

**სერვის-ორიენტირებული არქიტექტურის ინტეგრირაციული  
მეზ-აპლიკაციების ბიზნეს-პროცესების მოდელირება და კვლევა  
კმტრის ქსელებით**

გია სურგულაძე, ირაკლი ბულია, მარინა კაშიბაძე,

ირაკლი შურღაია

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

**რეზიუმე**

გადმოცემულია სერვის-ორიენტირებული არქიტექტურის კორპორაციათაშორისი ბიზნეს-პროცესების უნიფიცირებული მოდელირების საკითხები და მათი ასახვა სტოქასტური, დროითი პეტრის ქსელების გრაფებით მათი შემდგომი კვლევის მიზნით. შემოთავაზებულია მოდელის ტრანსფორმაციის ამოცანა BPMN -> Activity-D -> PetNet ინსტრუმენტების ბაზაზე. გამოკვლეულია სისტემაში ბიზნეს-პროცესების შესრულების დროითი მახასიათებლები, რაც იძლევა სწორი გადაწყვეტილების მიღების საფუძველს ორგანიზაციის სერვისული უზრუნველყოფის შემდგომი სრულყოფის მიზნით. ასეთი სისტემის იმპლემენტაციის მიზნით გათვალისწინებულია MsVisualStudio.NET გარემოში BizTalk პლატფორმის გამოყენება.

**საკვანძო სიტყვები:** კორპორაციული მენეჯმენტი. სერვის-ორიენტირებული არქიტექტურა. BPMN. UML. პეტრის ქსელი. მოდელირება. ანალიზი.

**1. შესავალი**

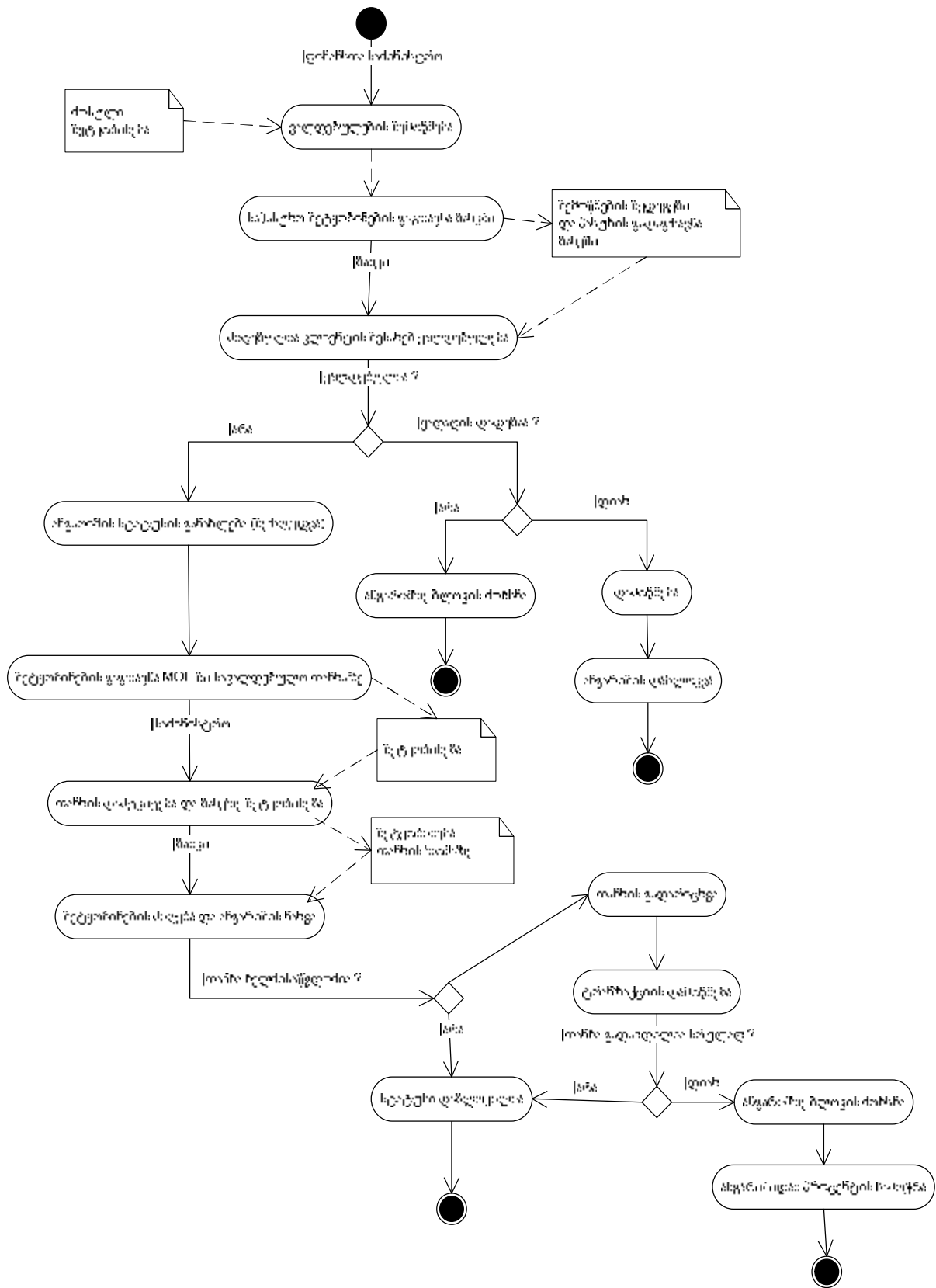
კორპორაციათაშორისი ინტეგრირებული სისტემებისა და კორპორაციული მენეჯმენტის კომპიუტერული სისტემების პროგრამული უზრუნველყოფის დასაპროექტებლად დიდი ყურადღება ექცევა დღეს ბიზნეს-პროცესების მოდელირების ნოტაციის (BPMN) და უნიფიცირებული ენის (UML) ტექნოლოგიების გამოყენებას [1,2]. განსაკუთრებით აქტუალურია სერვის-ორიენტირებულ არქიტექტურაზე (SOA) დაფუძნებული მართვის საინფორმაციო სისტემების აგება მათი ინტეგრაციის პრობლემების გათვალისწინებით [3,4]. ინტეგრაციის ამოცანების გადაწყვეტა შესაძლებელია სხვადასხვა სისტემების გამოყენებით. ეს სისტემები უზრუნველყოფს ორგანიზაციის სერვისული არხის (ESB), სერვის ორიენტირებულ არქიტექტურის (SOA), მონაცემთა ელექტრონული გაცვლის (EDI), ორკესტრაციის, პროცესების მართვის ინსტრუმენტების საშუალებით სერვისების ინტეგრაციას, ბიზნეს პროცესების დამუშავებას და ავტომატიზაციას (BPM), სერვისების, მონაცემების, პროგრამული უზრუნველყოფის დაკავშირებას. ასეთ სისტემებს შორის ჩვენი ყურადღება მახვილდება მაიკროსოფტის ფირმის BizTalk Server პლატფორმაზე, რომელიც MsVisual Studio.NET –ის გარემოში ფუნქციონირებს და პროგრამული რესურსების მენეჯმენტის მოქნილ საშუალებას გვთავაზობს [5].

წინამდებარე ნაშრომში შემოთავაზებულია ინტერკორპორაციული საინფორმაციო სისტემის სერვის-აპლიკაციების პროგრამული უზრუნველყოფის დაპროექტების და რეალიზაციის საკითხები შემოსავლების სამსახურსა და საფინანსო ბანკებს შორის სერვის-ორიენტირებული არქიტექტურის ბაზაზე. სერვისების განთავსება და მათი გამოყენება განხორციელდება BizTalk Server–ის საფუძველზე. ასეთი ქსელის მოდელირება და ანალიზი ჩატარდება პეტრის სტოქასტური ქსელების გამოყენებით [6-7].

**2. ძირითადი ნაწილი**

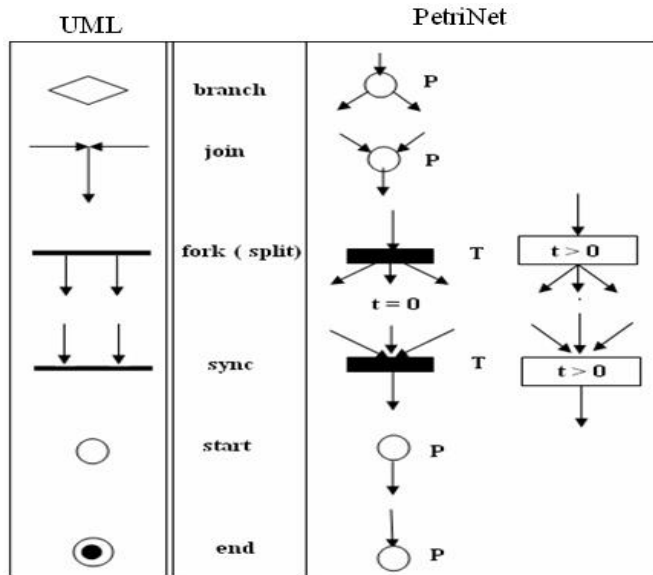
საპრობლემო სფეროს ობიექტ-ორიენტირებული, პროცეს-ორიენტირებული და სერვის ორიენტირებული ანალიზის და დაპროექტების მეთოდების საფუძველზე განიხილება განაწილებული კორპორაციული ობიექტების (მაგალითად, საფინანსო ბანკები, ფინანსთა სამინისტროს შემოსავლების სამსახური და ა.შ.) ბიზნეს-პროცესების ასახვის დიაგრამები უნიფიცირებული მოდელირების ენის (UML) გამოყენებით. კერძოდ [8, ნახ.1] ნაშრომში წარმოდგენილი BPMN

მოდელისათვის აგებულია UML-ის აქტიურობის დიაგრამა (ნახ.1) და მიმდევრობითობის დიაგრამა (ნახ.2).



ნახ.2. Activity-D: კლიენტის რეგისტრაცია და ინკასაცია (ვარიანტი-1)

არსებობს კიდევ ერთი პრობლემა, როგორცაა ჩვენ მიერ აღწერილი ბიზნეს-პროცესების აქტიურობის დიაგრამის (ნახ.2) ეფექტურობის შეფასების შესაძლებლობა. აქტიურობათა დიაგრამა დინამიკური პროცესის აღწერის მოდელია. სამწუხაროდ, მას არ გააჩნია რაოდენობრივი შეფასების



კრიტერიუმები და ინსტრუმენტი. თეორიაში ასეთი ამოცანები წყდება სისტემების იზომორფიზმზე დაყრდნობით, კერძოდ ისეთი მათემატიკური მოდელის საფუძველზე, როგორცაა პეტრის დროით-სტოქასტიკური ქსელები [7].

საჭიროა აქტიურობის დიაგრამის (ნახ.2) შესაბამისი პეტრის ქსელის გრაფის აგება, ანუ მოდელირება და შემდეგ ამ მოდელის დინამიკის ანალიზი დროით პარამეტრებში.

აქტიურობის დიაგრამაზე გამოიყენება გრაფიკული ელემენტები: საწყისი და საბოლოო კვანძები, ქმედება, შედგენილი-

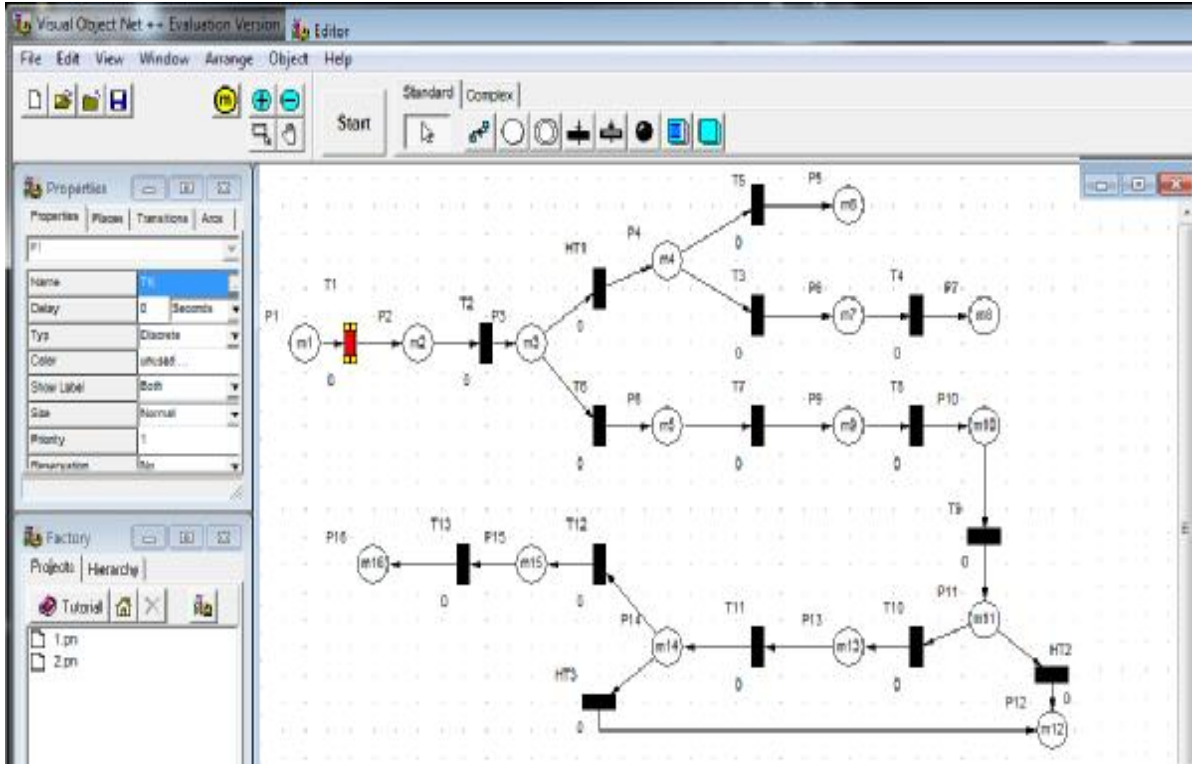
ქმედება (იერარქიულად ჩადგმული პროცესი), განშტოება, შეერთება და ა.შ.

ეს ელემენტები პეტრის ქსელებში მოდელირდება გრაფის პოზიციებით (Pi). დაყოფისა (fork, split) და გაერთიანების (join, sync) ელემენტები კი მოდელირდება პეტრის ქსელის გადასასვლელებით (Tj). მე-4 ნახაზზე ნაჩვენებია ეს იზომორფული ელემენტები.

პეტრის ქსელის პოზიციებზე, გადასასვლელებზე ან/და რკალებზე დროითი დაყოფების განსაზღვრას (მაგალითად, თითოეული ბიზნეს-პროცესის შესრულების დრო, მოთხოვნების მოსვლის ინტენსივობა და ა.შ.) დროითი პეტრის ქსელის ტიპი შემოაქვს, დაყოფების დროთა ალბათურ განაწილებას – სტოქასტიკური პეტრის ქსელის ტიპი [7]. ამასთანავე, პეტრის ქსელის გადასასვლელი შეიძლება იყოს ორი სახის: მყისიერად შესრულებადი (დროის დაყოფების გარეშე) და დაყოფებით (დროითი).

**ნახ.4. UML და PetriNet იზომორფული ელემენტები**

მე-5 ნახაზზე ილუსტრირებულია PetEdit პროგრამული პაკეტის გარემოში მე-2 ნახაზის აქტიურობის დიაგრამის ტრანსფორმაციის მაგალითი შესაბამისი პეტრის ქსელში. როგორც ნახაზიდან ჩანს, პეტრის ქსელის სქემაზე გაჩნდა დამატებითი ელემენტები: დამხმარე-პოზიცია (Help Position - HP) და დამხმარე-გადასასვლელი (Help Transition - HT) ისინი აუცილებელია სქემის შესაკრველად, როდესაც მოსაზღვრეა ორი პოზიცია ან ორი გადასასვლელი.

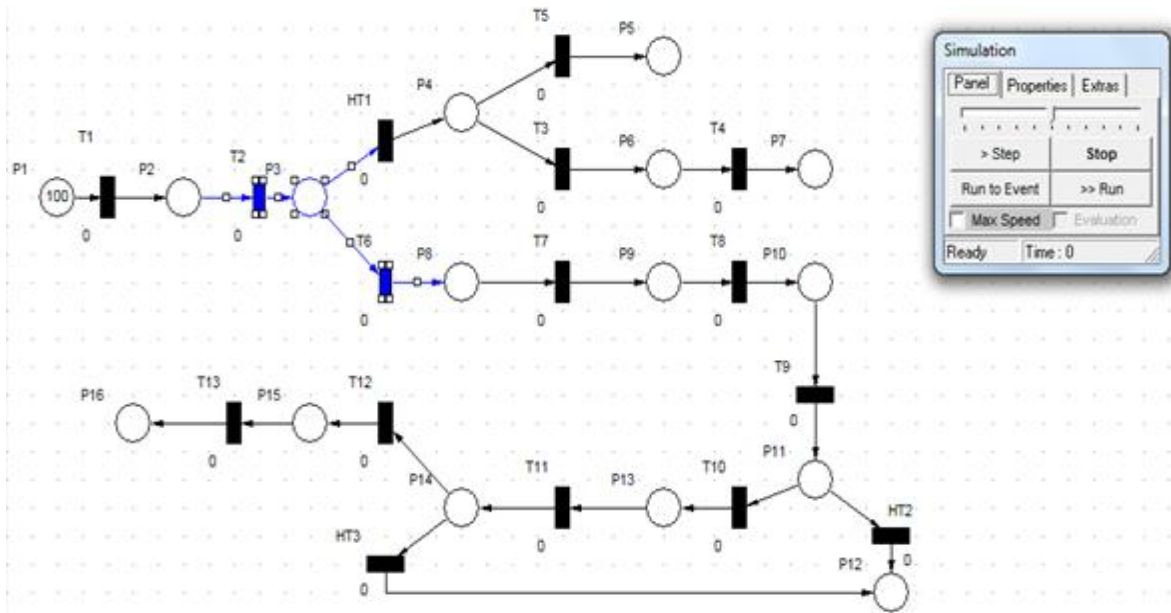


ნახ.5. პეტრის ქსელის გრაფის ფრაგმენტი PetEdit რედაქტორის გარემოში

ქვემოთ ცხრილებში მოცემულია პეტრის ქსელის პოზიციებისა (ცხრ.1) და გადასასვლელების (ცხრ.2) შინაარსობრივი მნიშვნელობები.

P_N	პოზიციის დანიშნულება	ცხრ.1
P1	MOF-ში შემოსულია მოთხოვნა ვალდებულებებზე	
P2	MOF -ში მიღებულია შემოწმების შედეგები	
P3	ბანკში მიღებულია კლიენტის შესახებ ვალდებულება	
P4	კლიენტისთვის მიღებულია მოთხოვნა "ყადალის" შესახებ	
P5	„ყადალა“ მოიხსნება ანუ კლიენტის ანგარიშზე ბლოკის მოხსნა	
P6	მოთხოვნა "ყადალის" დადებაზე დამოწმებულია	
P7	კლიენტის ანგარიში დაბლოკილია	
P8	MOF-ში შემოსულია კლიენტზე სავალდებულო თანხის მოთხოვნა	
P9	სავალდებულო თანხა დადგენილია	
P10	ბანკში შემოსულია სავალდებულო თანხის ზომა	
P11	ანგარიშზე თანხის რაოდენობა	
P12	"დაბლოკილი" ანგარიში	
P13	გადარიცხული თანხა	
P14	ანგარიშზე დარჩენილი თანხა	
P15	"ბლოკმოსხნილი" ანგარიში	
P16	კლიენტის საბოლოო ანგარიშის მდგომარეობა	

T_N	გადასასვლელის დანიშნულება	ცხრ.2
T1	კლიენტის ვალდებულების შემოწმება MOF-ში	
T2	შეტყობინების გადაგზავნა ბანკში კლიენტის შესახებ	
HT1	1-ელი დამხმარე გადასასვლელი, როცა არის მოთხოვნა "ყადალა"	
T3	ბანკში კლიენტისათვის "ყადალის" დამოწმება	
T4	კლიენტის ანგარიშის დაბლოკვა	
T5	კლიენტის ანგარიშზე ბლოკის მოხსნა	
T6	კლიენტის ანგარიშის სტატუსის განახლება (შეზღუდვა)	
T7	შეტყობინების გადაგზავნა MOF-ში სავალდებულო თანხაზე	



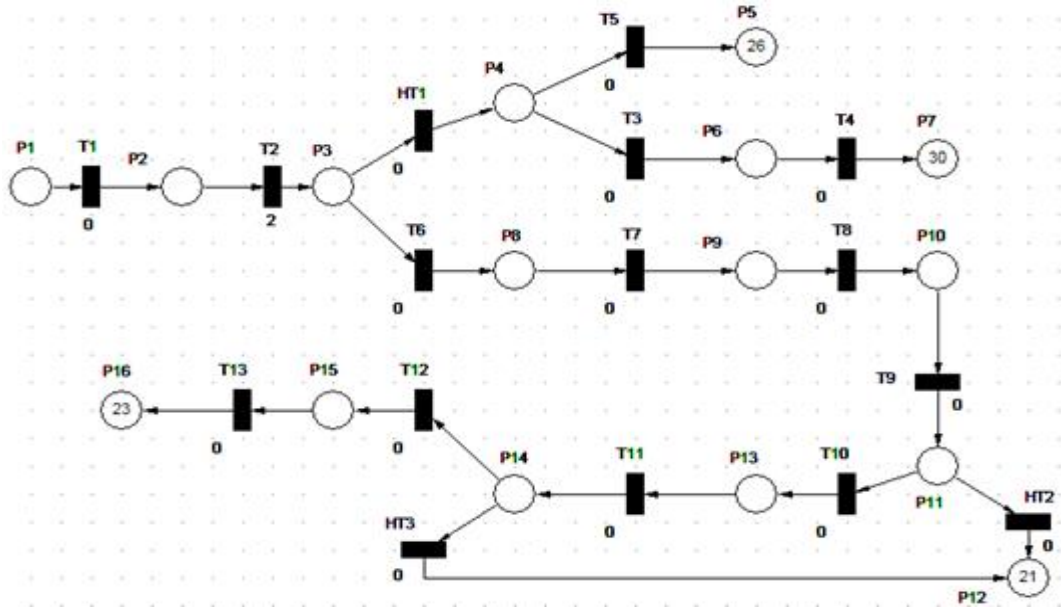
T8	MOF-ში თანხის დამტვიცება და ბანკზე შეტყობინება
T9	შეტყობინების მიღება და კლიენტის ანგარიშის ნახვა
HT2	მე-2 დამხმარე გადასასვლელი, როცა ანგარიშზე მოწმდება ხელმისაწვდომი თანხა
T10	თანხის გადარიცხვა
T11	ტრანზაქციის დამოწმება
T12	ანგარიშზე ბლოკის მოხსნა
HT3	მე-3 დამხმარე გადასასვლელი, როცა ანგარიშზე არაა სრული თანხა
T13	ანგარიშის პროცენტის ჩამოჭრა

ახლა ჩავატაროთ მიღებული პეტრის ქსელის გრაფის ანალიზი მისი იმიტაციური მოდელირების შესაძლებლობების ფარგლებში. მე-6,7 ნახაზებზე მოცემულია ქსელის საწყისი მდგომარეობა (100 მოთხოვნით შესასვლელზე) და საბოლოო მდგომარეობა (ყველა მოთხოვნა დამუშავდა).

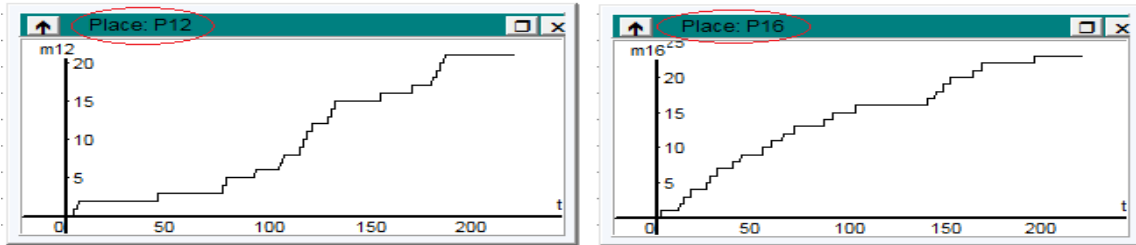
მოთხოვნის ტიპები, რომლებიც გამოიყენება საბანკო კორპორაციაში შემდეგია: კლიენტის ანგარიშის გახსნა, ანგარიშის დახურვა, კლიენტის სტატუსის შეცვლა, კლიენტის ტიპის შეცვლა, ინკასოს ბლოკის დადება/მოხსნა, ყადაღას დადება/მოხსნა, კლიენტის ანგარიშზე თანხის დადგენა, ინკასოს თანხის გადარიცხვა ბიუჯეტში და ა.შ.

სისტემაში შემოსული 100 მოთხოვნა პეტრის ქსელის გრაფში მოძრაობისას გადანაწილდა სტოქასტურად (P3, P4, P11 P14 კონფლიქტურ პოზიციებში) და საბოლოო შედეგში დაფიქსირდა: P5=26 (ყადაღა მოხსნილია 26 მოთხოვნაში), P7=30 (ანგარიში დაიბლოკა 30 შემთხვევაში), P12=21 („დაბლოკილი ანგარიშის“ დატოვება 21-ჯერ, როცა არასაკმარისი თანხაა ბლოკის მოსახსნელად), P16=23 (ანგარიშის საბოლოო მდგომარეობის ნახვა 23-ჯერ, %-ის ჩამოჭრის შემდეგ) და ა.შ. მე-8 ნახაზზე გამოტანილია საკონტროლო პოზიციების (P5, P7, P12 და P16) დროითი დიაგრამები, აკებული პეტრის ქსელის სიმულატორით.

ნახ.6. საწყისი მდგომარეობა (მონიშნულია P3-კონფლიქტური პოზიცია)

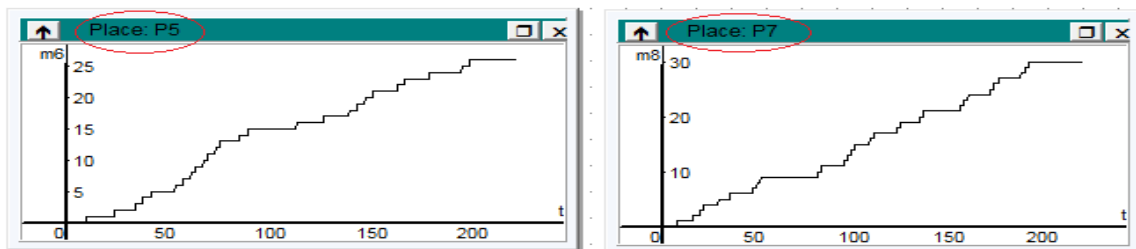


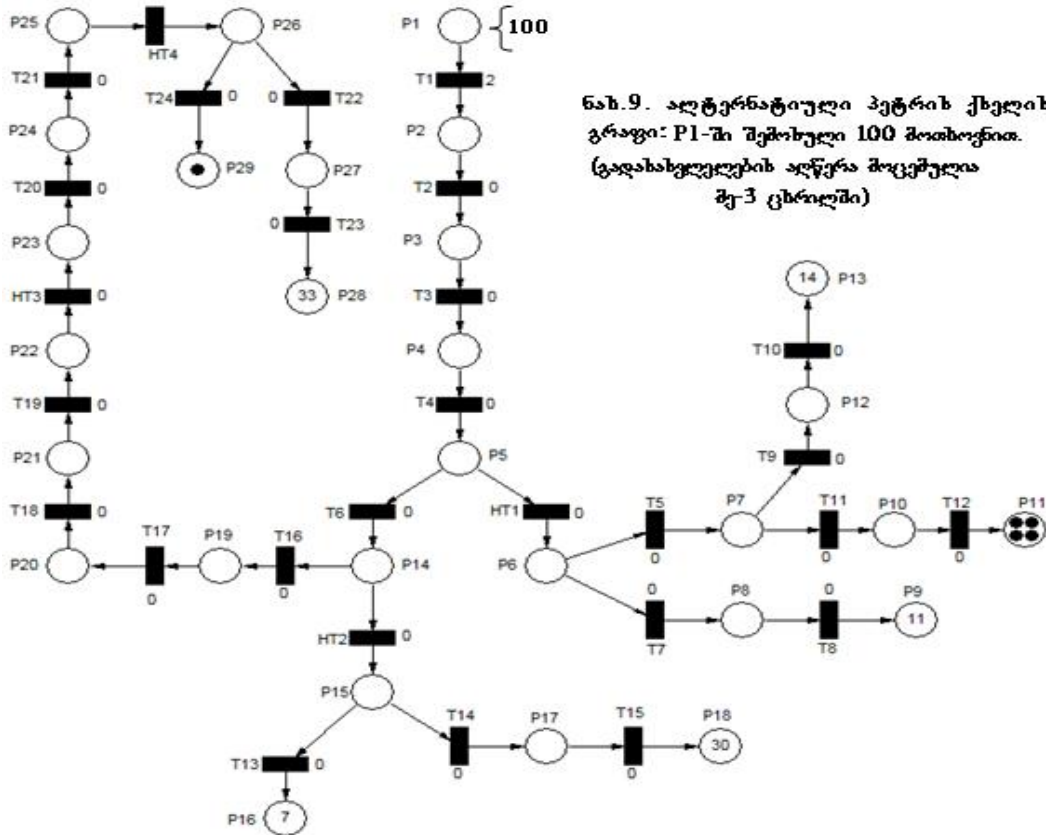
ნახ.7. საბოლოო მდგომარეობა



ნახ.8. P5, P7, P12 და P16 პოზიციების დროითი დიაგრამები

მე-9 ნახაზზე მოცემულია „კლიენტის რეგისტრაცია და ინკასაციის“ (ნახ.2) ალტერნატიული დაზუსტებული (გაფართოებული) აქტიურობის დიაგრამის (ნახ.10) პეტრის ქსელის გრაფი.



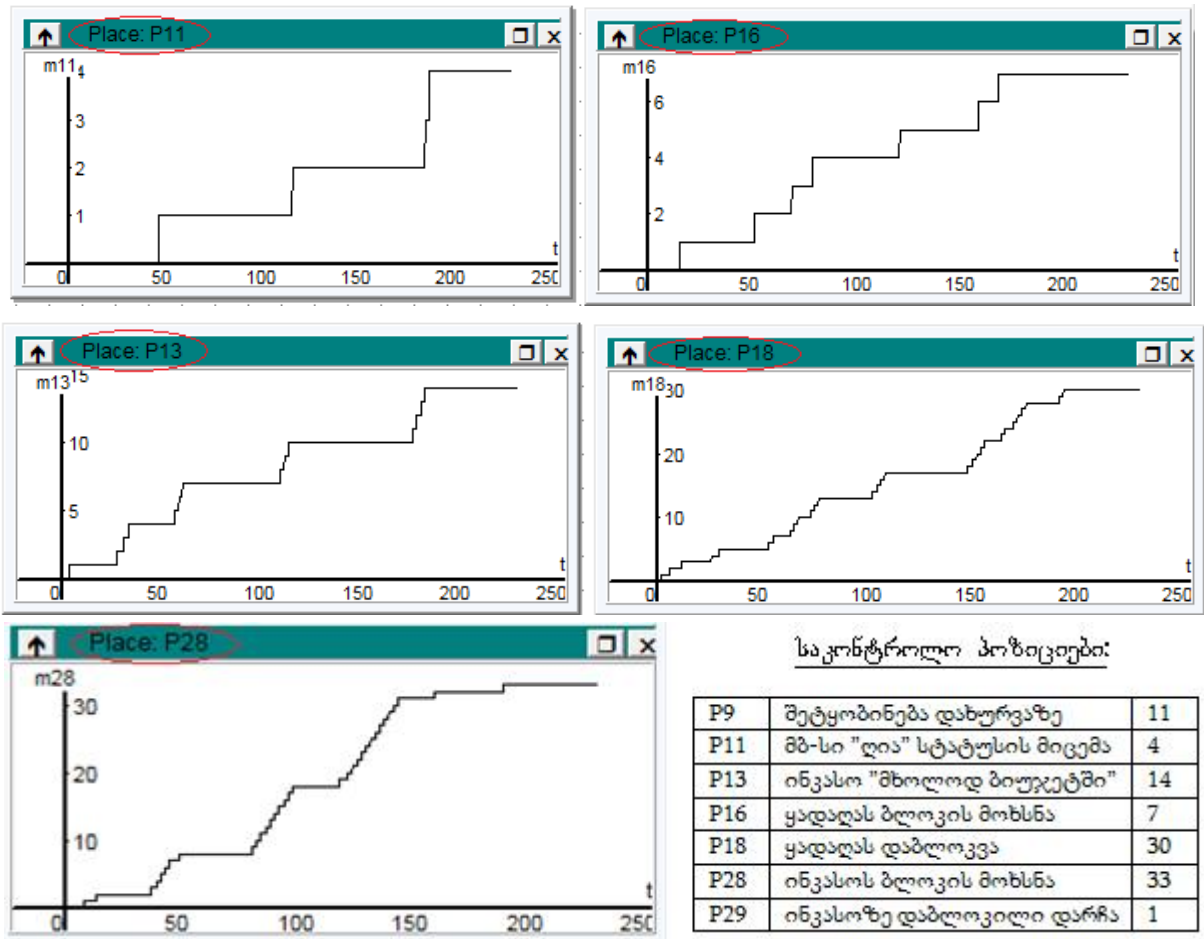


ნახ.9. ალტერნატიული პეტრის ქსელის გრაფი: P1-ში შემოსული 100 მოთხოვნით. (გადასახველების აღწერა მოცემულია მე-3 ცხრილში)

T_N	გადასახველის დანიშნულება	ცხრ.3
T1	მოთხოვნის ტიპის განსაზღვრა ბანკში	
T2	კლიენტის ვალდებულებების შემოწმება MOF-ში	
T3	შეტყობინების გადაგზავნა ბანკში კლიენტის შესახებ	
T4	მიღებულია კლიენტის შესახებ ვალდებულება ბანკში	
HT1	1-ელი დამხმარე გადასახველი, როცა არის მოთხოვნა "გახსნა/დახურვა"	
T5	ანგარიშის გახსნა	
T6	არის ინკასო ან ყადაღა	
T7	ანგარიშის დახურვა	
T8	MOF-ს ეგზავნება შეტყობინება დახურვის შესახებ	
T9	"მხოლოდ ბიუჯეტურში" სტატუსის მიცემა	
T10	მონაცემთა ბაზის შეზღუდული სტატუსის ცხრილში შენახვა	
T11	"ღია" სტატუსის მიცემა	
T12	მონაცემთა ბაზაში შენახვა "ღია" სტატუსით	
HT2	მე-2 დამხმარე გადასახველი, როცა არის მოთხოვნა "ყადაღა"	
T13	ანგარიშზე "ყადაღას" ბლოკის მოხსნა	
T14	ანგარიშზე "ყადაღას" ბლოკის დადების დამოწმება	
T15	ანგარიშის დაბლოკვა "ყადაღაზე"	
T16	კლიენტის ანგარიშის სტატუსის განახლება (შეზღუდვა)	
T17	შეტყობინების გადაგზავნა MOF-ში სავალდებულო თანხაზე	
T18	MOF-ში თანხის დამტკიცება და ბანკზე შეტყობინება	
T19	შეტყობინების მიღება და კლიენტის ანგარიშის ნახვა	
HT3	მე-3 დამხმარე გადასახველი, როცა ანგარიშზე არაა სრული თანხა	
T20	თანხის გადარიცხვა	
T21	ტრანზაქციის დამოწმება	
HT4	მე-4 დამხმარე გადასახველი, როცა მოწმდება თანხა გადახდილია თუ არა სრულად	
T22	კლიენტის ანგარიშზე ბლოკის მოხსნა, თანხა გადახდილია სრულად	
T23	ანგარიშიდან %-ის ჩამოჭრა	
T24	კლიენტის ანგარიში დაბლოკილია	







ნახ.11. დროითი დიაგრამები დაზუსტებული პეტრის ქსელისთვის (ცხრილში ასახულია მოთხოვნათა ტიპების მიხედვით სერვისების შესრულების შემთხვევითი განაწილება)

### 3. დასკვნა

კორპორაციული მართვის ბიზნეს-პროცესების მოდელირებისა და ანალიზისთვის ეფექტურად გამოიყენება სტოქასტურ-დროითი პეტრის ქსელები, როგორც დინამიკური პროცესების იმიტაციური მოდელირების ინსტრუმენტი. აგებული პეტრის ქსელის მოდელის ვარიანტების ანალიზის საფუძველზე შეგვიძლია გარკვეული დასკვნების გაკეთება ობიექტზე ბიზნეს-პროცესების ეკვივალენტურ აქტიურობათა დიაგრამების პროგრამული რეალიზაციის ეფექტიანობის შესახებ. აგრეთვე, პეტრის ქსელზე გადასასვლელთა (აქტიურობის დიაგრამაზე შესრულებადი პროცესების) დროითი პარამეტრების შერჩევით და „კონფლიქტური“ გადასასვლელების გარკვეული ლოგიკური პირობების შემოტანით. შესაძლებელი ხდება გასაანალიზებელი შედეგების ხარისხის ამაღლება და ცალკეული სერვის-პროცესების დროითი მაჩვენებლების ანალიზი.

#### ლიტერატურა:

1. Booch G., Jacobson I., Rumbaugh J. Unified Modeling Language for Object-Oriented Development. Rational Software Corporation, Santa Clara, 2006
2. თურქია ე. ბიზნეს-პროექტების მართვის ტექნოლოგიური პროცესების ავტომატიზაცია. სტუ. თბ., 2010.
3. ბულია ი. თანამედროვე სისტემებში ინტეგრაციის, მონაცემთა გადაცემის და დამუშავების ტექნოლოგიები. სტუ. შრ.კრ. „მას“-№2(11). 2011. გვ. 139-144.

4. Krafzig D., Banke K., Slama D. Enterprise SOA: Service-Oriented Architecture Best Practices. Prentice Hall. 2004
5. Loesgen B., Young C., Eliassen J., Colestock S., Kumar A. Microsoft BizTalk Server 2010.
6. სურგულაძე გ., კაშიბაძე მ. ორგანიზაციულ სისტემებში ინფორმაციული რესურსების მართვა. სტუ, თბ., 2009
7. სურგულაძე გ., გულუა დ. განაწილებული სისტემების ობიექტ-ორიენტირებული მოდელირება უნიფიცირებული პეტრის ქსელებით. მონოგრ., სტუ, თბ., 2006
8. თურქია ე., ბულია ი., გიუტაშვილი მ. ინტერკორპორაციული აპლიკაციების კორიზონტალური და ვერტიკალური ინტეგრაციის მართვა სერვის-ორიენტირებული არქიტექტურის ბაზაზე. სტუ. შრ.კრ. „მას“-№1(12), 2012

### **SIMULATION AND INVESTIGATION OF BUSINESS PROCESSES INTERCOMPANY WEB-APPLICATIONS WITH SERVICE-ORIENTED ARCHITECTURE BASED ON PETRI NETS**

Surguladze Gia, Bulia Irakli, Kashibadze M., Shurguia Irakli  
Georgian Technical University

#### **Summary**

The represented article discusses the questions of a unified modeling of inter-corporate business processes with service-oriented architecture and displays them in the time-stochastic Petri nets, with the aim of further research. The task of transformation models is proposed based on the tools BPMN -> Activity-D -> PetNet. The paper investigates the temporal characteristics of business process execution system that provides the basis for correct decision making to further improve the service providing organization. In order to implement such a system is used a BizTalk platform in the working environment of MsVisualStudio.NET.

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ МЕЖКОРПОРАТИВНЫХ ВЕБ-АПЛИКАЦИЙ С СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННОЙ АРХИТЕКТУРОЙ НА БАЗЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ**

Сургуладзе Г., Булия И., Кашибадзе М., Шургая И.  
Грузинский Технический Университет

#### **Резюме**

Излагаются вопросы унифицированного моделирования межкорпоративных бизнес-процессов с сервис-ориентированной архитектурой и их отображение во временно-стохастические сети Петри с целью их дальнейшего исследования. Задача преобразования моделей предлагается на базе инструментов BPMN -> Activity-D -> PetNet. Исследованы временные характеристики выполнения бизнес-процессов системы, что обеспечивает основу для правильного принятия решения с целью дальнейшего совершенствования сервисного обеспечения организации. Для реализации такой системы используется платформа BizTalk в рабочей среде MsVisualStudio.NET.