

განაწილებული სისტემების მოდელირება და ანალიზი რიგების თეორიის საფუძველზე WinPetsy ინსტრუმენტით

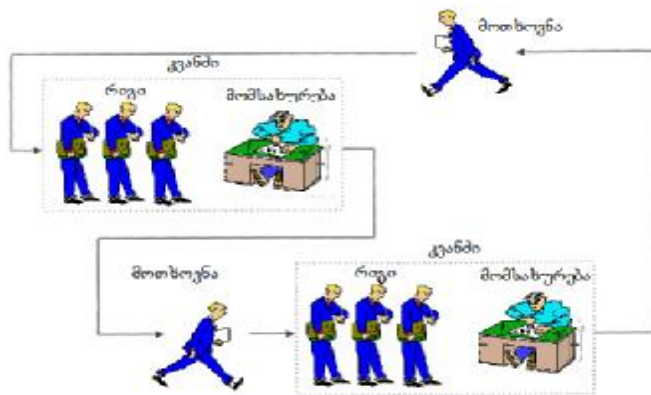
გია სურგულაძე, ლია პეტრიაშვილი, გიორგი მაისურაძე,
 მარინე ბიტარაშვილი, ციური ფხაკაძე
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
რეზიუმე

განიხილება განაწილებული სისტემების მოდელირებისა და ანალიზისთვის რიგების თეორიის და მისი ინსტრუმენტული საშუალებების გამოყენების საკითხები საინჟინრო ამოცანების გადასაწყვეტად. მოცემულია კომპიუტერულ ქსელებში რაოდენობრივი ანალიზის ჩასატარებლად სხვადასხვა ტიპის მათემატიკური მოდელების გამოკვლევა WinPetsy პროგრამული პაკეტის ბაზაზე.

საკვანძო სიტყვები: რიგების თეორია. კომპიუტერული ქსელი. მოდელირება. ანალიზი. WinPetsy.

1. შესავალი: რიგების ქსელი

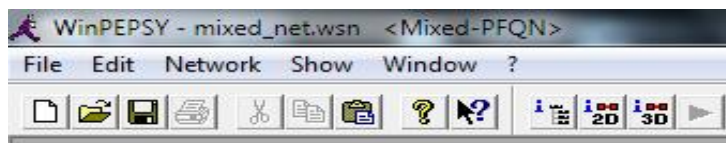
რიგების ქსელი შედგება ცალკეული რიგებისა და მომსახურე ობიექტებისგან. რიგი, რომელიც ელოდება მომსახურებას, შეიძლება წარმოვადგინოთ როგორც მომლოდინე სისტემა ან კვანძი. 1-ელ ნახაზზე მოცემულია რიგების ქსელი და რიგების სისტემა (კვანძი). გრაფში ღებება შეკვეთები, რომლებიც გადაეცემა კვანძიდან კვანძში. ყოველ კვანძს გააჩნია გარკვეული სტრატეგია, რომელიც აწესრიგებს თუ როგორი სახით უნდა დადგეს მოთხოვნა რიგში და როგორ უნდა მოხდეს მისი რედაქტირება [1].



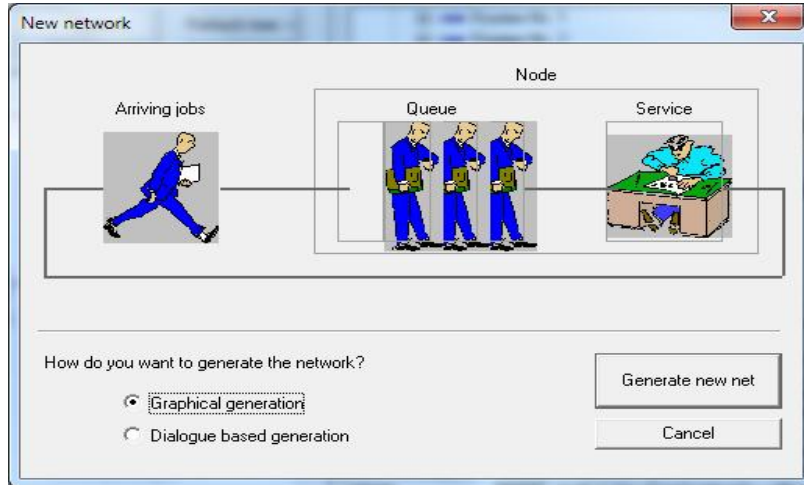
ნახ.1. რიგების ქსელის მოდელი

ღია კლასის ქსელური გრაფი შეიცავს საწყის და სასრულ მოთხოვნათა წყაროს. ამ შემთხვევაში მოთხოვნათა წყარო შეიძლება ვარგეულიროთ. ჩაკეტილი კლასის ქსელური გრაფი კი ვერცერთ ახალ მოთხოვნას ვერ მიიღებს ქსელში და აგრეთვე ვერცერთი მოთხოვნა ვერ დატოვებს რიგს. ქსელი მუდმივად ინარჩუნებს თანაბარ მოთხოვნათა რაოდენობას.

ახალი ქსელის შესაქმნელად WinPetsy რედაქტორში მთავარი მენიუდან (ნახ.2) ავირჩევთ File->New და მივიღებთ მე-3 ნახაზზე მოცემულ სქემას [2].

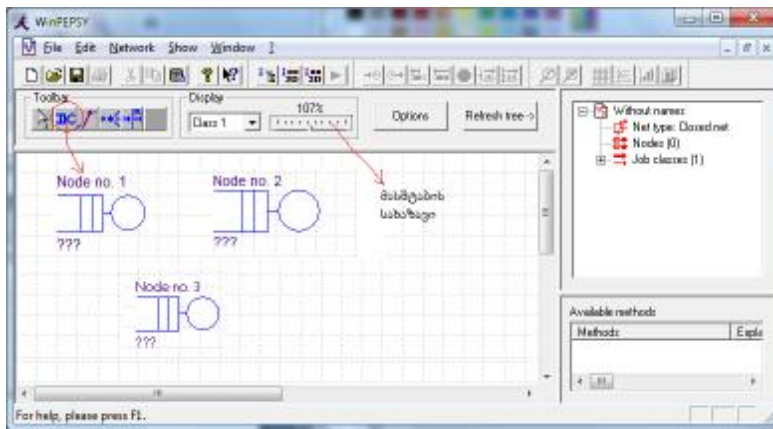


ნახ.2. WinPetsy რედაქტორის ინსტრუმენტების პანელი



ნახ.3. ახალი ქსელის შექმნა

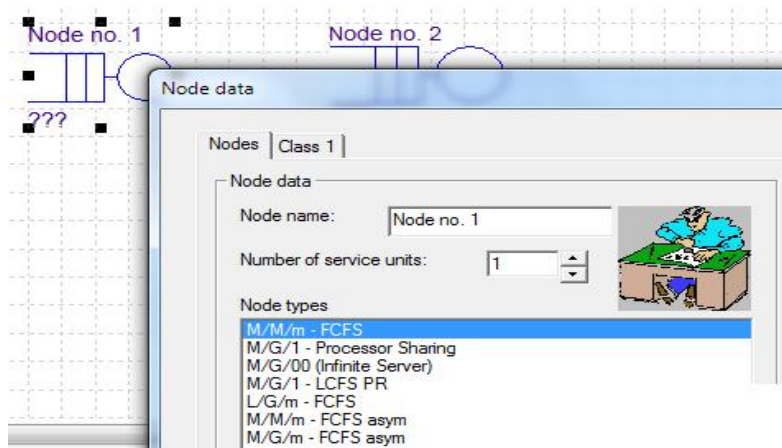
„გრაფიკული გენერაციის“ არჩევით ეკრანზე გამოვა მე-4 ნახაზზე ნაჩვენები გრაფიკული



რელაქტორის ფანჯარა. ვირჩევთ გრაფიკული მენიუდან მითითებულ სიმბოლოს („კვანძი“) და გადმოგვაქვს მუშა არეში (სამი კვანძი: $\Pi O 1-3$). მასშტაბის სახაზავით შეგვიძლია ვცვალოთ სქემის ზომები.

ნახ.4. ქსელის აგების პროცესის ფრაგმენტი

მნიშვნელოვანია კვანძის ტიპი აირჩევა, რომელიც მაუსის მარჯვენა ღილაკით ხდება (ნახ.5).



ნახ.5. კვანძის ტიპის (M/M/m) არჩევა

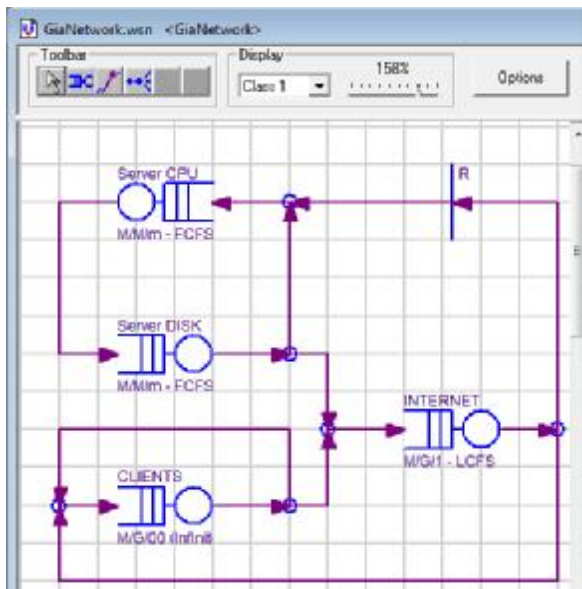
ქსელის გრაფიკულ რედაქტორს აქვს კომფორტული ინტერფეისი, რაც ხელსაყრელს ხდის მონაცემთა ინტერაქტიულ გრაფიკულ შეტანას. ეს პროცესი არსებითად მნიშვნელოვანია იმ მომხმარებელთათვის, რომელთაც აქვთ მხოლოდ მიახლოებითი წარმოდგენა გასაანალიზებელ ქსელზე და სურვილი აქვთ მასზე გარკვეული მანიპულირება მოახდინონ თვალსაჩინოდ. ყველაზე დიდი დადებითი მხარე, რომელიც გააჩნია ასეთ ქსელურ გრაფს არის ის, რომ იგი შედგება დუბლირებული საბაზო ქსელისგან, სადაც შესაძლებელია ქვექსელებიდან მოხდეს მონაცემთა გადაცემა, წაშლა ან შეცვლა. ამის შედეგად ციკლური ქსელური სტრუქტურა დიდი დანახარჯების გარეშე საშუალებას მოგვცემს კვანძების გადასასვლელები, ერთი კლასიდან მეორეში უკავშირდებოდეს ერთმანეთს და მონაწილეობა მიიღოს ქსელის საერთო მუშაობაში.

2. ძირითადი ნაწილი

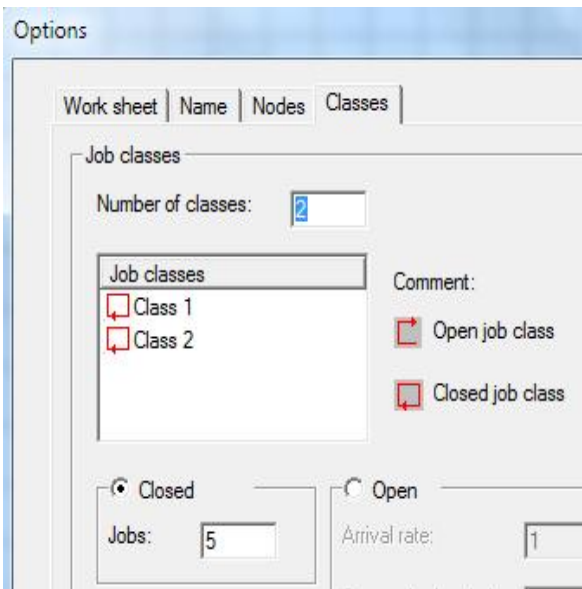
განვიხილოთ ჩაკეტილი, ღია და ჰიბრიდული ქსელების მოდელირების და ანალიზის ექსპერიმენტული ამოცანები და მათი გადაწყვეტის პროცედურები WinPetsy ინსტრუმენტული პაკეტის გამოყენებით [2,3].

2.1. „კლიენტ-სერვერ“ ჩაკეტილი ქსელის მოდელირება და ანალიზი

ავაგოთ მარტივი ჩაკეტილი ქსელი კლიენტ-სერვერ არქიტექტურის მაგალითისთვის, რომელთა შორის კავშირი ინტერნეტით ხორციელდება (ნახ.6). ღილაკით „Options“ გამოითანება დიალოგური ფანჯარა (ნახ.7), სადაც „Classes“ გვერდზე შევცვალოთ „Number of classes“ 2-ით და „Jobs“ 5-ით.

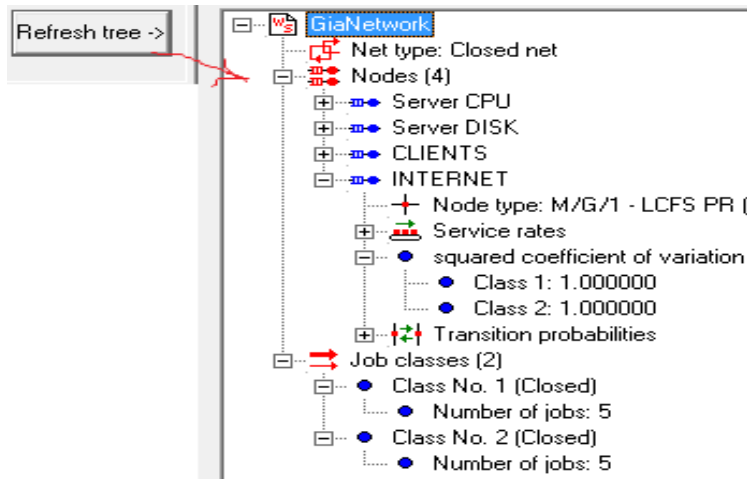


ნახ.6



ნახ.7

კვანძზე დაკლიკვით შევალთ ფანჯარაში, სადაც „Nodes“ გვერდზე შეიძლება ქსელის კვანძებზე სახელების და ტიპების შერჩევა (მაგალითად, INTERNET, M-G-1, ნახ.6). კვანძებისთვის სერვისის ტარიფები (service rates) ასე გავანაწილოთ: Server CPU-6/6, Server disk-14/14, Internet-16/18, Clients-10/20 (Class1/Class2-თვის). კვანძთაშორის გადასასვლელებზე (ისრებზე) ალბათობათა მნიშვნელობები ჩვენი შემთხვევისთვის ასე გადავანაწილოთ: Server CPU-დან Server DISK-კენ ისარზე ავიღეთ 1, ხოლო ყველა დანარჩენზე 0.5; ბოლოს ავამოქმედოთ ღილაკი „Refresh tree ->“, მივიღებთ მე-8 ნახაზს.



ნახ.8

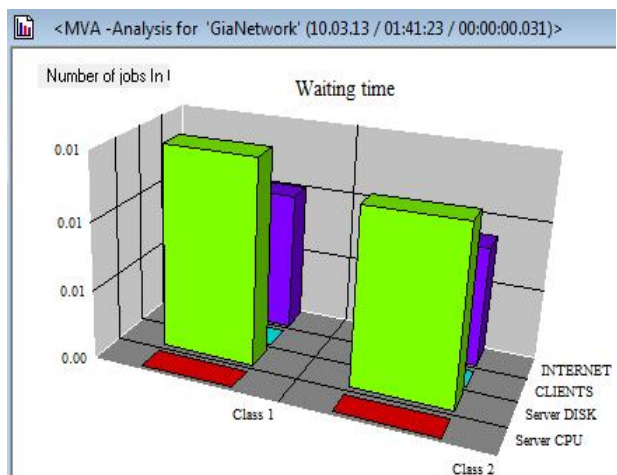
აგებული ჩაკეტილი ქსელის ანალიზისთვის ფანჯრის მარჯვენა ქვედა ნაწილში (Available methods) ვირჩევთ MVA-მეთოდს (ნახ.9).

Methods	Explanation
MVA	Mean value analysis for closed product form networks with several classes
BIPHASE	BIPHASE analysis for closed networks without classes
Simulation	Simulation for mixed networks with classes and general service time distribution
OPFN analysis	OPFN analysis for open networks with classes and single server nodes
SOPFN analysis	SOPFN analysis for open networks without classes and with multi server nodes
Marie	MARIE analysis for closed networks without classes with general service time distribution
DECOMP	Decomposition analysis for open networks with classes and general service time distribution
STATESP	Statespace analysis for closed networks with classes (not implemented yet)

ნახ.9. მეთოდის არჩევა

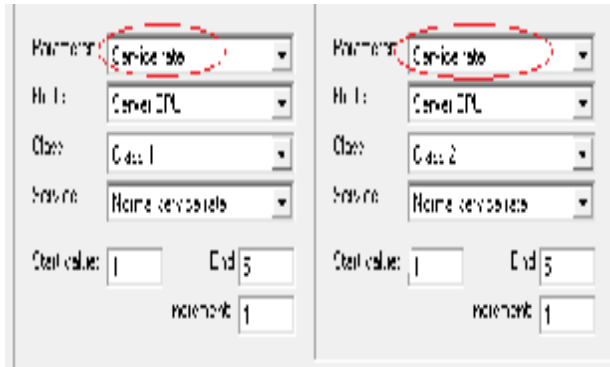
დილოგურ ფანჯარაში ავირჩევთ პარამეტრებს (ნახ.10) და Start-ლილაკით მივიღებთ ანალიზის შედეგს (ნახ.11).

ნახ.10. პარამეტრების შერჩევა

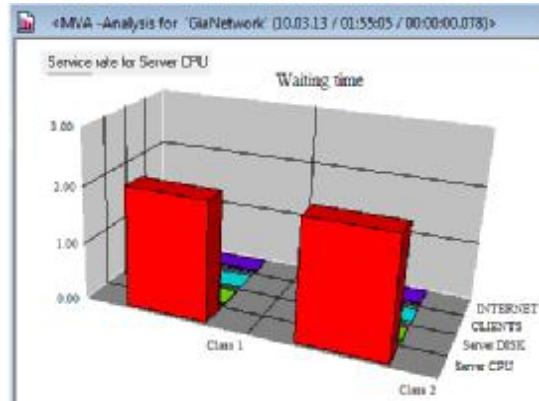


ნახ.11. ანალიზის შედეგები

ამის შემდეგ შეიძლება ექსპერიმენტის გაგრძელება სხვადასხვა მახასიათებლის ანალიზის მისაღებად. მაგალითად, მომსახურების ინტენსიურობის პარამეტრის არჩევით (ნახ.12, 13).



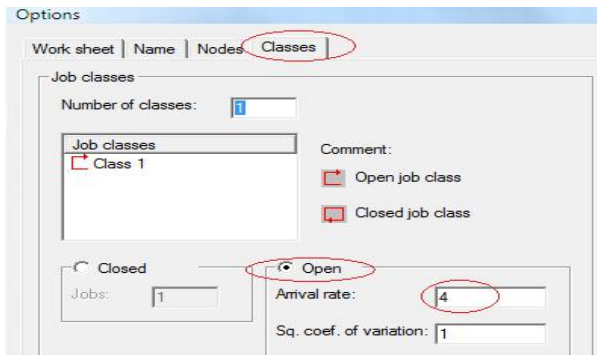
ნახ.12. Service rate პარამეტრის არჩევა Class1/Class2-თვის



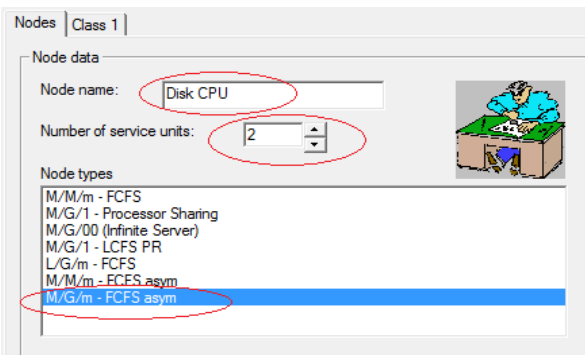
ნახ.13. ანალიზის შედეგები

2.2. „კლიენტ-სერვერ“ ღია ქსელის მოდელირება და ანალიზი

ახლა ავგოთ და გამოვიკვლიოთ ღია ქსელის შემთხვევა WinPepsy-ის გარემოში ქსელის გრაფიკულ გენერაციით (ნახ.14).

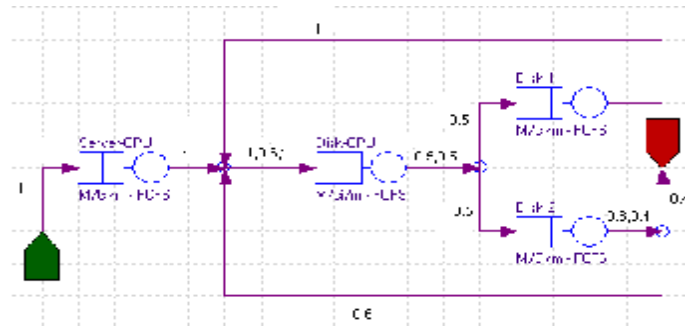


ნახ.14. Open ქსელის და Arrival rate=4 არჩევა



ნახ.15. Disk CPU კვანძის პარამეტრების შერჩევა

ქსელის ოთხკვანძიან სქემას დაემატა კვანძთაშორისი გადასასვლელები შესაბამისი ალბათობებით, აგრეთვე ორი ელემენტი: ქსელში შესვლის წერტილი (ხუთკუთხედი მარცხენა ქვედა ნაწილში) და ქსელიდან გამოსვლის წერტილი (მარჯვენა ხუთკუთხედი). ეს სიმბოლოები აუცილებელია ღია ქსელებისთვის. შედეგი ასახულია მე-16 ნახაზზე.



ნახ.16. ღია ქსელის სქემა გადასასვლელებით და ალბათობებით

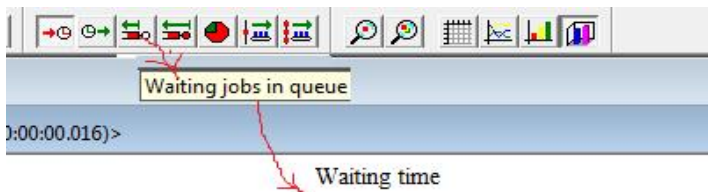
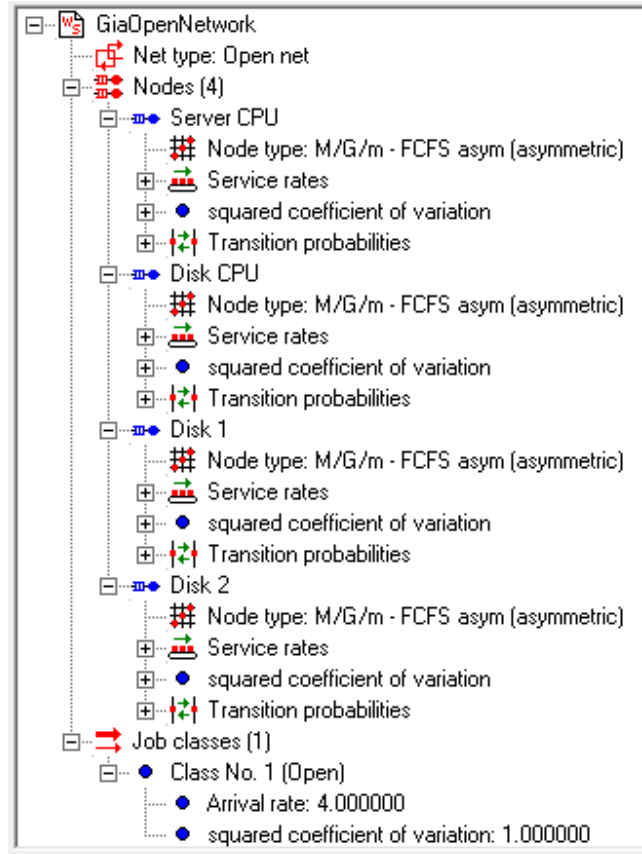
„Refresh tree ->“ ღილაკით მივიღებთ მოდიფიცირებულ ხეს (ნახ.17). ახლა მოდელი მზადაა ანალიზის ჩასატარებლად. ეკრანის ქვედა მარჯვენა კუთხეში მოცემულია მეთოდები, რომლებიც გამოიყენება ამისათვის, კერძოდ ღია ქსელისთვის DECOMP-მეთოდი.

Start analysis ღილაკის ამოქმედების შედეგი მოცემულია მე-18 ნახაზზე.

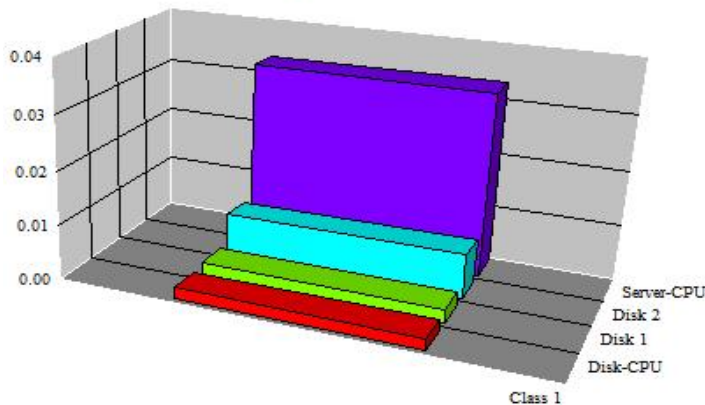
სხვა მახასიათებლების გასაანალიზებლად საჭიროა გამოვიყენოთ



პანელის ღილაკები და მენიუში Show-პუნქტი.



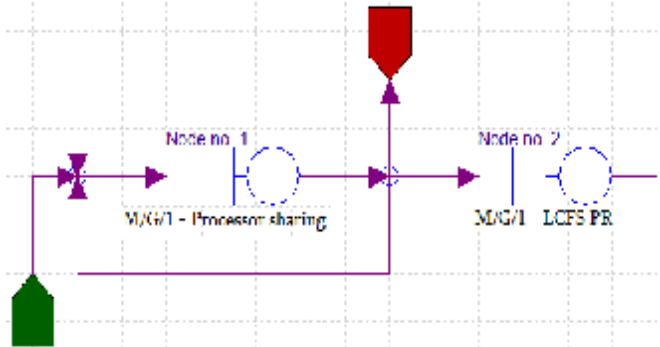
ნახ.17



ნახ.18. მოთხოვნათა ლოდინის დრო რიგში

2.3. ჰიბრიდული ქსელის მოდელირება და ანალიზი

ჰიბრიდული ანუ შერეული ტიპის ქსელი ისეთი ქსელია, რომელსაც აუცილებლად აქვს მინიმუმ ერთი ღია კლასი და ერთი ჩაკეტილი კლასი (ანუ ორივე სახეზეა). ქსელის აგების თვალსაზრისით WinPetsy რედაქტორში ღია კლასი აიგება ღია ქსელის კლასის წესებით, ხოლო ჩაკეტილი კლასი – ჩაკეტილი ქსელის კლასის წესებით. განვიხილოთ კონკრეტული მაგალითი (ნახ.19).



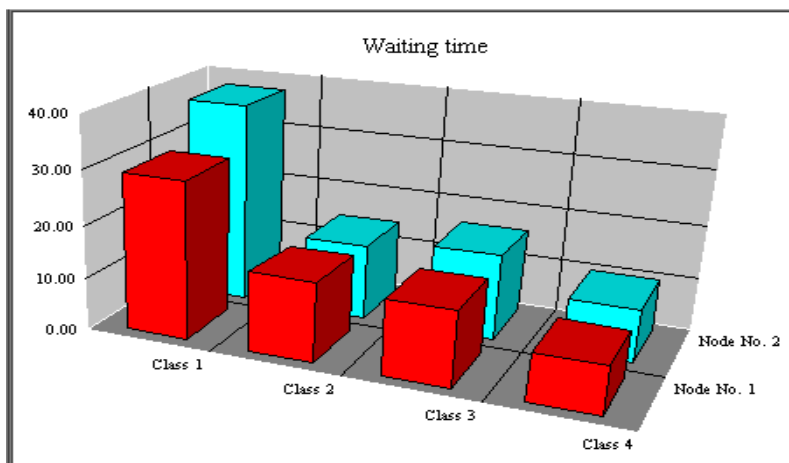
ნახ.19. ჰიბრიდული ქსელის მოდელი

ამ შემთხვევაშიც ვირჩევთ კვანძის ტიპებს, პარამეტრებს, ვლებულობთ ხის სტრუქტურას და, ბოლოს შევირჩევთ გასაანალიზებელ მეთოდს, ამჯერად სახელით Simulation (ნახ.20).

Available methods	
Methods	Explanation
MVA	Mean value analysis for closed product form networks with several classes
BIPHASE	BIPHASE analysis for closed networks without classes
Simulation	Simulation for mixed networks with classes and general service time distributions
OPFN analysis	OPFN analysis for open networks with classes and single server nodes
SOPFN analysis	SOPFN analysis for open networks without classes and with multi server nodes
Marie	MARIE analysis for closed networks without classes with general service time dist
DECOMP	Decomposition analysis for open networks with classes and general service time c
STATESP	Statespace analysis for closed networks with classes (not implemented yet: mixed

ნახ.20. ჰიბრიდული ქსელის ანალიზის მეთოდი

ანალიზის ერთი შედეგი 2-კვანძისა და 4-კლასისთვის დაფოვნების დროის მიხედვით მოცემულია 21-ე ნახაზზე.



ნახ.21. ქსელის ანალიზის შედეგების ფრაგმენტი

3. დასკვნა

რიგების თეორიის და მისი ინსტრუმენტული საშუალებების გამოყენება საინჟინრო ამოცანების, განსაკუთრებით მასობრივი მომსახურების სისტემების მოდელირებისა და ანალიზისათვის მეტად მნიშვნელოვანია. განაწილებულ სისტემებში, კერძოდ კომპიუტერულ ქსელებში რაოდენობრივი ანალიზის ჩასატარებლად, სასურველია სხვადასხვა ტიპის მათემატიკური მოდელების, მაგალითად, M/M/1, M/M/m, M/G/1, G/M/1, G/G/1 და სხვა გამოკვლევა. ჩვენთვის განსაკუთრებით საყურადღებოა M/M/m ტიპის მოდელის ანალიზი, რაც ნიშნავს, რომ შემაჯავლი ნაკადი უმარტივესია (მარკოვული), მომსახურების დრო კი ექსპონენტური კანონით განაწილებული შემთხვევითი სიდიდეა (მარკოვული). WinPepsy ინსტრუმენტული პაკეტი, საშუალებას იძლევა ავად და მიზნობრივად გამოვიკვლიოთ სხვადასხვა სახის ქსელები მასობრივი მომსახურების სისტემებში პროცესების შესრულების ეფექტური ორგანიზების თვალსაზრისით.

ლიტერატურა:

1. Bolch G., Greiner S., De Meer H., Trivedi K. Queueing Networks and Markov Chains, Modeling and Performance Evaluation with Computer Science Application. John Wiley & Sons, 1998
2. მართვის ავტომატიზებული სისტემების ობიექტ-ორიენტირებული დაპროექტების და მოდელირების ინსტრუმენტები (MsVisio, WinPepsy, PetNet, CPN). სტუ. თბ., 2013
3. ბოლხი გ., სურგულაძე გ., პეტრიაშვილი ლ., ჩხრაძე ბ. მულტიპროცესორული სისტემების რესურსების მართვის პროგრამული უზრუნველყოფის დამუშავება Borland_C++Builder ინსტრუმენტით. სტუ-ს შრ., 4(437), თბილისი, 2001.

MODELING AND ANALYSIS OF DISTRIBUTED SYSTEMS BASED ON QUEUING THEORY WITH THE TOOLS WINPEPSY

Surguladze Gia, Petriashvili Lily, Maisuradze Giorgi,
Bitarashvili Marine, Pkhakadze Tsiuri
Georgian Technical University

Summary

Issues of Queuing theory and its tools for engineering simulation and analysis of distributed systems was considered. Research of different types of mathematical models for quantitative analysis of open, closed, and mixed networks based on the software package WinPepsy it was proposed.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ОЧЕРЕДЕЙ ИНСТРУМЕНТОМ WINPEPSY

Сургуладзе Г., Петриашвили Л., Маисурадзе Г.,
Битарашвили М., Пхакадзе Ц.
Грузинский Технический Университет

Резюме

Рассматриваются вопросы использования теории очередей и ее инструментальных средств для решения инженерных задач моделирования и анализа распределенных систем. Предлагается исследование различных типов математических моделей для проведения количественного анализа открытых, замкнутых и смешанных сетей на базе программного пакета WinPepsy.