოდება“

პროდუქციის პარტიების გადაგზავნის დაყოვნების დროს (wait) სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის ვლუბულობთ 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 „მიწოდებლიდან - დამკვეთისაკენ“. 57-ე ნახაზზე ჩანს მარჯვენა ზედა კუთხეში (პოზიცია: “Migebuli produqcia”), რომ პირველი პროდუქტი მივიდა დამკვეთთან.

დამკვეთი ამ დროს უგზავნის მიმწოდებელს შეტყობინებას, რომ ეს კონკრეტული პროდუქტი (Prod_ID) მიიღო. ესაა Dasturis_gagzavnis გადასასვლელი. საბოლოო სურათი მოცემულია 58-ე ნახაზზე.



ნახ.58. საბოლოო მდგომარეობა (ყველა პროდუქტი დამკვეთთანაა)

Shemdegi_migeba-ის დროითი ჭდით ჩანს, რომ პროდუქციის ბოლო პარტია მიღებულ იქნა 1791 დროითი ერთელისას, ხოლო NextSend-ის დროითი ჭდე გვიჩვენებს, რომ ბოლო შეტყობინება პროდუქციის მიღების შესახებ მოვიდა 1850 დროით ერთეულში.

დროითი ჭდეები პოზიციაზე MzaProduqcia მიუთითებს პროდუქციის პარტიების (განმეორებითი) გადაცემის დროებზე. მაგალითად, პირველი პარტია გადაიცა 336 დროითი ერთეულისთვის, მეორე 465, მესამე 831 და ა.შ.

ჩვენი დროითი CPN-მოდელით შეიძლება გამოვიკვლიოთ მარკეტინგული პროცესის „produqciis_gadagzavnis“ შესრულების მახასიათებლები. მაგალითად, პროდუქციის პარტიების განმეორებითი გადაცემის დაყოვნების დროის (wait) სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის. ხანმოკლე დაყოვნება ზრდის შანსს განმეორებითი გადაგზავნების თავიდან ასაცილებლად. იგი ასევე ზრდის შანსს, რომ ოპერაცია Dasturis_migeba გადაიდოს, რადგან პროცესი Prod.partiis_gacema დაკავებულია განმეორებითი გადაგზავნით. გრძელი დაყოვნება ნიშნავს, რომ საჭირო იქნება დიდხანს ცდა, სანამ მიმწოდებელი დარწმუნდება, რომ პროდუქტი ან დასტური იქნა დაკარგული. სიმულაციის პროცესში, სხვადასხვა wait-მნიშვნელობით შეიძლება დადგინდეს სასურველი მნიშვნელობა განმეორებითი გადაცემის დაყოვნებისათვის.

4.4. მეოთხე თავის დასკვნა

- მცირე და საშუალო ბიზნესის ობიექტებისათვის, რომლის ერთ-ერთი აქტუალური და მზარდი მოთხოვნილების მაგალითია ტვირთების მულტიმოდალური გადაზიდვების ფირმები, აუცილებელია მართვის საინფორმაციო სისტემის ფარგლებში შესაბამისი დინამიკური პროცესების იმიტაციური მოდელის აგება პეტრის ქსელების გრაფებით და მის საფუძველზე მოდელის ანალიზური ექსპერიმენტების ჩატარება;

- უნიფიცირებული მოდელირების ენის UML დინამიკური დიაგრამებისა (Activity-D, Statechart-D) და პეტრის ქსელების გრაფებს შორის იზომორფული თვისებების არსებობის საფუძველზე შესაძლებელია ბიზნეს-პროცესების და მათი მდგომარეობათა დიაგრამების იმიტაციური მოდელირება პეტრის ქსელებით და მათი შემდგომი კვლევის ჩატარება ამ დიაგრამების ოპტიმიზაციის მიზნით;

- ასეთი იმიტაციური მოდელები შესაძლებლობას იძლევა წინასწარ გამოვიკვლიოთ მულტიმოდალური გადაზიდვების სხვადასხვა ვარიანტები (მარშრუტების თვალსაზრისით) საკონტრაქტო ხელშეკრულებათა პირობების შესრულებისა და სასურველი ეკონომიკური ეფექტურობის გათვალისწინებით.

V თავი

მულტიმოდალური გადაზიდვების მენეჯმენტის ბიზნესპროცესების ავტომატიზაცია

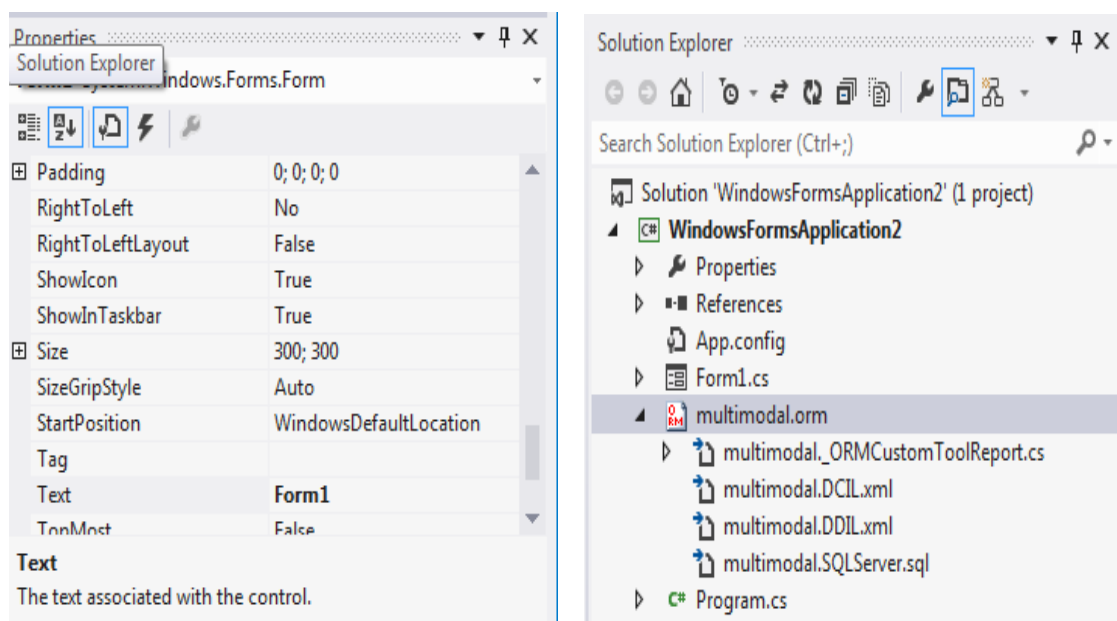
5.1. MsSQL Server მონაცემთა ბაზის აგების პროცესის ავტომატიზაცია Visual Studio.NET Framework 4.5 პლატფორმაზე

5.1.1. მულტიმოდალური გადაზიდვების კონცეპტუალური მოდელის სასხვა Data Definition Language ფაილის სახით

მესამე თავის 3.4 პარაგრაფში ჩვენ დავაპროექტეთ მულტიმოდალური გადაზიდვების საპრობლემო სფეროს კონცეპტუალური მოდელი ORM და ERM დიაგრამების სახით (ნახ.42-44).

ამჯერად ERM სქემიდან ავტომატიზებულ რეჟიმში უნდა მივიღოთ SQL Server-ის ბაზის და ცხრილების შემადგენლობა DDL-ფაილის სახით.

Visual Studio.Net გარემოში შევქმნათ ახალი Windows Form Application პროექტი და მივუერთოთ ადრე მიღებული ORM-დიაგრამა (ნახ.59).



ნახ.59. Properties და Solution Explorer

ავტომატიზებულ რეჟიმში მოხდა .ddl კოდის გენერირება (მოცემულია ფრაგმენტი):

```
CREATE SCHEMA ORMMModel2  
GO  
GO
```

```
CREATE TABLE ORMMModel2.Freight
```

```
(
    freightId int IDENTITY (1, 1) NOT NULL,
    fright_Lenght decimal(38,38) NOT NULL,
    fright_Width decimal(38,38) NOT NULL,
    CONSTRAINT Freight_PK PRIMARY KEY(freightId)
)
GO
```

```
CREATE TABLE ORMMModel2.Supplier
```

```
(
    supplierId int IDENTITY (1, 1) NOT NULL,
    freightId int NOT NULL,
    CONSTRAINT Supplier_PK PRIMARY KEY(supplierId)
)
GO
```

```
CREATE TABLE ORMMModel2.Truck
```

```
(
    truckID int IDENTITY (1, 1) NOT NULL,
    max_PayloadTon nvarchar(max) NOT NULL,
    loadVolumeCode nchar(4000),
    supplierId int,
    CONSTRAINT Truck_PK PRIMARY KEY(truckID)
)
GO
```

```
CREATE TABLE ORMMModel2.Airplane
```

```
(
    airplaneId int IDENTITY (1, 1) NOT NULL,
    door_Width decimal(38,38) NOT NULL,
    door_height decimal(38,38),
    supplierId int,
    CONSTRAINT Airplane_PK PRIMARY KEY(airplaneId)
)
GO
```

```
CREATE TABLE ORMMModel2.Client
```

```
(
    clientId int IDENTITY (1, 1) NOT NULL,
    freightId int NOT NULL,
    isOfClientId int,
    CONSTRAINT Client_PK PRIMARY KEY(clientId)
)
GO
```

```
CREATE VIEW ORMMModel2.Client_UC (isOfClientId)
```

```
WITH SCHEMABINDING
```

```
AS
```

```
    SELECT isOfClientId
    FROM
        ORMMModel2.Client
    WHERE isOfClientId IS NOT NULL
```

```
GO
```

```

CREATE UNIQUE CLUSTERED INDEX Client_UCIndex ON
ORMModel2.Client_UC(isOfClientId)
GO

CREATE TABLE ORMModel2.Order_Signed_Client_Freight
(
    clientId int NOT NULL,
    orderID int IDENTITY (1, 1) NOT NULL,
    freightId int NOT NULL,
    CONSTRAINT Order_Signed_Client_Freight_PK PRIMARY KEY(orderID, clientId)
)
GO

CREATE TABLE ORMModel2.Ship
(
    shipID int IDENTITY (1, 1) NOT NULL,
    load_Capacity decimal(38,38) NOT NULL,
    supplierId int,
    volume decimal(38,38),
    CONSTRAINT Ship_PK PRIMARY KEY(shipID)
)
GO

CREATE TABLE ORMModel2.Rail_Wagoon
(
    rail_WagoonId int IDENTITY (1, 1) NOT NULL,
    load_Capacity decimal(38,38) NOT NULL,
    typeWagon nchar(4000) NOT NULL,
    supplierId int,
    tare_WeightTon nvarchar(max),
    CONSTRAINT Rail_Wagoon_PK PRIMARY KEY(rail_WagoonId)
)
GO

ALTER TABLE ORMModel2.Supplier ADD CONSTRAINT Supplier_FK FOREIGN KEY (freightId)
REFERENCES ORMModel2.Freight (freightId) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO
ACTION
GO

ALTER TABLE ORMModel2.Truck ADD CONSTRAINT Truck_FK FOREIGN KEY (supplierId)
REFERENCES ORMModel2.Supplier (supplierId) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO
ACTION
GO

ALTER TABLE ORMModel2.Airplane ADD CONSTRAINT Airplane_FK FOREIGN KEY
(supplierId) REFERENCES ORMModel2.Supplier (supplierId) ON DELETE NO ACTION ON
UPDATE NO ACTION
GO

ALTER TABLE ORMModel2.Client ADD CONSTRAINT Client_FK1 FOREIGN KEY (freightId)
REFERENCES ORMModel2.Freight (freightId) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO
ACTION
GO

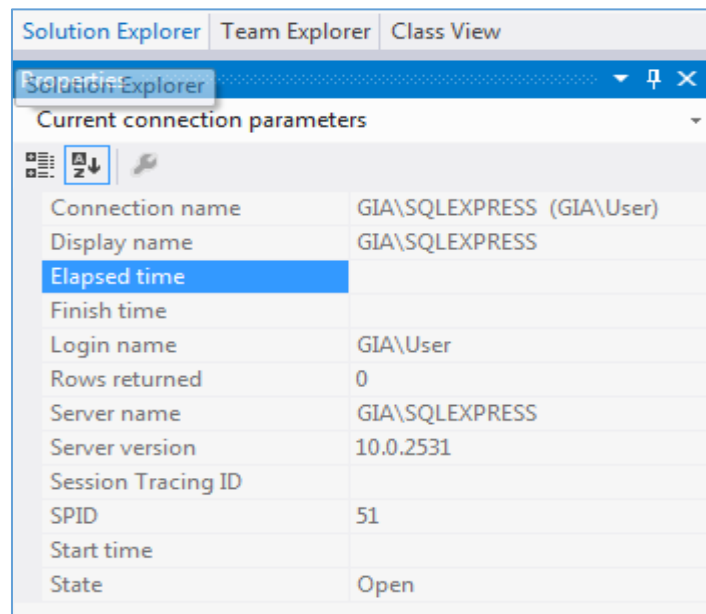
```

```

ALTER TABLE ORMMModel2.Client ADD CONSTRAINT Client_FK2 FOREIGN KEY
(isOfClientId) REFERENCES ORMMModel2.Client (clientId) ON DELETE NO ACTION ON
UPDATE NO ACTION
GO
ALTER TABLE ORMMModel2.Order_Signed_Client_Freight ADD CONSTRAINT
Order_Signed_Client_Freight_FK1 FOREIGN KEY (clientId) REFERENCES ORMMModel2.Client
(clientId) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO ACTION
GO
ALTER TABLE ORMMModel2.Order_Signed_Client_Freight ADD CONSTRAINT
Order_Signed_Client_Freight_FK2 FOREIGN KEY (freightId) REFERENCES ORMMModel2.Freight
(freightId) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO ACTION
GO
ALTER TABLE ORMMModel2.Ship ADD CONSTRAINT Ship_FK FOREIGN KEY (supllierId)
REFERENCES ORMMModel2.Supllier (supllierId) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO
ACTION
GO
ALTER TABLE ORMMModel2.Rail_Wagoon ADD CONSTRAINT Rail_Wagoon_FK FOREIGN KEY
(supllierId) REFERENCES ORMMModel2.Supllier (supllierId) ON DELETE NO ACTION ON
UPDATE NO ACTION
GO
GO

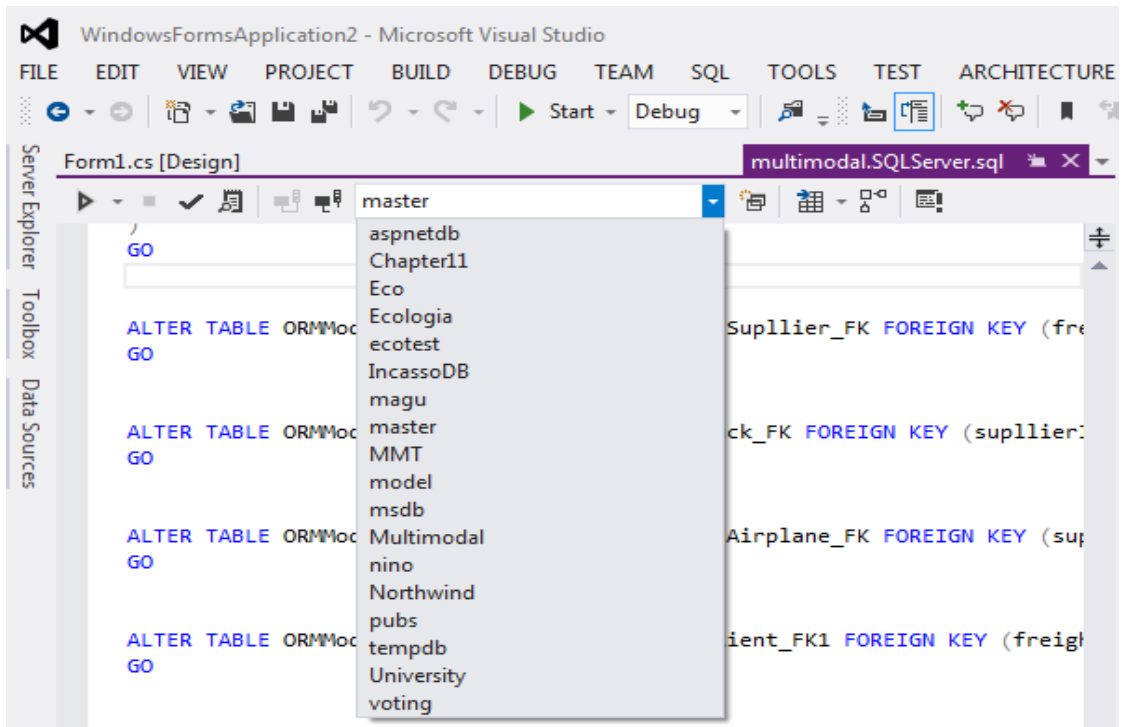
```

დაეუკავშირდეთ SQL Server-ს (ნახ.60).



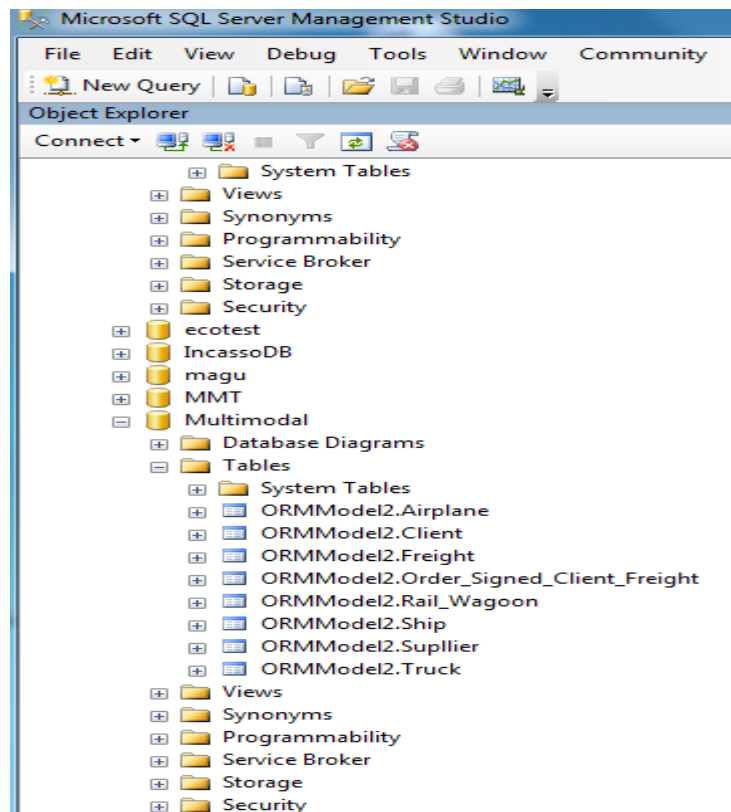
ნახ.60. ბაზასთან კავშირის პარამეტრები

ჩამონათვალიდან ავირჩიოთ ჩვენი ბაზა, სახელად Multimodal, და ავირჩიოთ Execute დილაკი (ნახ.61).



ნახ.61. Multimodal ბაზის არჩევა

გავააქტიუროთ SQL Server-ი, სადაც გამოჩნდება ავტომატიზებულ რეჟიმში მიღებული ცხრილები (ნახ.62).



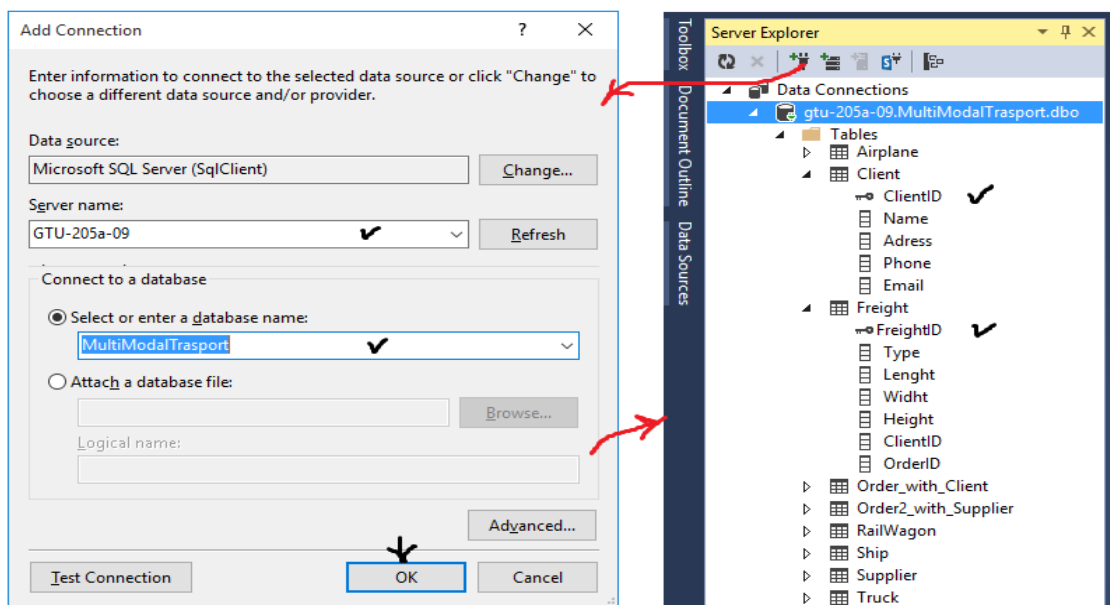
ნახ.62. Multimodal მონაცემთა ბაზა ავტომატიზებულია

5.1.2. SQL Server ბაზის და მისი ცხრილების შექმნის პროცესის ავტომატიზაცია

მულტიმოდალური გადაზიდვების ბაზის დაპროექტებისა და მისი DLL-ფაილით SQL Server 2012-ში რეალიზაციის შემდეგ, საჭიროა აიგოს მომხმარებლის ინტერფეისის პროგრამა Visual Studio.NET Framework 4.5 ინტეგრირებულ გარემოში დაპროგრამების ჰიბრიდული ტექნოლოგიის გამოყენებით, როგორცაა WPF (Windows Presentation Foundation) [19,43-45].

ზოგადად, ჰიბრიდული ტექნოლოგიის კონცეფცია გულისხმობს, რომ ამ მეთოდოლოგიით შესაძლებელია როგორც ვინდოუსის, ასევე სხვა ოპერაციული სისტემების (მაგალითად, Linux) და ვებ-აპლიკაციების აგება (შედეგები აისახება ვინდოუსის ფორმაზე ან რომელიმე ინტერნეტ ბრაუზერში) [42, 49].

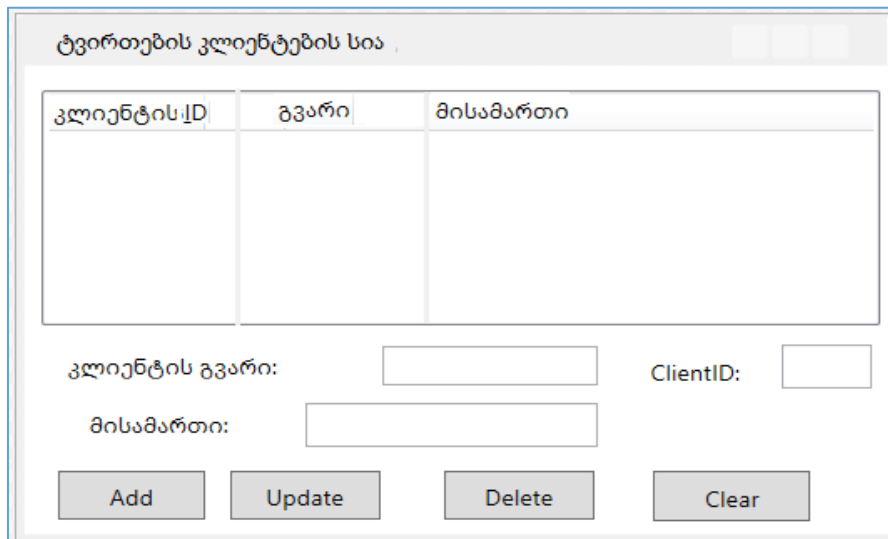
თავდაპირველად საჭიროა ახალი პროექტის შექმნა Visual Studio.NET-ში, შემდეგ კი ჩვენი მონაცემთა ბაზის მიერთება ამ პროექტთან. 63-ე ნახაზზე ნაჩვენებია ბაზის მიერთების (Data Connections) პროცედურა. განახლდება სერვერის სახელი (მაგალითად, GTU-205a-09) და აირჩევა მასში მონაცემთა ბაზის სახელი (MultiModalTransport), ბოლოს OK და შედეგად მივიღებთ ნახაზის Server Explorer -ში და Airplane, Client, Freight სხვა ცხრილებს.



ნახ.63. მონაცემთა ბაზის დაკავშირება C#.NET პროგრამასთან

მონაცემთა ბაზის ცხრილებთან მუშაობის ინტერფეისის სქემა წინასწარ შეთანხმებულია პროგრამული სისტემის მომხმარებელთან. მომხმარებელს, რომელმაც არ იცის მონაცემთა ბაზასთან მუშაობა დაპროგრამების ენების გამოყენებით (მაგალითად, DDL და DML), მაშინ მისთვის უნდა აიგოს დიალოგში სამუშაო ინტერფეისი, რომელიც ადვილად შეასრულებს ბაზაში მონაცემების ძებნის (შეღებვტ) ან ცხრილების განახლების ოპერაციებს (Add, Update, Delete).

64-ე ნახაზზე ნაჩვენებია ასეთი ინტერფეისის ერთ-ერთი ვარიანტი, რომელშიც შესაძლებელია მომხმარებელმა, როგორც ბაზის ადმინისტრატორმა, განახორციელოს თავისი ფუნქციები (რეალურ მონაცემთა ბაზასთან უშუალოდ წვდომის გარეშე), ამჯერად, მაგალითად, კლიენტების ბაზასთან.



ნახ.64. ინტერფეისის საილუსტრაციო მაგალითი

ამ ფორმის დიზაინი აიგება Visual Studio.NET გარემოში WPF ინსტრუმენტების პანელის და XAML-ენის გამოყენებით [42]. შესაბამისი კოდის ფრაგმენტი მოცემულია 1-ელ ლისტინგში.

```
<-- listing_1: XAML faili ----->
<Window x:Class="WpfAppSQL_ListView.MainWindow"
  xmlns="http://schemas.microsoft.com/winfx/2006/xaml/presentation"
  xmlns:x="http://schemas.microsoft.com/winfx/2006/xaml"
  Title ="ტვირთების კლიენტების სია"
  Height="375" Width="520" Loaded="Window_Loaded" Background="White">
  ...
<GridView>
```

```

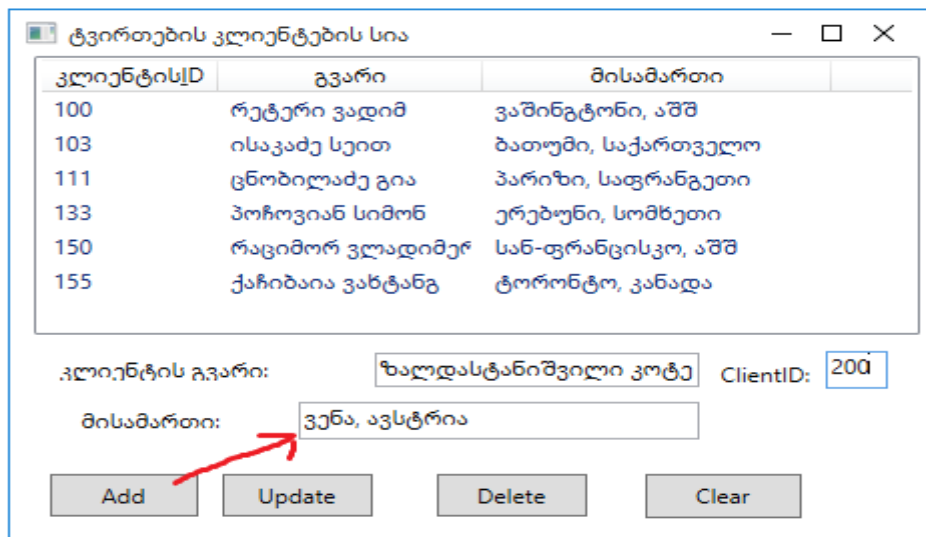
<GridViewColumn Header="კლიენტის_ID" DisplayMemberBinding=
    "{Binding Path=ClientID}"></GridViewColumn>
<GridViewColumn Header="გვარი" DisplayMemberBinding=
    "{Binding Path=Name}"></GridViewColumn>
<GridViewColumn Header="მისამართი" DisplayMemberBinding=
    "{Binding Path=Adress}"></GridViewColumn>
</GridView>
...
</Window>

```

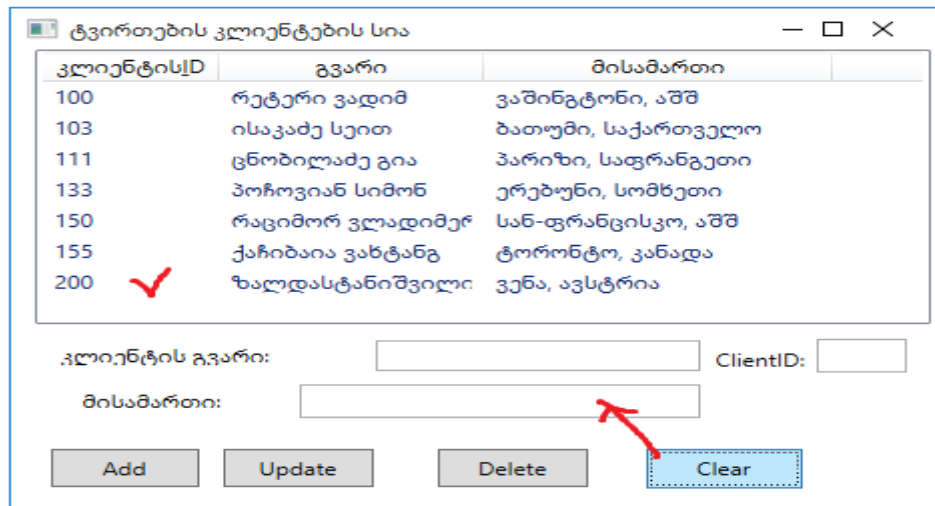
ინტერფეისის ფორმაზე ჩანს LisBox სამი სვეტით კლიენტების სიაში რამდენიმე მონაცემის გამოსატანად, სამი TextBox, სამეზნი ან დასამატებელი სტრიქონის მონაცემების ჩასაწერად და ოთხი Button, ბაზაში სხვადასხვა ფუნქციების შესასრულებლად (Add, Update, Delete). Clear ღილაკი გამოიყენება მონაცემთა შესატანი ტექსტოქსების გასაწმენდად.

საჭიროა პროგრამის მუშაობის ლოგიკის დაპროგრამება C#.NET ენაზე, კერძოდ უნდა დაიწეროს მეთოდები, რომლებიც მოემსახურება შესაბამისი ღილაკების ამოქმედებით ინიციალიზირებული მოვლენების დამუშავებას. განვიხილოთ მაგალითები.

დავამატოთ მონაცემთა ბაზას ახალი კლიენტი (ნახ.65-ა). უნდა შეივსოს კლიენტის_გვარი, კლიენტისID და მისამართი.



ნახ.65-ა. ახალი ჩანაწერის დამატება (Add ღილაკით)



ნახ.65-ბ. ახალი ჩანაწერი დაემატა და ტექსტბოქსები გაიწმინდა

Add – ღილაკის პროგრამის ტექსტი მოცემულია მე-2 ლისტინგში.

// --- listing_2 – Add -----

```
private void btnAdd_Click(object sender, RoutedEventArgs e)
{
    string Name = textBox1.Text;
    string Address = textBox2.Text;
    string ClientID = textBox3.Text;
    SqlConnection con = new SqlConnection(@"Data Source=GTU-205a-09;Initial
        Catalog=MultiModalTrasport;Integrated Security=True");
    con.Open();
    SqlCommand comm = new SqlCommand("insert into Client(Name,Address,
        ClientID) values(@Name, @Adress, @ClientID)", con);
    comm.Parameters.AddWithValue("@Name", textBox1.Text);
    comm.Parameters.AddWithValue("@Adress", textBox2.Text);
    comm.Parameters.AddWithValue("@ClientID", textBox3.Text);
    comm.ExecuteNonQuery();
    con.Close();
    ShowData();
}
}
```

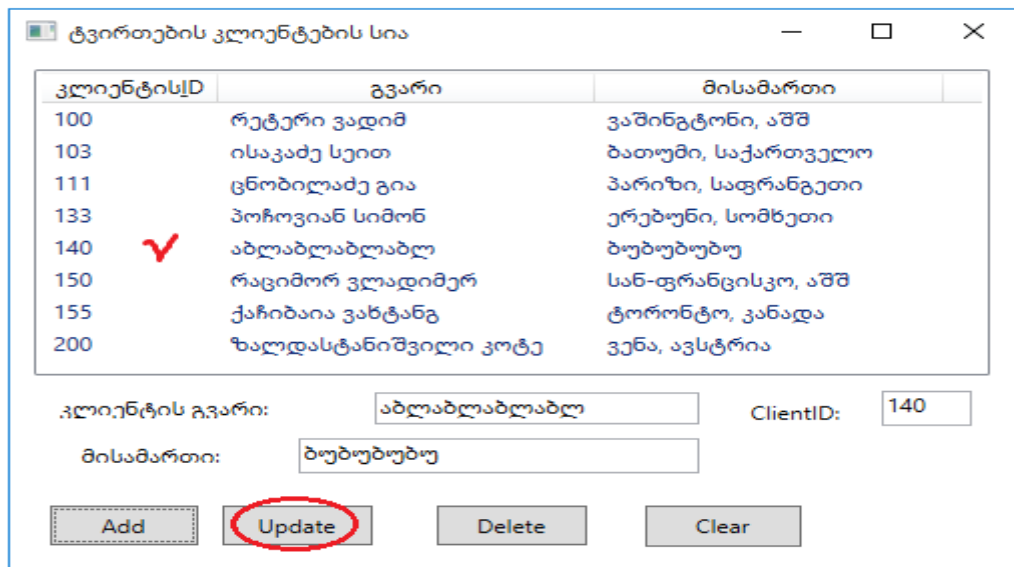
შენიშვნა: SqlConnection სტრიქონით ხდება MultiModalTrasport მონაცემთა ბაზასთან ავტომატური დაკავშირება, ხოლო SqlCommand –ით ხორციელდება Insert ოპერაციის შესრულება. აქ ShowData() მეთოდია, რომელიც უზრუნველყოფს შედეგების ასახვას ინტერფეისის ფორმაზე; მისი შესაბამისი C#-პროგრამის კოდი ნაჩვენებია მე-3 ლისტინგში.

```
//--- listingi_3 --- ShowData() ----
public void ShowData()
{
    SqlConnection con = new SqlConnection(@"Data Source=GTU-205a-09;
        Initial Catalog=MultiModalTrasport; Integrated Security=True");
    con.Open();
    SqlCommand comm = new SqlCommand("Select ClientID, Name, Adress
        from Client", con);

    DataTable dt = new DataTable();
    SqlDataAdapter da = new SqlDataAdapter(comm);
    da.Fill(dt);
    listView1.DataContext = dt.DefaultView;
}

```

მონაცემთა ბაზაში საჭიროა შეიცვალოს ინფორმაცია, შეცდომაა 140-კლიენტის ჩანაწერში (ნახ.66-ა). საჭიროა Update ლილაკის დაპროგრამება, რომლის ტექსტი მე-4 ლისტინგშია მოცემული.



ნახ.66-ა. მონაცემების შეცვლა – ბაზის განახლება (Update ლილაკით)

```
//--- listingi_4 --- Update -----
private void btnUpdate_Click(object sender, RoutedEventArgs e)
{
    if (listView1.SelectedItems.Count > 0)
    {
        DataRowView drv = (DataRowView)listView1.SelectedItem;
    }
}

```

```

string id = drv.Row[0].ToString();
SqlConnection con = new SqlConnection(@"Data Source=GTU-205a-09;Initial
    Catalog=MultiModalTrasport;Integrated Security=True");
con.Open();
SqlCommand comm = new SqlCommand("update Client set
    Name=@Name,Adress=@Adress where ClientID=@ClientID", con);
comm.Parameters.AddWithValue("@ClientID", id);
comm.Parameters.AddWithValue("@Name", textBox1.Text);
comm.Parameters.AddWithValue("@Adress", textBox2.Text);
comm.ExecuteNonQuery();
con.Close();
ShowData();
}
}

```

შედეგად მივიღებთ 66-ბ ნახაზზე მოცემულ სიტუაციას, ბაზაში 140-ე კლიენტის გვარი და მისამართი განახლებულია.

დავუშვათ ახლა, რომ გვჭირდება კლიენტის მონაცემების წაშლა, რომლის გვარია „დუნდუა“. უნდა მოვნიშნოთ ეს სტრიქონი (ნახ.67).

ამჯერად უნდა დაპროგრამირდეს Delete ღილაკი. კოდის ტექსტი მოცემულია მე-5 ლისტინგში.

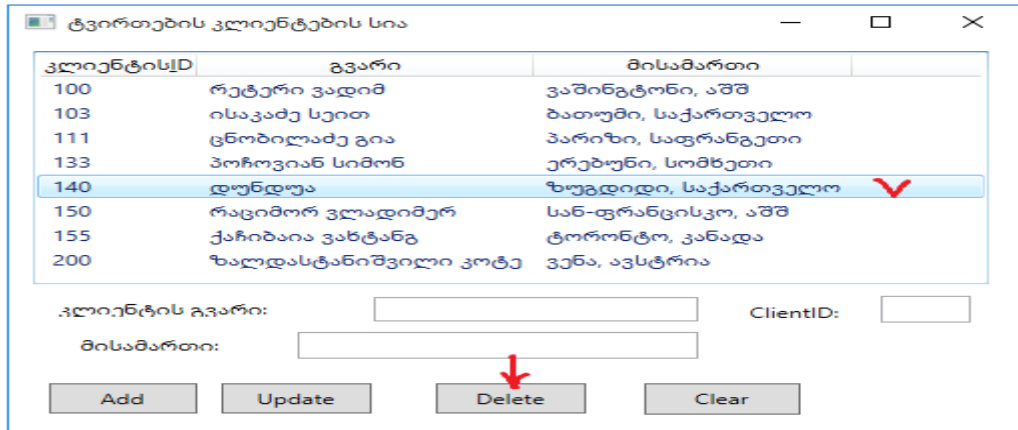
| კლიენტისID | გვარი | მისამართი |
|------------|----------------------|---------------------|
| 100 | რეტერი ვადიმ | ვაშინგტონი, აშშ |
| 103 | ისაკაძე სეით | ბათუმი, საქართველო |
| 111 | ცნობილაძე გია | პარიზი, საფრანგეთი |
| 133 | პოჩოვიან სიმონ | ერებუნი, სომხეთი |
| 140 | დუნდუა | ზუგდიდი, საქართველო |
| 150 | რაციმორ ვლადიმერ | სან-ფრანცისკო, აშშ |
| 155 | ქაჩიბაია ვანტანგ | ტორონტო, კანადა |
| 200 | ზალდასტანიშვილი კოტე | ვენა, ავსტრია |

კლიენტის გვარი: ClientID:

მისამართი:

Buttons: Add, Update, Delete, Clear

ნახ.66-ბ. მონაცემები შეიცვალა ბაზაში ჩაწერით



ნახ.67. წასაშლელად მომზადებული სტრიქონი

```
//-listingi_5 ---Delete -----
```

```
private void btnDelete_Click(object sender, RoutedEventArgs e)
{
    if (listView1.SelectedItems.Count > 0)
    {
        DataRowView drv = (DataRowView)listView1.SelectedItem;
        string id = drv.Row[0].ToString();
        SqlConnection con = new SqlConnection(@"Data Source=
            GTU-205a-09;Initial Catalog=MultiModalTrasport; Integrated
            Security=True");
        con.Open();
        SqlCommand comm = new SqlCommand("delete from Client where
            ClientID=@ClientID", con);
        comm.Parameters.AddWithValue("@ClientID", id);
        comm.ExecuteNonQuery();
        ShowData();
    }
}
```

ახალი მონაცემების შეტანის დროს Add ღილაკის ამოქმედების შემდეგ თუ ტექსტბოქსებში დარჩა უკვე შეტანილი მონაცემები, მაშინ ისინი უნდა გასუფთავდეს, გამზადდეს ახალი მონაცემების შესატანად. ამის ფუნქციას ასრულებს Clear ღილაკი, რომლის კოდის ტექსტი მოცემულია მე-6 ლისტინგში.

```
//-- listingi_6 --- Clear -----
```

```
private void btnClear_Click(object sender, RoutedEventArgs e)
{
    textBox1.Text = "";
    textBox2.Text = "";
    textBox3.Text = "";
}
```

5.2. სერვის-ორიენტირებული არქიტექტურის პროგრამული კომპონენტების დამუშავება მულტიმოდალური გადაზიდვების ავტომატიზებული სისტემისათვის

მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნესპროცესების მართვის ავტომატიზებული სისტემა მიეკუთვნება საერთაშორისო კანონმდებლობაზე დაფუძნებულ, დიდი და რთული სისტემების კლასს. მისი ობიექტ-ორიენტირებული ანალიზისა და დაპროექტების ტექნოლოგიების გამოყენების საფუძველზე ჩატარებულმა კვლევებმა გვიჩვენა, რომ აუცილებელია ასეთი სისტემების ბიზნესპროცესების ერთიანი განაწილებული მართვის საინფორმაციო სისტემის აგება, კერძოდ სერვის-ორიენტირებული ინფრასტრუქტურისა და მისი შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფის შემუშავება და რეალიზაცია [26,27, 35,36,50,56].

სისტემის რეალიზაციისათვის დამახასიათებელია მრავალფეროვანი ტექნიკურ-ტექნოლოგიური რესურსების ინფრასტრუქტურის არსებობა და ორგანიზაციული, სამართლებრივი, ფინანსური და საკადრო უზრუნველყოფათა მხარდაჭერა (თ.2. ნახ.10).

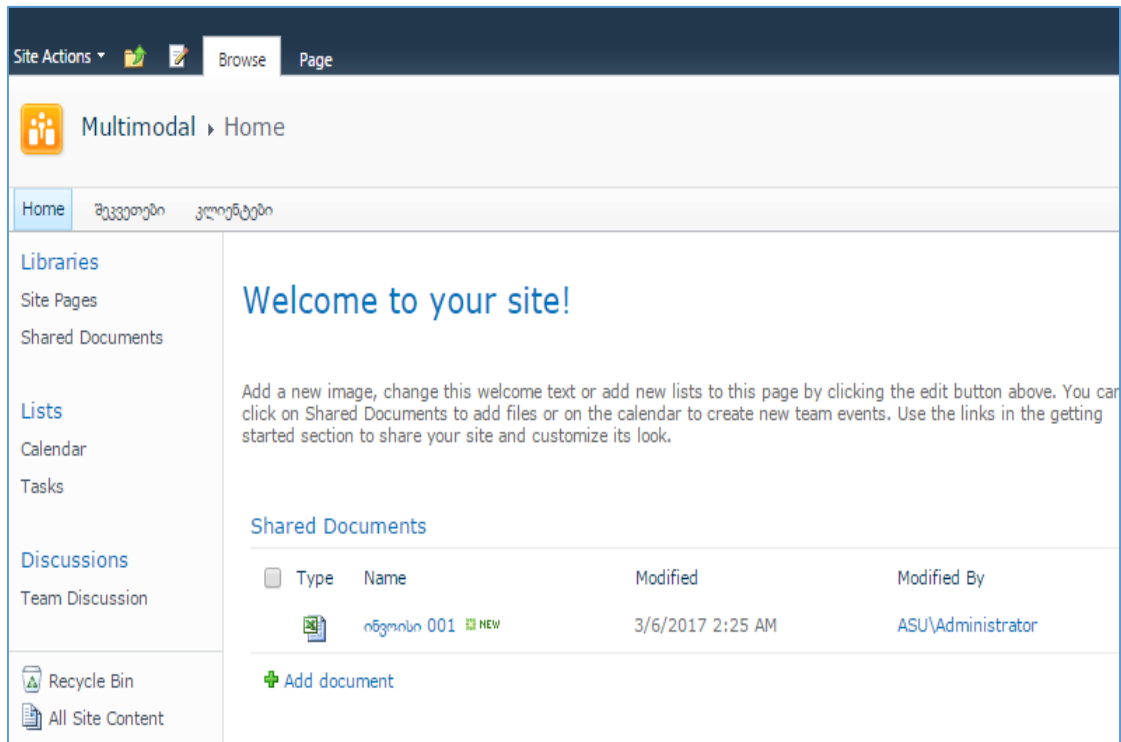
UML მეთოდოლოგიის ნოტაციით, კერძოდ, კომპონენტების დიაგრამის (Component-D) მიხედვით, სისტემის დამუშავების ეს ეტაპი ეხება პროგრამისტ-დეველოპერების საქმიანობას. ანუ ხდება ფუნქციური ამოცანების პროგრამული მოდულების, მომხმარებელთა ინტერფეისების და მონაცემთა ბაზების პროგრამული რეალიზაცია, მათი გამართვა, ტესტირება და დასაწერად მომზადება, შესაბამისი პროგრამული პაკეტების ვერსიებითა და დოკუმენტაციით. მომდევნო ქვეპარაგრაფებში მოცემულია ამ საკითხების დეტალური განხილვა.

5.2.1. მონაცემებთან წვდომის მექანიზმი გეგრაფიულად დაშორებული მომხმარებლისთვის

ტერიტორიულად დაშორებული კომპანიებისათვის მეტად აქტუალურია ინფორმაციის დროლად წარმოდგენა, დოკუმენტებთან ერთობლივი წვდომის უზრუნველყოფა და გადაწყვეტილებების

დაუყონებლივ მიღება. ამ ამოცანების მიღწევა შესაძლებელია Microsoft SharePoint Server-პლატფორმის ბაზაზე, რომელიც განკუთვნილია კორპორაციაში თანამშრომლების ერთობლივი მუშაობისათვის, სადაც აქცენტი გამახვილებულია ე.წ. „ღრუბლოვან სერვისებზე“ და მობილობაზე [57].

68-ე ნახაზზე მოცულია SharePoint Server-ზე დაპროექტებული საიტი, სადაც ცალკე გვერდებად არის წარმოდგენილი შეკვეთები და კლიენტები.

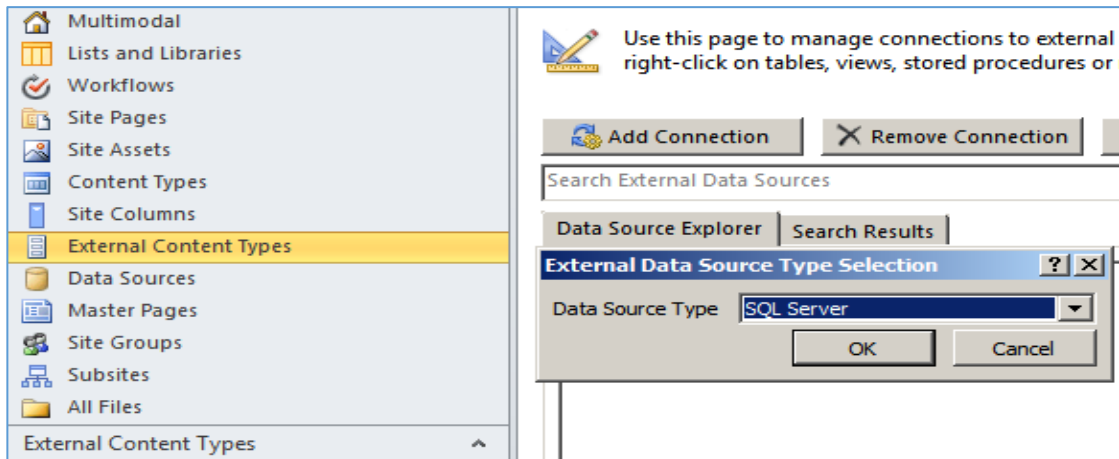


ნახ.68. კორპორაციული საიტის გვერდი

SQL Server-ზე დაპროექტებული მონაცემთა ბაზის დაკავშირება SharePoint Server-თან შესაძლებელია SharePoint Designer-ის გამოყენებით.

ეს საშუალებას გვაძლევს დაშორებული კომპიუტერიდან ან მობილური მოწყობილობიდან (მობილური ტელეფონი, სმარტფონი, პლანშეტი) მივმართოთ სათაო ოფისში განთავსებულ სერვერს და შევიტანოთ SharePoint Server-ის ცხრილებში მონაცემები.

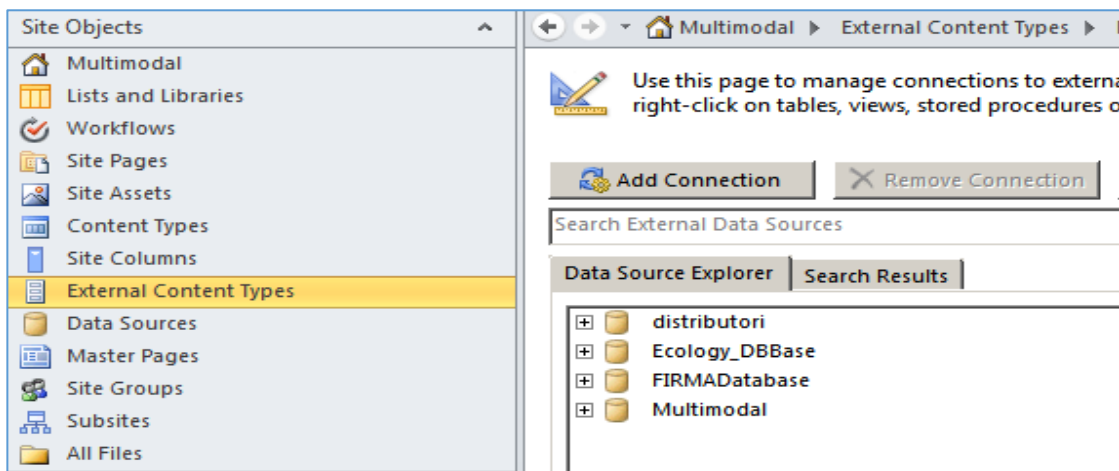
გავხნათ საიტი SharePoint Designer-ის საშუალებით ავირჩიოთ [Click here to discover external data sources and define operations](#) ლინკი. შემდეგ ბიჯზე ავირჩიოთ External Content Type ბრძანება. 69-ე ნახაზზე მოცემულია SQL Server-ის არჩევა ეკრანზე მიღებული დილოგური ფანჯრიდან.



ნახ.69. SQL Server-ის არჩევა

შემდეგ ეტაპზე საჭიროა მივუთითოდ სერვერის სახელწოდება და იმ მონაცემთა ბაზის დასახელება, რომელთანაც ვაპირებთ დაკავშირებას და მონაცემების შეტანას.

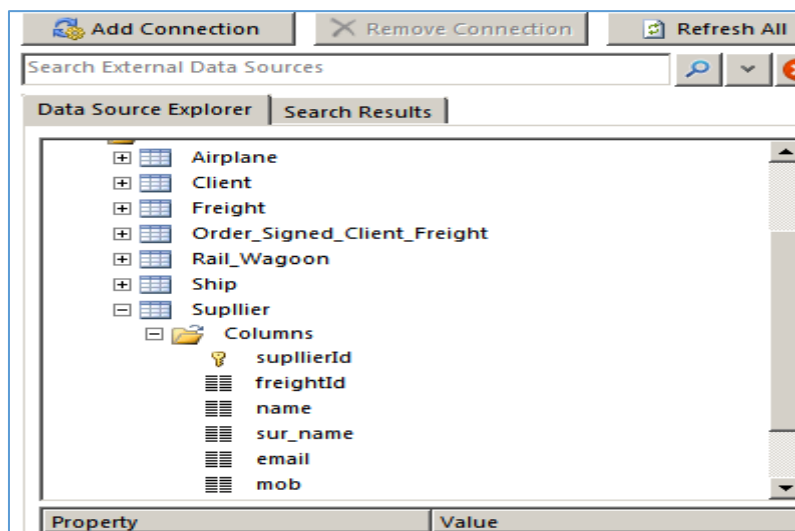
თუ კავშირი დამყარებულია, Data Source Explorer-ის ფანჯარაში გამოჩნდება ჩვენს მიერ არჩეული მონაცემთა ბაზის სახელი. 70-ე ნახაზზე მოცემულია Data Source Explorer-ში ასახული Multimodal ბაზა.



ნახ.70. SQL Server-ის მონაცემთა ბაზასთან დაკავშირება

ავირჩიოთ ცხრილი რომელთანაც ვაპირებთ მუშაობას, მაგალითად Suppliers, და მისი კონტექსტური მენიუდან ავიჩიოთ Create All Operations ბრძანება.

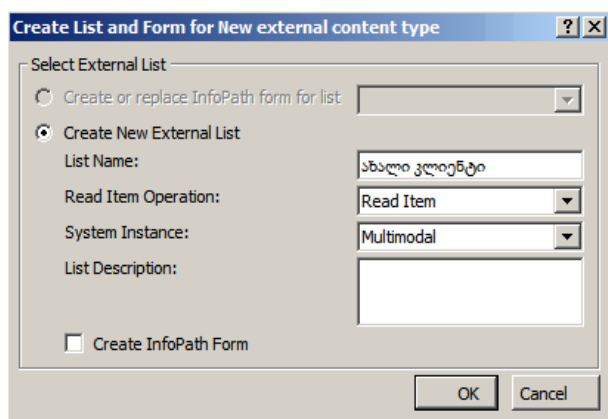
71-ე ნახაზზე მონიშნულია ის ველები, რომლების გვინდა რომ ჩანდეს ვებ-გვერდზე. External Content Type-ის საშუალებით შესაძლებელი იქნება მონაცემების შექმნა, წაკითხვა, განახლება და წაშლა.



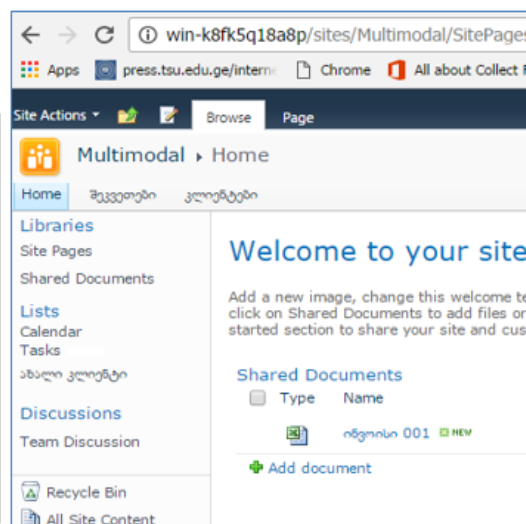
ნახ.71. ველის არჩევა

72-ე ნახაზზე ნაჩვენებია გარე სიის შექმნის პროცესი, რომელიც უკვე დაკავშირებულია მონაცემთა ბაზასთან. დავხუროთ Sharepoint Designer-ის ფანჯარა. გავააქტიუროთ კოპრორაციული საიტი, რომელზეც უკვე ჩამატებულია გარე სია - „ახალი კლიენტი“.

73-ე ნახაზზე წარმოდგენილია საიტი, სადაც ასახულია ახლად ჩამატებული გარე სია.



ნახ.72. ახალი სიის შექმნა



ნახ.73. ვებ-გვერდზე ასახული სია

შემდეგ ეტაპზე, საჭიროა Business Connectivity Services კონფიგურირება.

Business Connectivity Services - არის MsSharePoint-ისა და MsOffice-ის ცენტრალიზებული ინფრასტრუქტურა, რომელიც მონაცემებთან მუშაობის

ინტეგრირებულ გადაწყვეტილებებს უზრუნველყოფს. Business Connectivity Services საშუალებას გვაძლევს გამოვიყენოთ MsSharePoint-ის პლატფორმაზე ისეთ მონაცემები, რომლებიც განთავსებულია MsSharePoint-ის გარეთ. ჩვენ შემთხვევაში ეს მონაცემები განთავსებულია MsSQL Server-ზე და მათი გამოტანა SharePoint-ის საიტზე მოხდება Business Connectivity Services-ის საშუალებით.

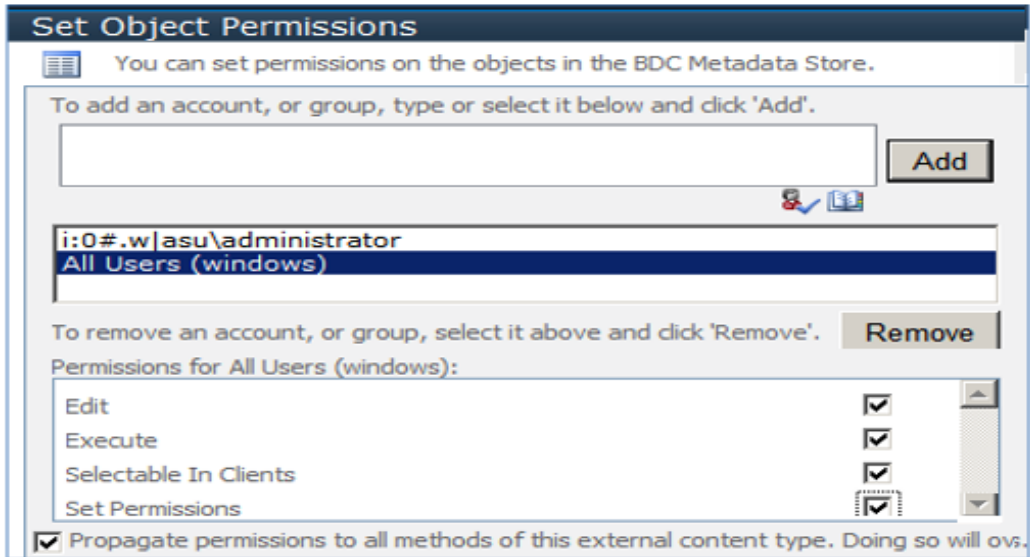
ავირჩიოთ ბრძანება Central Administration → Application Management → Manage Service Applications → Manage the BCS Service Application.

74-ე ნახაზზე წარმოდგენილი გარე სიის კონტექსტური მენიუდან ავირჩიოთ Set Permissions ბრძანება. თითოეული გარე სისტემის ცალ-ცალკე ხდება მომხმარებელთა უფლებების განსაზღვრა. შესაბამისად, ეს სერვისი უზრუნველყოფს მომხმარებელთა უფლებების გამიჯვნას მონაცემებთან წვდომის დროს.

| <input type="checkbox"/> | Name ↑ | Display Name | Namespace | Version | External Sy. |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---|---------|--------------|
| <input type="checkbox"/> | New external content type | New external content type | http://win-k8fk5q18a8p/sites/firm | 1.0.0.0 | FIRMAData |
| <input type="checkbox"/> | New external content type | New external content type | http://win-k8fk5q18a8p:11600/ecology/sakontrolo | 1.0.0.0 | Ecology_DB |
| <input type="checkbox"/> | New external content type | New external content type | http://win-k8fk5q18a8p:11600/distribucia | 1.0.0.0 | distributori |
| <input type="checkbox"/> | New external content type | New external content type | http://win-k8fk5q18a8p/sites/multimodal | 1.0.0.0 | Multimodal |

ნახ.74. გარე სიასთან მიმართვის უფლებების განსაზღვრა

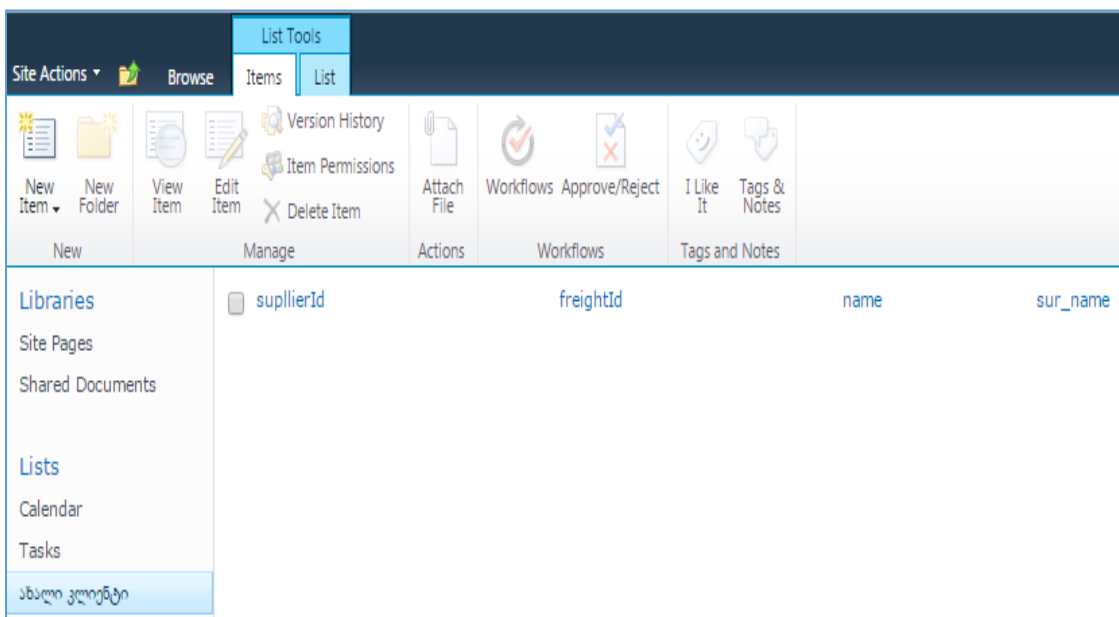
ჩავამატოთ ის მომხმარებლები, ვისაც ვაძლევთ გარე სიასთან - „ახალი კლიენტი“ წვდომის უფლებას. 75-ე ნახაზზე გამოსახულია Set Object Permissions ფანჯარა, რომელიც განსაზღვრავს უფლებებს.



ნახ.75. მიმართვის უფლებების მინიჭება

5.2.2. მონაცემთა მანიპულირება მობილური ტექნიკის გამოყენებით

ტერიტორიულად დაშორებული კომპიუტერიდან ან მობილური მოწყობილობიდან ახალი ჩანაწერის ჩასამატებლად, საკმარისია რომელიმე ინტერნეტ ბრაუზერის გააქტიურება, ვებ-მისამართის მითითება და ეკრანზე გამოსულ ვებ-გვერდზე გარე სიის - „ახალი კლიენტი“ არჩევა. ეკრანზე მიიღება 76-ე ნახაზზე წარმოდგენილი ფანჯარა, სადაც ვებ-გვერდზე უკვე ასახულია Supplier ცხრილის ველები.



ნახ.76. ვებ-გვერდზე ასახული ცხრილი

ახალი კლიენტის ჩასამატებლად საჭიორა New Item ბრზანების არჩევა. ფორმაზე წარმოდგენილი ველების შევსების შემდეგ აუცილებელია ამ ინფორმაციის დამახსოვრება (ნახ.77).

| Field | Value |
|-------------|------------------------|
| freightId * | |
| name | გიორგი |
| sur_name | სურგულაძე |
| email | g_surguladze@gmail.com |
| mob | 599999999 |

ნახ.77. ახალი კლიენტის დამატების ფორმა

ნახაზზე მოცემული ფორმის შევსების შემდეგ, მონაცემები ავტომატურად აისახება SQL Server-ის Client ცხრილში.

5.5. მეხუთე თავის დასკვნა

დამუშავებული სისტემა საშუალებას აძლევს კორპორაციის თანამშრომლებს გააერთიანონ ტერიტორიულად დაშორებულ ფილიალებში მყოფი თანამშრომლები ერთ სივრცეში ერთიანი ინფორმაციული პორტალის საშუალებით; ეფექტურად მართონ ინფორმაცია, მისი მთელი სასიცოცხლო ციკლის მანძილზე; სწრაფად მიიღონ გადაწყვეტილებები; ეფექტურად იმუშაონ დოკუმენტებთან სხვადასხვა მომხმარებლის ერთდროულად წვდომის ხარჯზე.

დასკვნა

სადისერტაციო თემის ფარგლებში ჩატარებული საპროექტო-კვლევითი სამუშაოების შედეგების საფუძველზე შესაძლებელია შემდეგი დასკვნების 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 მიმწოდებლის (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. წარმოდგენილია კორპორაციული სისტემის ინფრასტრუქტურა სერვის-ორიენტირებული არქიტექტურით. დაპროგრამების *ჰიბრიდული* ტექნოლოგიების (WPF, WF, WCF) გამოყენებით აგებულია მომხმარებელთა მოქნილი ინტერფეისები მონაცემთა დამუშავებისა და დისტანციურად გადაცემის სერვისებით *მობილური* ტექნოლოგიების ბაზაზე. შემოთავაზებულია მონაცემთა ბაზასთან მიმართვის ღრუბლოვანი სერვისები კორპორაციული ვებ-პორტალისათვის;

9. კორპორაციის ექსპედიტორების, გადამზიდავებისა და კლიენტების დისტანციური საკომუნიკაციო სისტემა რეალიზებულია MsSharePoint Server-ის, MsSharePoint Designer-ის, MsSQL Server-ის, Business Data Connectivity Service-ს და MsInfopath-ის დინამიკური ფორმების საშუალებით. სისტემა საშუალებას აძლევს კორპორაციის თანამშრომლებს გააერთიანონ ტერიტორიულად დაშორებულ ფილიალებში მყოფი თანამშრომლები ერთ სივრცეში ერთიანი ინფორმაციული პორტალის საშუალებით; ეფექტურად მართონ ინფორმაცია მისი მთელი სასიცოცხლო ციკლის მანძილზე; სწრაფად მიიღონ გადაწყვეტილებები; ეფექტურად იმუშაონ დოკუმენტებთან სხვადასხვა მომხმარებლის ერთდროულად წვდომის ხარჯზე.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Gbologah, Franklin Ekoue. Development of a multimodal port freight transportation model for estimating container throughput. Georgia Institute of Technology. 2010-07-08. <http://hdl.handle.net/1853/34817>
2. 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.46-50.
3. Coyle Brian, Langley C. John, Novack Robert A. Supply Chain Management: A Logistics Perspective. 9th Edition. Canada 736 p. https://books.google.ge/books/about/Supply_Chain_Management.html?id=sTTPtgAACAAJ&redir_esc=y
4. Murphy R., Wood F. Contemporary Logistics. 10th International Edition. <http://www.meraki-autoworks.com/contemporary-logistics-10th-edition.pdf>.
გადამოწმ. 10.05.2017
5. Kumar, S. and J. Hoffmann (2002) "Globalization: The Maritime Nexus", in C. Grammenos (ed) The Handbook of Maritime Economics and Business, London: Lloyd's, pp. 35-62.
6. D. Hilling and M. Browne. Ships, Ports and Bulk Freight Transport, in B. Hoyle and R.D. Knowles (eds), Modern Transport Geography, London: Wiley. 1998. pp. 241-263
7. ბოცვაძე ლ., ერაძე კ., ბოცვაძე ვ. ლოგისტიკური მენეჯმენტი და მოდელირება. სახელმძღვანელო, გამომც. „დიზაინპრინტ ექსპრესი“, თბილისი, 2011. - 798 გვ.
8. კოტლერი ფ. მარკეტინგის საფუძვლები. თარგ.ინგ. თბ., 1993.
9. Сток Дж.Р., Ламберт Д.М. Стратегическое управление логистикой. Пер. с 4-го изд. – М.: ИНФРА. 2005. – 797 с.
10. სურგულაძე გ., ქრისტესიაშვილი ხ., **სურგულაძე გიორგი**. საწარმოო რესურსების მენეჯმენტის ბიზნეს-პროცესების მოდელირება და კვლევა. მონოგრ., სტუ. თბ., 2015. -212 გვ.
11. Заика А. Основы разработки прикладных решений для 1С:Предприятие 8.1. INTUIT. –М., <http://www.intuit.ru/studies/courses/617/473/info>. გადამოწმ. 22.06.15.
12. ERP Implementation, compare ERP System, www.implement-erp.com;
უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 25.05.2015
13. სურგულაძე გ., ოხანაშვილი მ., **სურგულაძე გიორგი**. მარკეტინგის ბიზნეს-პროცესების უნიფიცირებული და იმიტაციური მოდელირება. მონოგრ., სტუ. თბ., 2009. -170 გვ.

14. ქრისტესიაშვილი ხ., **სურგულაძე გიორგი**. საწარმოო რესურსების მართვის ბიზნეს-პროცესების მოდელირება. VII საერთაშ. სამეცნ.-პრაქტიკული კონფ.: „ინტერნეტი და საზოგადოება“. აკ. წერეთლის სახ. უნივერსიტეტი., ქუთაისი, 2015. გვ. 118-121
15. Jensen K., Kristensen M.L., Wells L. Coloured Petri Nets and CPN Tools for Modelling and Validation of Concurrent Systems. University of Aarhus. Denmark. 2007.
16. სურგულაძე გ., გულუა დ. განაწილებული სისტემების ობიექტ-ორიენტირებული მოდელირება უნიფიცირებული პეტრის ქსელებით. სტუ. მონოგრ., 2005
17. CPN web-site. <http://cpntools.org/> გადამოწმ. 10.07.16
18. Караваев В.И., Караваева Е.Д. Управление рисками при организации мультимодальных перевозок. СПб.: изд-во СПГУВК (Гос.Унив. водных коммуникаций). 2012.
19. გოგიჩაიშვილი გ., **სურგულაძე გიორგი**, თოფურია ნ., სურგულაძე გაია. მულტიმოდალური გადაზიდვების მართვის ავტომატიზებული სისტემის აგება დაპროექტების CASE- და დაპროგრამების ჰიბრიდული ტექნოლოგიებით. სტუ-ს შრ.კრ. „მას“ N2(20), 2015. გვ.96-107.
20. Booch G., Jacobson I., Rumbaugh J. Unified Modeling Language for Object-Oriented Development. Rational Software Corporation, Santa Clara, 1996
21. გოგიჩაიშვილი გ., ბოლხი გ., სურგულაძე გ., პეტრიაშვილი ლ. მართვის ავტომატიზებული სისტემების ობიექტ-ორიენტირებული დაპროექტების და მოდელირების ინსტრუმენტები (MsVisio, WinPepsy, PetNet, CPN). სტუ. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. თბ. 2013. -232 გვ.
22. UML-Statechart Diagrams. http://www.tutorialspoint.com/uml/uml_statechart_diagram.htm.
23. Halpin T. ORM 2 Graphical Notation, Neumont University. 2005. http://www.orm.net/pdf/ORM2_TechReport1.pdf. 20.02.2017
24. ვედეკინდი ჰ., სურგულაძე გ., თოფურია ნ. განაწილებული ოფის-სისტემების მონაცემთა ბაზების დაპროექტება და რეალიზაცია UML-ტექნოლოგიით. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი. 2006.
25. Barker R. CASE Method: Entity Relationship Modelling. Reading, MA: Addison-Wesley Professional. ISBN 0-201-41696-4. 1990
26. Surguladze Gia, 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.

27. **სურგულაძე გიორგი**. მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნეს-პროცესების მართვის სისტემის ინფრასტრუქტურა და მისი იმიტაციური მოდელი. სტუ-ს შრ.კრ. „მას“ N2(20). 2015. გვ.108-123.
28. Surguladze G., Turkia E., Gulua D. Perfection of Object-Oriented Projecting with a Process-Oriented Approach. Int. Conf. "Educat, science and economics at univ.Integrat.to intern.educ.area". Płock, Poland, 2008.
29. კაშიბაძე მ. ორგანიზაციულ სისტემებში ინფორმაციული რესურსების მართვა. ISBN 978-9941-14-447-6. სტუ, „ტექ. უნივერსიტეტი“, თბ., 2009. -170 გვ.
30. Murphy, Jr. Paul R., Wood Donald F. (2011). Contemporary Logistics, 10th International Edition. Upper Saddle River, New Jersey. <http://www.floristbritain.com/contemporary/contemporary-logistics-10th-edition.pdf>
31. **გიორგი სურგულაძე**, ლ. პეტრიაშვილი, მ. ოხანაშვილი, მ. ბიტრაშვილი. უნიფიცირებული მოდელების აგება მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნესპროცესების მართვისათვის. სტუ-ს შრ.კრ. „მას“ N1(21). 2016. გვ.108-123.
32. Surguladze Gia, Petriashvili Lily, **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.
33. თურქია ე. ბიზნეს-პროექტების მართვის ტექნოლოგიური პროცესის ავტომატიზაცია. მონოგრ., სტუ. თბ.,2010. -311 გვ.
34. ფრანგიშვილი ა., თურქია ე. ბიზნეს-პროცესების მოდელირების თანამედროვე კონცეფციები: მეტამოდელირება, ინტეგრაცია, იმპლემენტაცია. სტუ შრ.კრ. მას N(11), 2011. გვ. 15-21.
35. თურქია ე., ბულია ი., გიუტაშვილი მ. ინტერკორპორაციული აპლიკაციების ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ინტეგრაციის მართვა სერვის-ორიენტირებული არქიტექტურის ბაზაზე. სტუ. შრ.კრ. “მას”-#1(12), 2012. გვ.
36. Krafzig D., Banke K., Slama D. Enterprise SOA: Service-Oriented Architecture Best Practices. Prentice Hall. 2004
37. Dan S. Kennedy. The Ultimate Marketing Plan: Find Your Hook. Communicate Your Message. Make Your Mark. 2006;
38. Surguladze G., Okhanashvili M., Kristesiashvili Kh. Modeling and analysis of business processes for enterprise management, შრ.კრ.მას. N1(14),2013, pp 84-88;
39. სურგულაძე გ., მაისურაძე გ., ქრისტესიასვილი ხ. ERP სისტემების დანერგვის პროცესი და მისი პრობლემები, შრ.კრ. მას. N 2(13), 2012, გვ.104-108;
40. www.bizagi.com www.bizagi.com www.bizagi.com Sumner M. Enterprise Resource Planning. 2004.
41. Brian J. Carroll. Lean Performance ERP Project Management: Implementing the Virtual Lean Enterprise. 2007.
42. ბოტჭე კ. (გერმანია), სურგულაძე გ., დოლიძე თ., შონია ო., **სურგულაძე გიორგი**. თანამედროვე პროგრამული პლატფორმები და ენები (WindowsNT, Unix, Linux, C++, Java, XML). ISBN 99940-14-11-0. სტუ. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. 2003. -250 გვ.
43. სურგულაძე გ. კორპორაციული მენეჯმენტის სისტემების Windows დეველოპმენტი: WPF ტექნოლოგია (ნაწ.1). სტუ, თბ. „IT კონსალტინგის ცენტრი“. 2014. -202 გვ.

44. სურგულაძე გ. კორპორაციული მენეჯმენტის სისტემების Windows დეველოპმენტი: Workflow ტექნოლოგია (ნაწ.2). სტუ, თბ. „IT კონსალტინგის ცენტრი“. 2015. -136 გვ.
45. სურგულაძე გ. კორპორაციული მენეჯმენტის სისტემების Windows დეველოპმენტი: WCF ტექნოლოგია (ნაწ.3). სტუ, თბ., „IT კონსალტინგის ცენტრი“. 2016. -154 გვ.
46. UML: Basics Principles and Background. <http://source-making.com/uml>. გადამოწმ. 10.02.17
47. Principles behind the Agile Manifesto. <http://agilemanifesto.org/principles.html>. გადამოწმ. 10.02.17
48. თურქია ე., გიუტაშვილი მ., **სურგულაძე გიორგი**. საბანკო სისტემების ინტერნეტული მომსახურება უახლესი საინფორმაციო ტექნოლოგიების საფუძველზე, სტუ-ს შრ.კრ. N1(451), „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბ., ე. 2004.
49. სურგულაძე გ., თოფურია ნ., **სურგულაძე გიორგი**. პროგრამული პლატფორმები (ოპერაციული სისტემები: Ms Windows, Unix, Linux). სტუ. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. 2005. 41 გვ. <http://www.gtu.edu.ge/katedrebi/kat94/pdf/2-OS-WinLin1-41.pdf>
50. გოგიჩაიშვილი გ., სურგულაძე გ., **სურგულაძე გიორგი**. ინტერნეტის Web-გვერდების დაპროექტებისა და აგების ტექნოლოგია თანამედროვე პროგრამულ სისტემებში. სტუ-ს შრ.კრ. N4(437), „ტექ. უნივ.“, თბ., 2001. 19-24 გვ.
51. 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.
52. 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.
53. თოფურია ნ., პეტრიაშვილი ლ., **სურგულაძე გიორგი**. ვებ-სერვისის რეალიზაცია მულტიმოდალური გადაზიდვების სისტემისათვის. VIII საერთაშ. სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფ. „ინტერნეტი და საზოგადოება“. აკ.წერეთლის სახ. სახელმწ. უნივერსიტეტი, ქუთაისი, 7-8 ივლისი 2017.
54. Kristesiashvili Kh., Surguladze Giorgi. Modeling and Analysis of Enterprise Resource Management Business Processes. Abst. 3th Int. Scien. Conf. „Computing/Informatics, Education Sciences, Teacher Education“. Batumi, Georgia, 2014. p.45.
55. **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.
56. 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.
57. 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.