

---

# Aptarnavimo kasa

---

## 1 KONCEPTUALUSIS MODELIS

**Užduotis.** Sumodeliuoti verslo procesą, aprašantį klientų aptarnavimą kasoje. Modelyje pateikti procesų animaciją, pavaizduoti grafiškai eilės kitimą laike ir atlikti papildomas užduotis.

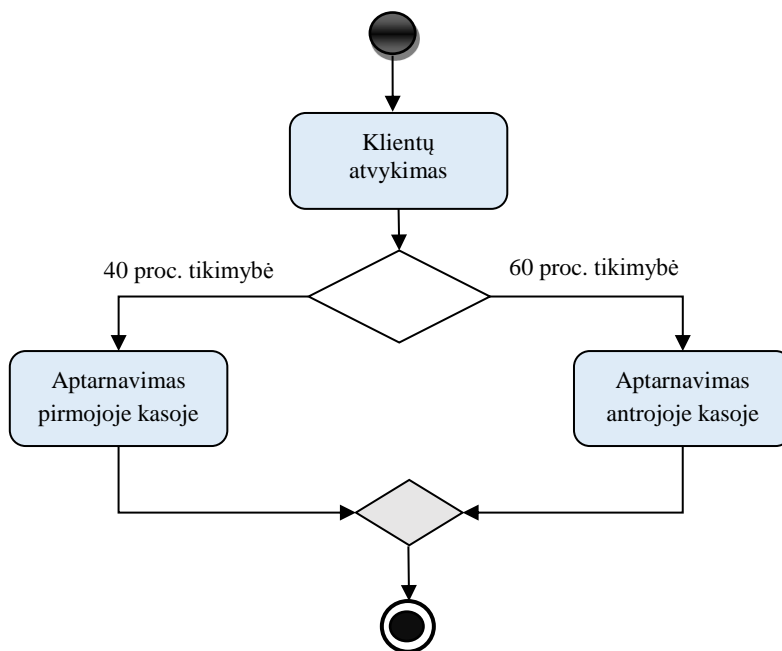
Modelyje atvykę klientai gali stoti prie vienos iš dviejų kasų atsitiktine tvarka: 40 proc. klientų keliauja prie pirmosios kasos ir 60 proc. – prie antrosios kasos. Klientai, atėję prie kasos, yra aptarnaujami ir paskui palieka sistemą. Jei kasininkė užimta, klientai stoja į eilę. Klientai atvyksta atsitiktinai pagal eksponentę vidutiniškai kas 2 minutes. Aptarnavimo trukmė pirmoje kasoje yra atsitiktinė pagal trikampio skirstinį su parametrais  $min = 1,5$ ,  $vid = 3$ ,  $max = 5$  minutės. Aptarnavimo trukmė antroje kasoje yra tolydinė išraiška su parametrais  $min = 2$ ,  $max = 4$  minutės.

**Imitacinio modelio parametrai:** pradinė būseną – visi įrenginiai laisvi, detalių nėra. Imitavimo trukmė yra viena valanda.

**Statistika** renkama apie atvykusių bei aptarnautų klientų skaičių ir prie kasų susidariusias eiles.

### 1.1 Modelio veiklos diagrama

1 pav. pateikta modelio veiklos diagrama, kurioje pavaizduota modelio veiklų seka. Veiklos diagrama vaizduojama remiantis UML (angl. trumpinys *Unified Modeling Language*) notacija.



1 pav. Pirmojo modelio veiklos diagrama

### 1.2 Modelio realizavimas modeliavimo sistemoje ARENA

Sistemos realizacijai ARENA aplinkoje reikia penkių struktūrinių modulių, aprašančių:

- klientų atėjimą,
- atvykusių klientų paskirstymą po skirtingas kasas,
- klientų aptarnavimą dviejose kasose,
- klientų išėjimą.

Taip pat reikalingi penki duomenų moduliai: klientas, pirmosios kasos eilė, antrosios kasos eilė, aptarnavimo resursai – dvi kasininkės.

Veiksmų seka, reikalinga modeliui realizuoti:

1. Atidaromas naujas projektavimo langas.

- Iš *Basic Process* skydelio parenkamas *Create* modulis klientų atvykimams aprašyti. Parinktam moduliui suteikiamas pavadinimas „Klientu atvykimas“ ir nustatomi parametrai pagal pateiktą pavyzdį (2 pav.).

2 pav. Klientų atvykimo modulis

- Duomenų modulis *Entity* naudojamas esybei pavadinimu „klientas“ aprašyti. Esybių specifikacijos matomos projektavimo juostos *Basic Process* skydelyje pasirinkus modulį *Entity*. Visos esybės redaguojamos *Spreadsheet* lange. Šiuo atveju kliento esybei yra parenkamas tik konkretus paveikslukas (*Picture.Man*), kuris bus matomas modelio animacijoje (3 pav.).

	Entity Type	Initial Picture	Holding Cost / Hour	Initial VA Cost
1	klientas	Picture.Man	0.0	0.0

3 pav. Kliento esybės specifikacijos dalis

- Klientų paskirstymui po skirtingas kasas aprašyti yra naudojamas *Decide* modulis. Iš projektavimo juostos *Basic Process* skydelyje pasirenkamas modulis *Decide*, kuriam suteikiamas pavadinimas „Kuri kasa?“ (4 pav.). Nurodomas esybių pasiskirstymo tipas, kuris atlieka paskirstymą pagal tikimybes arba pagal tam tikras sąlygas. Šiuo atveju modulio tipas yra *2-way by Chance*, kuris leidžia nustatyti ateinančių esybių paskirstymą pagal dvi tikimybes. Įterptas modulis su dviem atsiradusiomis atšakomis vėliau sujungiamas su kasas aprašančiais moduliais (5 punktas).

4 pav. Klientų paskirstymo modulis

- Aptarnavimo procesui aprašyti naudojamas modulis *Process* iš *Basic Process* skydelio. Moduliui suteikiamas pavadinimas „Kasa1“ (5 pav.), o parametrai yra nustatomi pagal užduotį.

5 pav. Pirmosios kasos modulis

6 pav. Pirmosios kasos modulio resursai

Modulio „Kasa1“ *Action* skiltyje parenkamas tipas *Seize Delay Release*. Tai rodo, kad pirmiausia užimama pirmoji kasa, joje klientas užtrunka tam tikrą laiką, o paskui ji atlaisvinama. Šioje kasoje yra viena kasininkė. Ji yra nurodoma kaip proceso resursas. Naujam resursui pridėti parenkamas valdymo mygtukas *Add* ir atsivėrusiame lange nurodomas resurso vardas „kasininke1“ (6 pav.). Aptarnavimo trukmė *Delay* nustatoma pagal užduotį. Analogiškai veiksmai atliekami aprašant antrąją kasą „Kasa2“.

Skiriasi tik resurso pavadinimas „kasininkė2“ ir aptarnavimo trukmė (7 pav. ir 8 pav.).

7 pav. Antrosios kasos modulis

8 pav. Antrosios kasos modulio resursai

- Visi modelyje panaudotų resursų aprašai yra matomi *Basic Process* skydelyje parinkus modulį *Resource*. Aprašai gali būti redaguojami *Spreadsheet* lange, tačiau šiuo atveju aprašai nekinta (9 pav.).

Resource - Basic Process									
	Name	Type	Capacity	Busy / Hour	Idle / Hour	Per Use	StateSet Name	Failures	Report Statistics
1	kasininke1	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
2	kasininke2	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>

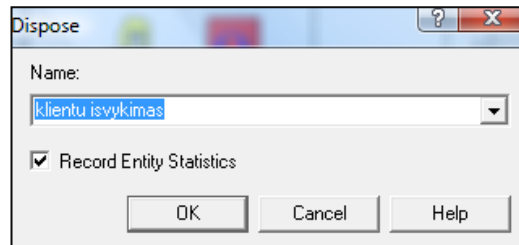
9 pav. Resursų aprašai

- Procesų eilės yra matomos *Basic Process* skydelyje parinkus modulį *Queue*. Kadangi modelyje yra du procesai, aptarnaujantys *Seize Delay Release* būdu, yra suformuojamos pirmosios kasos ir antrosios kasos eilės. Eilės apraše galima nustatyti eilės tipą: pagal FIFO/LIFO metodus ir prioritetus (mažesnis skaičius žymi didesnę prioritetą). Šiuo atveju abiem eilėms parenkamas FIFO metodas (10 pav.).


Queue - Basic Process				
	Name	Type	Shared	Report Statistics
1	kasa2.Queue	First In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	kasa1.Queue	First In First Out	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

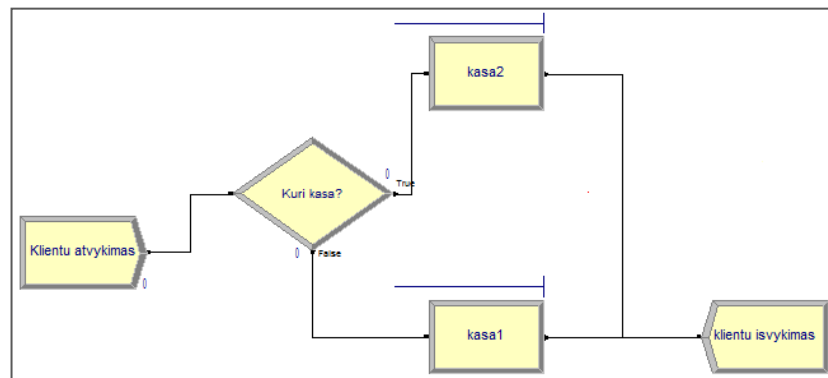
10 pav. Eilių specifikacijos

8. Aptarnautų klientų išvykimas yra aprašomas panaudojant *Dispose* modulį, kuriam suteikiamas pavadinimas „klientų išvykimas“. Į *Dispose* modulį atvyksta klientai, aptarnauti pirmojoje ir antrojoje kasose (11 pav.).




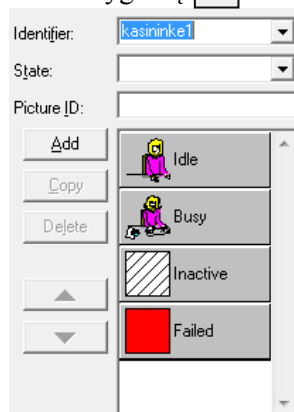
11 pav. Klientų išvykimo modulis

9. ARENA modelio schema yra pateikta 19 paveiksle. Visi įterpti moduliai yra sujungiami panaudojant *Connect* mygtuką .

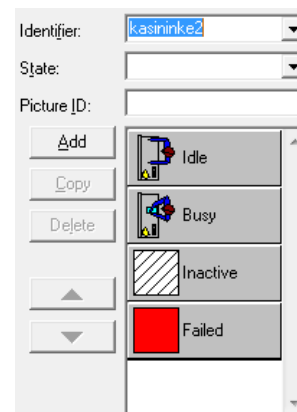


12 pav. ARENA modelio realizacijos schema

10. Sukurtam modeliui taip pat gali būti parenkamos procesų animacijos. Eilės animacija yra atliekama automatiškai. Animacija resursams (kasininkėms) nustatoma viršutinėje *Animation* įrankių juostoje paspaudus *Resource* mygtuką .




13 pav. Pirmosios kasininkės būsenų animacija

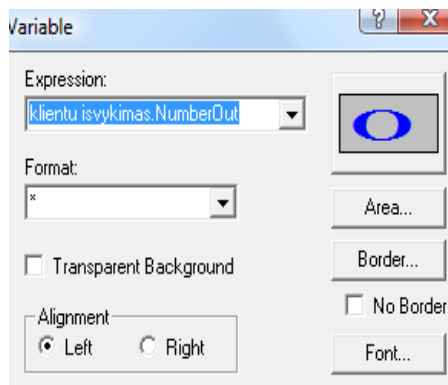


14 pav. Antrosios kasininkės būsenų animacija

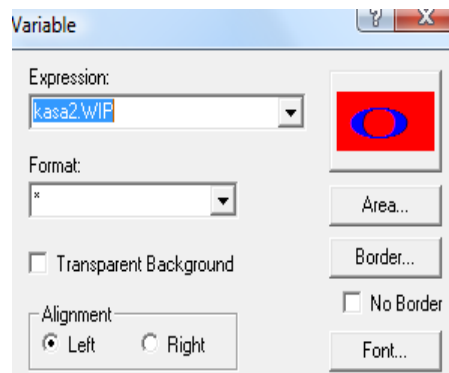
Atsivėrusiame lange kiekvienai kasininkei reikia parinkti paveikslukus būsenoms, kai kasininkė užimta ir kai laisva (13 pav. ir 14 pav.). Sukurtos animacijos yra pateikiamos šalia atitinkamų procesų (19 pav.).

11. Paprastai modulių kintamieji yra vaizduojami automatiškai. Tačiau tie patys ir nauji kintamieji gali būti pridedami naudojant *Variable* mygtuką .


išraiška. Kiti parametrai: formatas, spalva ir pan., gali būti parenkami pagal poreikį. Standartinės išraiškos pagal įterptus modulius yra pateikiamos išraiškų sąraše automatiškai, pvz., atvykusių klientų skaičius *Klientu atvykimas.NumberOut* (15 pav.). Kitas išraiškas galima parinkti naudojant išraiškų formavimo parinktį **Build Expression**, pavyzdžiui, antrosios kasos eilė realiu laiko momentu (16 pav.).

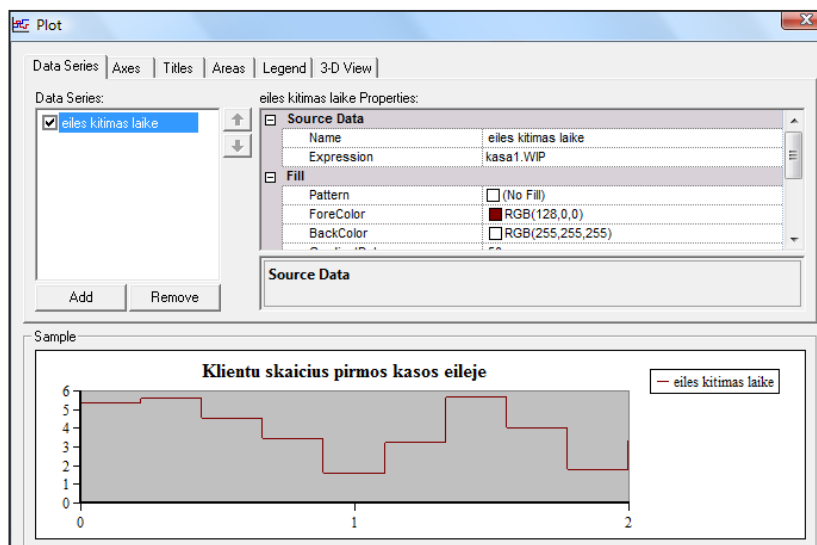


15 pav. Atvykusių klientų skaičius



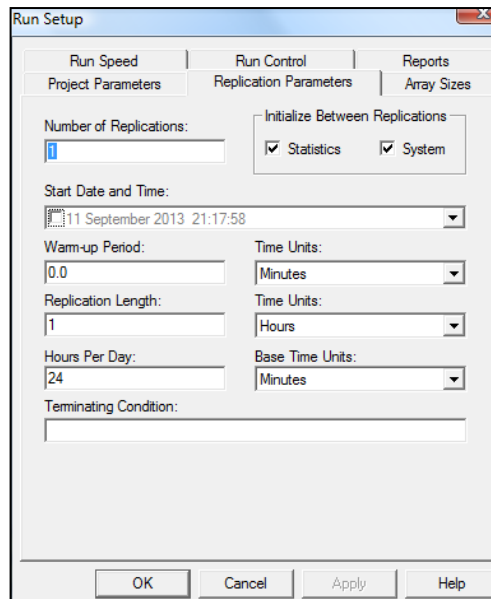
16 pav. Antrosios kasos eilė

12. Eilėje prie pirmosios kasos klientų skaičiaus kitimui vaizduoti atidaromas grafikų braižymo langas *Plot* . Nustatomi tokie parametrai: 1) vaizduojamų duomenų kreivei nurodomas vardas „eilės kitimas laike“; 2) išraiškos lauke nurodomas klientų skaičius pirmosios kasos eilėje *kasa1.WIP*; 3) kreivės pašymo režimas yra laiptuotas *Stairs*. Papildomai gali būti nurodomi ašių masteliai ir grafiko pavadinimas.



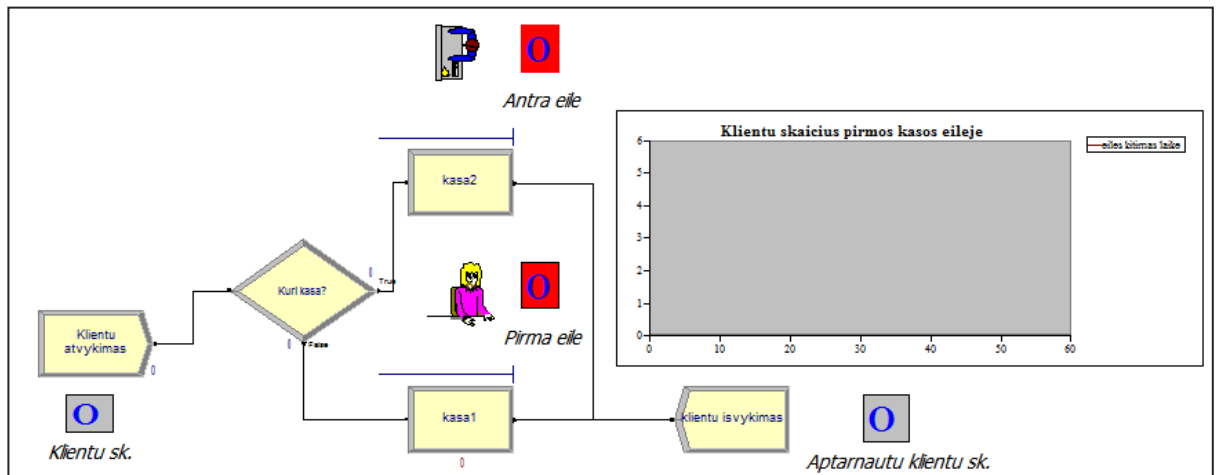
17 pav. Klientų skaičiaus pirmosios kasos eilėje grafikas

13. Imitacijos nustatymai atliekami vykdant komandas *Run* → *Setup*. Nagrinėjamo pavyzdžio nustatymai pateikti 18 pav.



18 pav. Imitavimo parametrų nustatymas

Galutinis ARENA modelio realizacijos vaizdas su animacija ir grafiku pateiktas 19 pav.



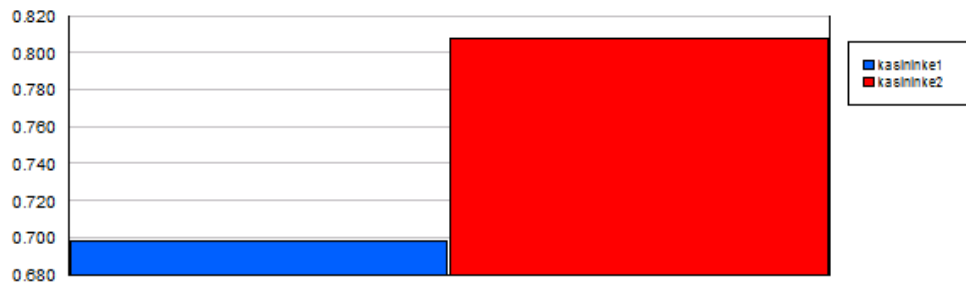
19 pav. ARENA modelio realizacijos schema su animacija ir grafiku

14. Kiekvienam sukurtam modeliui yra sudaroma ataskaita, kurioje pateikti išsamūs modelio parametrai, reikalingi detalesnei modelio analizei. Toliau pateiktos modelio ataskaitos svarbiausių parametrų reikšmės.

- **Entity → Time → VA time → Klientas:**  
Vidutinė kliento aptarnavimo trukmė yra 3,06 minutės.
- **Entity → Time → Total Time → Klientas:**  
Vidutinė kliento trukmė modeliavimo sistemoje yra 6,14 minutės, minimali – 2,37, maksimali – 14,78 minutės.
- **Entity → Time → Wait Time → Klientas:**  
Vidutinis kliento laukimo laikas eilėje yra 3,08 minutės (įvertina tik tuos objektus, kurie paliko sistemą, bet **Queue → Time → Waiting Time → kasa1.Queue ir kasa2.Queue** įvertina tik tuos objektus, kurie paliko šią eilę, bet ne sistemą).
- **Entity → Other → Number In → Klientas:**  
Atvykusių klientų skaičius yra 32
- **Entity → Other → Number Out → Klientas:**  
Išvykusių klientų skaičius yra 29.
- **Queue → Time → Waiting Time → kasa1.Queue:**  
Vidutinis kliento laukimo laikas pirmosios kasos eilėje yra 3,58 minutės.
- **Queue → Time → Waiting Time → kasa2.Queue:**

Vidutinis kliento laukimo laikas antrosios kasos eilėje yra 3,14 minutės.

- **Resource → Usage → Instantaneous Utilization → kasininkė1:**  
Panaudojimas yra 0,6982 (užimta 69,82 proc. viso laiko).
- **Resource → Usage → Instantaneous Utilization → kasininkė2:**  
Panaudojimas yra 0,8078 (užimta 80,78 proc. viso laiko).



20 pav. Kasininkių darbingumo panaudojimo diagrama

15. Papildomos užduotys:

- Padidinti klientų srautą 25 proc.
- Nustatyti maksimalų klientų skaičių – 60.
- Nustatyti abiem kasininkėms valandinius darbo užmokesčius ir įtraukti kaštų parametrus į ataskaitą (1 lentelė). Pagrįsti rezultatus formulėmis.
- Pakeisti antrosios kasos aptarnavimo tipą į LIFO.

1 lentelė. Kasininkių uždarbio lentelė

Varianto Nr.	Kasininkė 1			Kasininkė 2		
	Uždarbis / darbo valanda	Uždarbis / laisva valanda	Uždarbis / vnt.	Uždarbis / darbo valanda	Uždarbis / laisva valanda	Uždarbis / vnt.
1	7	2	5	8	2	5
2	8	3	4	8	3	3
3	5	1	7	6	2	6
4	9	0	3	10	0	5
5	7	3	6	8	2	6
6	5	1	6	5	1	7
7	10	1	3	9	2	4
8	8	2	5	8	1	6
9	9	2	2	10	2	4
10	6	0	6	7	1	6