

Modelovanie a simulácia

Dynamická simulácia

AnyLogic

3. cvičenie

Ciele cvičenia

- Použitie objektov modelu v AnyLogic-u pre modelovanie:
 - Empirického rozdelenia pravdepodobnosti
 - Zdrojov (obsluhujúcich entít)
 - Priority pri čakaní vo fronte
 - Kontroly plnenia podmienky a triedenia zákazníkov podľa požiadaviek na obsluhu
- Nastavenie dĺžky simulačného času a počtu replikácií
- Vypočítanie výstupných údajov za replikácie

Zadanie

- Modelovaný systém – doplnenie a úprava modelu z cvičenia 2
 - Príchod návštevníkov do múzea – 1 až 4 návštevníci pri jednom vstupe
 - Nové atribúty návštevníkov – ŤZP, typ expozície
 - Nákup vstupeniek – vrátenie predbiehania vo fronte
 - Obsluha – dve zamestnankyne; prechod turniketmi
- Návštevník (skupina návštevníkov) príde do múzea, rozhodne sa pre typ expozície, kúpi si vstupenku (ak musí, tak počká v rade pred pokladňou; ŤZP majú pri čakaní prednosť), odchádza do turniketu k jeho expozícii, prejde turniketom

Zadanie

- Vstupné údaje
 - Počet návštevníkov na jeden vstup – 1 – 25%, 2 – 30%, 3 – 35%, 4 – 10%
 - 5% návštevníkov – ŤZP
 - 66% - vnútorná expozícia, 34% - vonkajšia expozícia
 - Prechod turniketom – 5 sekúnd, iba jeden návštevník v jednej chvíli
 - Múzeum je otvorené od 9:00 do 18:00 h
- 200 replikácií

Zadanie

- Výstupné údaje – za 200 replikácií
 - Priemerný čas čakania návštevníkov
 - Priemerný čas čakania návštevníkov ŤZP
 - Priemerný čas čakania zdravých návštevníkov
 - Priemerný počet čakajúcich
 - Maximálna dĺžka frontu

Nové prvky simulačného modelu

- Empirické rozdelenie pravdepodobnosti – *cdPrichody*
- Atribút s informáciou o zdraví návštevníka – *parTZP*
- Zdroje (obsluhujúce entity) – *resPokladnický*
- Modelovanie obsluhy iným objektom – *Obsluha*
- Rozhodovací objekt – *soExpozicia*
- Štatistika pre dĺžku frontu pred pokladňou – *statDlžkaFrontu*
- Štatistiky pre čas čakania vo fronte pre ŤZP a zdravých – *statCasCakaniaTZP, statCasCakania*

Nové prvky simulačného modelu

- Štatistiky pre priemerné hodnoty z replikácií
 - *statPriemCasVSysteme*
 - *statPriemCasCakaniaTZP*
 - *statPriemCasCakaniaZdravi*
 - *statPriemDlзкаFrontu*
 - *statMaxDlзкаFrontu*
- Graf pre priemerný čas čakania
 - Objekt pre zber údajov – *dsPriemCasCakania*
 - Graf – *plotPriemCasCakania* – **práca na doma**

- Objekt
Custom Distribution
– knižnica **Agent**

cdPrichody - Custom Distribution

Name: ☒ Show name ☐ Ignore

Visible: ☒ yes

Type: ☐ Continuous ☒ Discrete ☐ Options

Define using: ☒ Ranges ☐ Frequency table ☐ Observed samples

Data

Interval start	Interval end	Number of observations
1	1	25.0
2	2	30.0
3	3	35.0
4	4	10.0

Modelovanie rôzneho počtu zákazníkov pri príchode

- Úprava objektu **Prichod**

Prichod - Source

Name: Prichod ☒ Show name

☐ Ignore

Arrivals defined by: Interarrival time

Interarrival time: exponential() seconds

Set agent parameters from DB: ☐

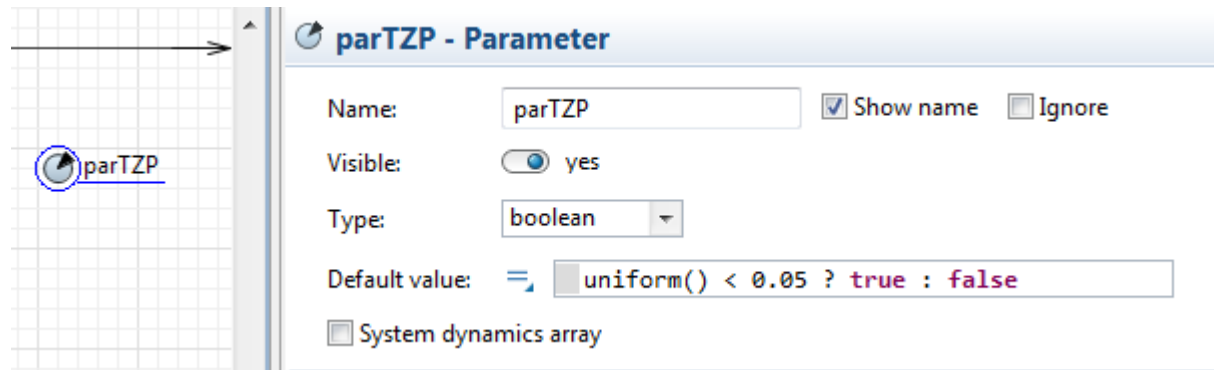
Multiple agents per arrival: ☒

Agents per arrival: cdPrichody.getInt()

Limited number of arrivals: ☐

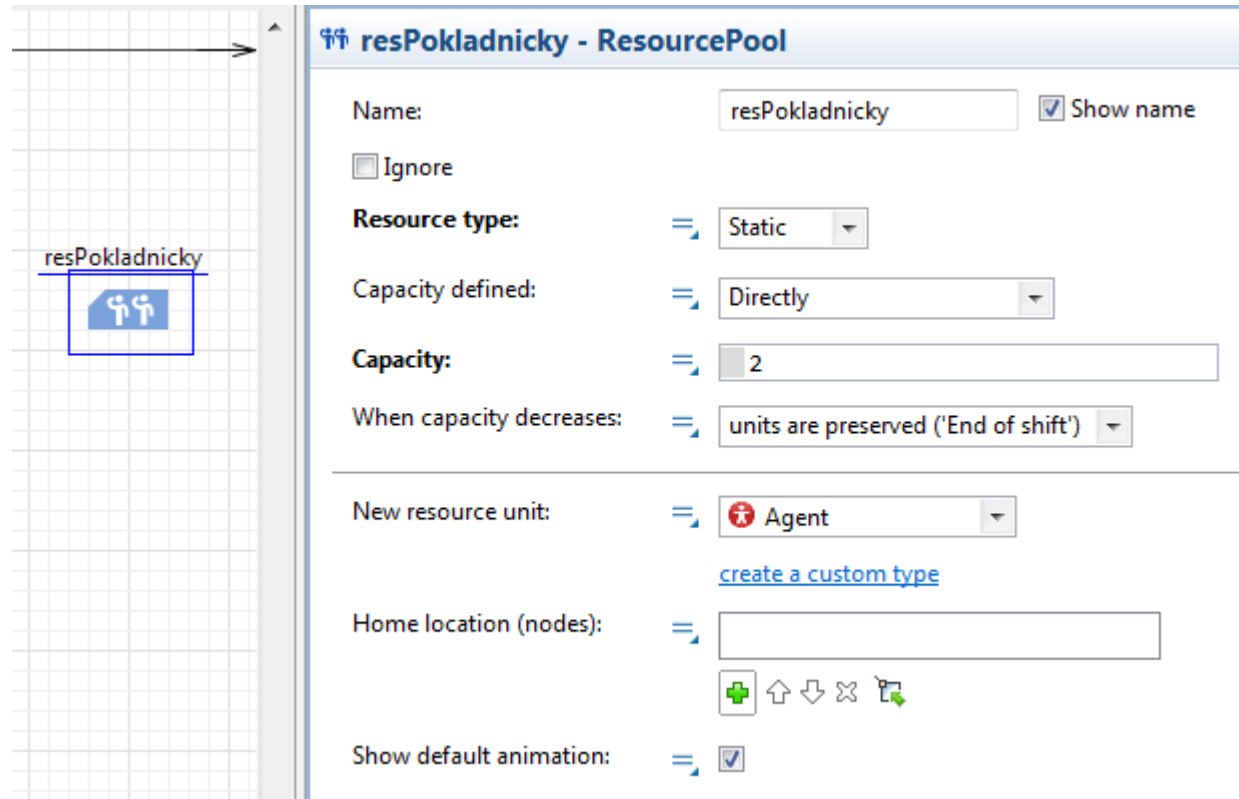
Prideľovanie hodnoty atribútu cez pst

- Objekt **Parameter** – knižnica **Agent**
- Nový parameter v triede *Navstevnik*



Modelovanie zdrojov

- Objekt **Resource Pool** – knižnica **Process Modeling Library**



The screenshot displays the configuration interface for a 'Resource Pool' object named 'resPokladnicky'. The interface is divided into two main sections: a left sidebar and a right configuration panel.

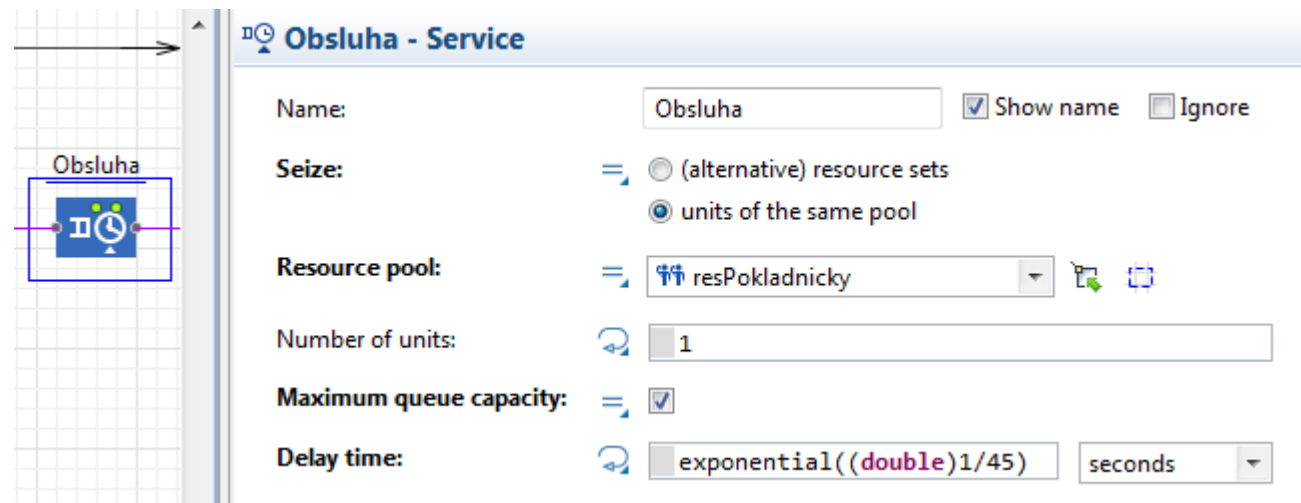
Left Sidebar: A grid-based workspace containing a small icon representing the resource pool, labeled 'resPokladnicky'.

Right Configuration Panel: Titled 'resPokladnicky - ResourcePool', it contains the following settings:

- Name:** 'resPokladnicky' (text input) with a checked 'Show name' checkbox.
- Ignore:** An unchecked checkbox.
- Resource type:** A dropdown menu set to 'Static'.
- Capacity defined:** A dropdown menu set to 'Directly'.
- Capacity:** A numeric input field set to '2'.
- When capacity decreases:** A dropdown menu set to 'units are preserved ('End of shift')'.
- New resource unit:** A dropdown menu set to 'Agent' (indicated by a red icon), with a link 'create a custom type' below it.
- Home location (nodes):** An empty text input field with a set of navigation icons (plus, up, down, left, right) below it.
- Show default animation:** A checked checkbox.

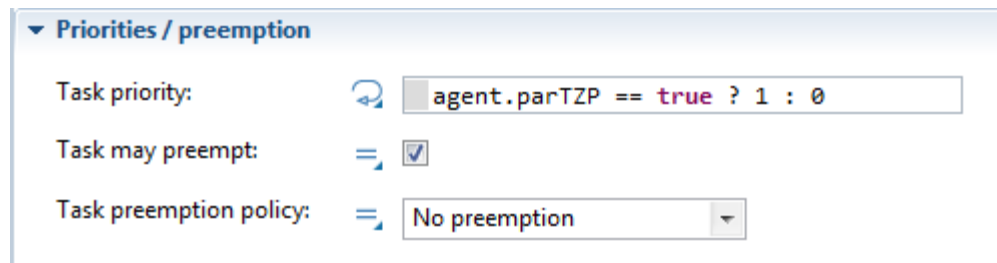
Modelovanie pridelenia zdrojov pre obsluhu

- Objekt **Service** – knižnica **Process Modeling Library**
- Nahradenie objektov **Queue** a **Delay** (vplyv na objekty štatistiky!!!)



Použitie priority pri čakaní vo fronte

- V **Service**, časť **Priorities / preemption**
- Odkaz na atribút *parTZP* – kontrola jeho hodnoty

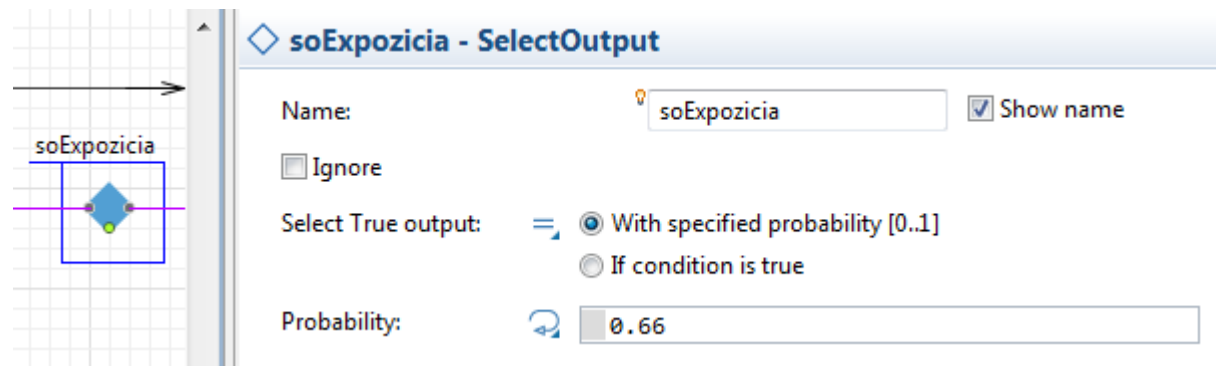


The screenshot shows a configuration window titled "Priorities / preemption". It contains three settings:

- Task priority:** A text box containing the expression `agent.parTZP == true ? 1 : 0`.
- Task may preempt:** A checkbox that is checked.
- Task preemption policy:** A dropdown menu currently set to "No preemption".

Rozhodovací blok – kontrola plnenia podmienky

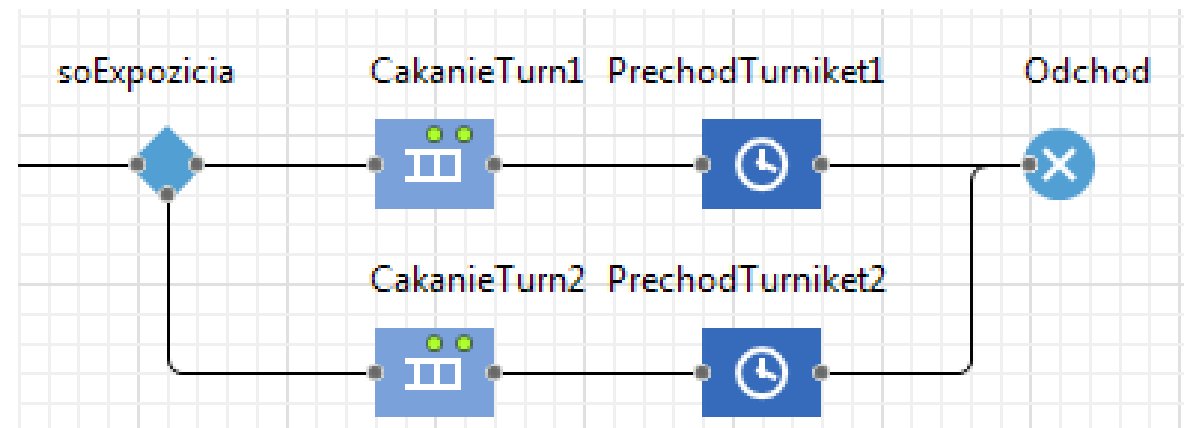
- Objekt **Select Output** – knižnica **Process Modeling Library**
- Dá sa použiť aj objekt **Select Output5**



- Alternatívne riešenie – *Select True output = If condition is true*, vytvorenie atribútu (podobne ako *parTZP*) a kontrola jeho hodnoty

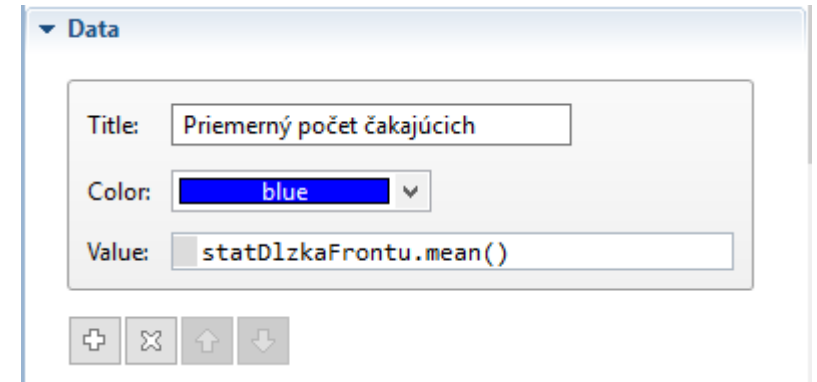
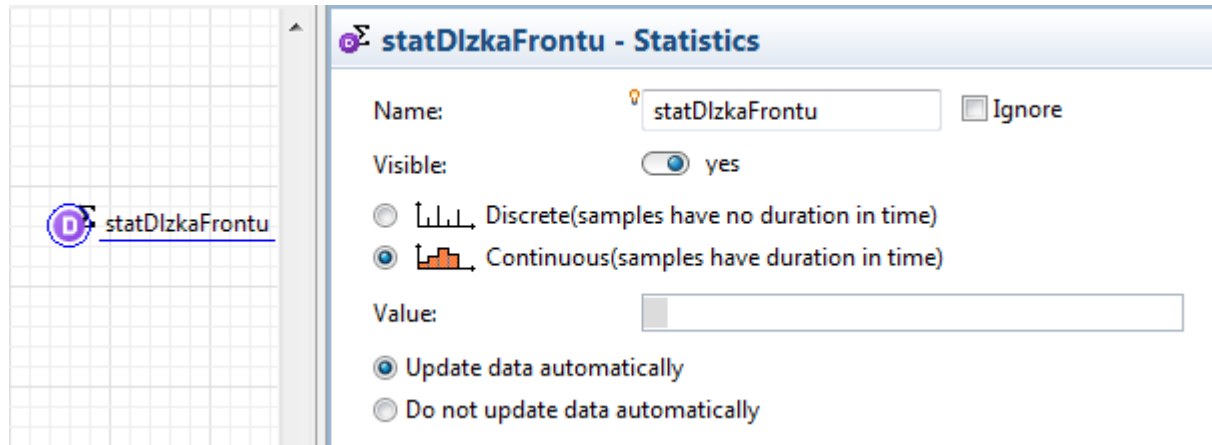
Modelovanie prechodu cez turnikety

- Objekty **Queue** a **Delay** – nastavenia podobne ako pri obsluhu (predaji vstupeniek) vo verzii modelu z minulého týždňa
- Objekty **Queue** – *CakanieTurn1* a *CakanieTurn2*
 - Front – neobmedzený
- Objekty **Delay** – *PrechodTurn1* a *PrechodTurn2*
 - Čas obsluhy – 5 sekúnd
 - Kapacita – 1



Oprava stĺpcového grafu bchPriemPocetCak

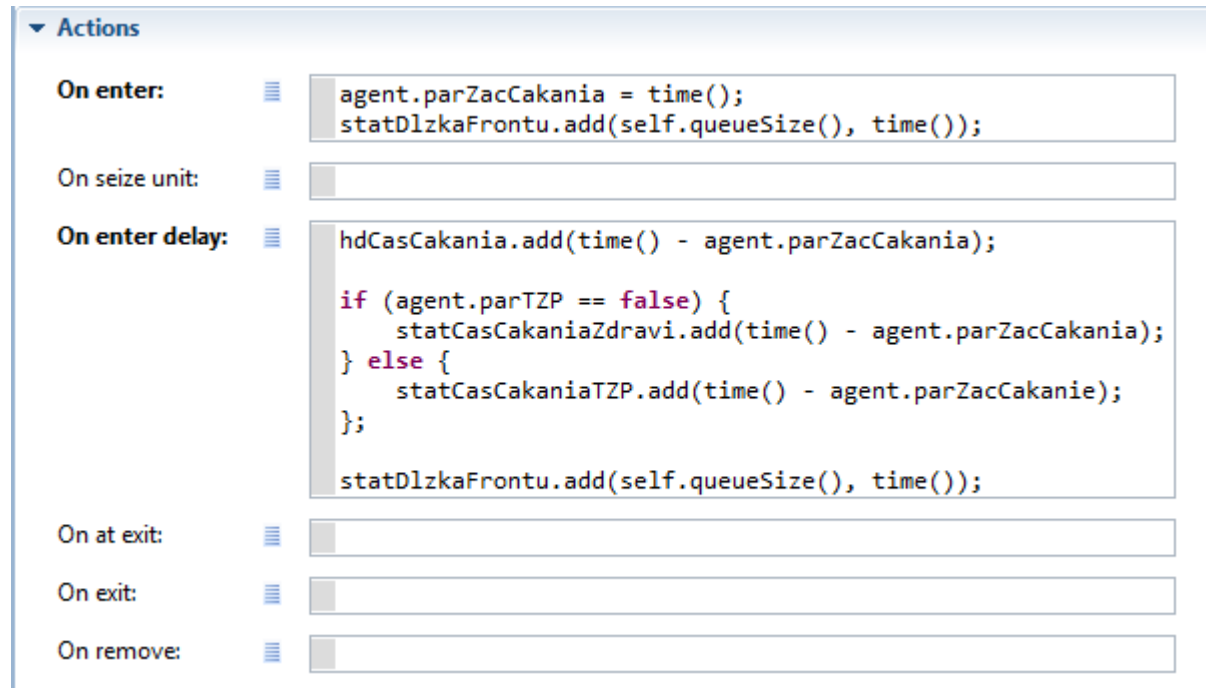
- Úprava maxima pre zobrazovanie – z 0.5 na 1.5
- Objekt *Cakanie* z predchádzajúcej verzie modelu je preč
- Vytvorenie nového objektu **Statistics**



- Odkaz na výstupy z objektu – *statDlзкаFrontu.mean()*

Oprava stĺpcového grafu bchPriemPocetCak

- Kód v objekte *Obsluha* (**Service**)
- Aj zapisovanie údajov do štatistík o čase čakania ŤZP a zdravých



```
▼ Actions

On enter: agent.parZacCakania = time();
          statDlзкаFrontu.add(self.queueSize(), time());

On seize unit:

On enter delay: hdCasCakania.add(time() - agent.parZacCakania);
                if (agent.parTZP == false) {
                  statCasCakaniaZdravi.add(time() - agent.parZacCakania);
                } else {
                  statCasCakaniaTZP.add(time() - agent.parZacCakanie);
                };
                statDlзкаFrontu.add(self.queueSize(), time());

On at exit:
On exit:
On remove:
```

Oprava stĺpcového grafu bchVyuzitieObsluhy

- Objekt *Obsluha* (pôvodne ako objekt **Delay**) z predchádzajúcej verzie modelu je preč – zadaný vzťah je neplatný
- V novej verzii sa použije odkaz na výstupy z objektu **Resource Pool** – *resPokladnicky.utilization()*100*

Replikácie

- Tlačidlo **New – Experiment**

The screenshot shows a 'New Experiment' dialog box with the following elements:

- Title Bar:** 'New Experiment' with standard window controls (minimize, maximize, close).
- Section Header:** 'Experiment'.
- Instruction:** 'Select an experiment type, specify a name and choose a top-level agent.'
- Name Field:** A text input field containing 'Replikacie'.
- Top-level agent:** A dropdown menu currently set to 'Main'.
- Experiment Type:** A list of options with icons:
 - Simulation (selected with an 'X' icon)
 - Optimization (with a target icon)
 - Parameter Variation (highlighted with a blue border)
 - Compare Runs (with a bar chart icon)
 - Monte Carlo (with a dice icon)
 - Sensitivity Analysis (with a graph icon)
 - Calibration (with a target icon)
 - Custom (with a question mark icon)
- Description:** Text to the right of the list: 'Performs multiple model runs varying one or more parameters, optionally using replications. You can later add arbitrary UI to this experiment.'
- Copy model time settings from:** A checkbox that is checked, followed by a dropdown menu set to 'Simulation'.
- Buttons:** '< Back', 'Next >', 'Finish' (highlighted with a blue border), and 'Cancel'.

Spúšťanie replikácií a simulačný čas

- Tlačidlo **Create default UI**
- pridá sa tlačidlo **Run**

Replikacie - Parameter Variation Experiment

Name: ☐ Ignore

Top-level agent:

Maximum available memory: Mb

Parameters

Model time

Stop:

Start time: Stop time:

Start date: Stop date:

Additional experiment stop conditions:

Enabled	Expression

Náhodnost a počet replikací

▼ Randomness

Random number generation:
☒ Random seed (unique simulation runs)
☐ Fixed seed (reproducible simulation runs) Seed value:
☐ Custom generator (subclass of Random):
Selection mode for simultaneous events:

▼ Replications

☒ Use replications
⚠ Experiment is currently configured for reproducible simulation runs. See 'Randomness' section for details.
☒ Fixed number of replications
Replications per iteration:
☐ Varying number of replications (Stop after minimum replications, when confidence level is reached)
Minimum replications:
Maximum replications:
Confidence level: of expression:
Error percent:

Okno počas simulačného behu

▼ Window

Title:

Width: Height:

☒ Enable panning ☒ Enable zoom

☒ Maximized size ☐ Close confirmation

Show Toolbar sections:

☐ File ☒ Execution control

☐ View ☐ Animation setup

☒ Make toolbar customizable at runtime

Show Statusbar sections:

☒ Status ☒ Real time of simulation

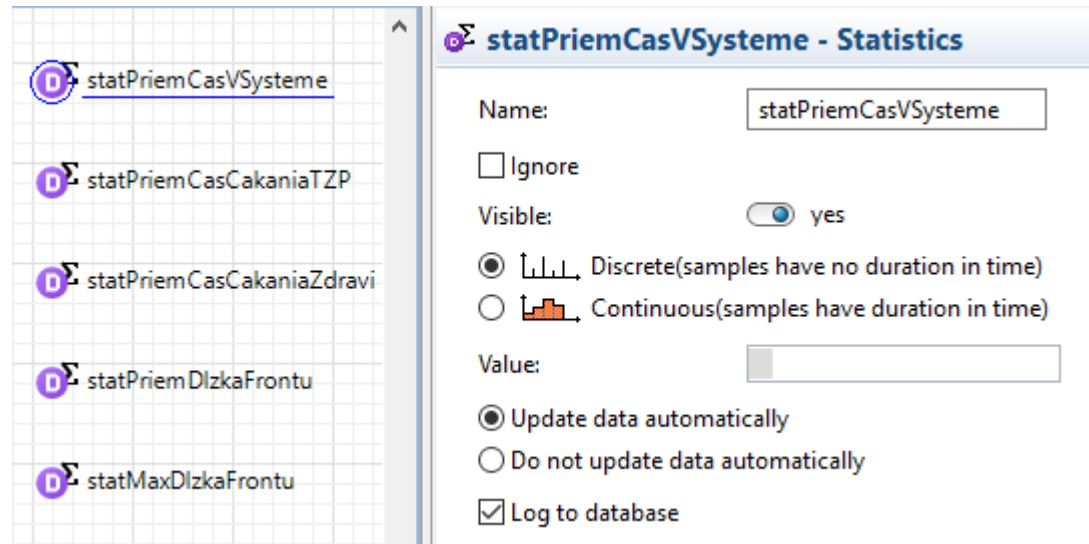
☒ Simulation progress ☒ Experiment progress

☐ Frames per second ☐ Events per second

☒ Memory

Štatistiky vyhodnocované za replikácie

- Objekty **Statistics**
- Nastavenia sú pre všetky štatistiky rovnaké



Zápis údajov do štatistík počas simulácie

- Replikacie – Parameter Variation Experiment

▼ Java actions

Initial experiment setup:

Before each experiment run:

Before simulation run:

After simulation run:

```
statPriemCasVSysteme.add(root.statCasVSysteme.mean());  
statPriemCasCakaniaTZP.add(root.statCasCakaniaTZP.mean());  
statPriemCasCakaniaZdravi.add(root.statCasCakaniaZdravi.mean());  
statPriemDlзкаFrontu.add(root.statDlзкаFrontu.mean());  
statMaxDlзкаFrontu.add(root.statDlзкаFrontu.max());
```

After iteration:

After experiment:

Koniec