

Imitācijas modelēšanas tehnoloģijas apgūšana ar “ProModel” palīdzību



Prof., DSc., Dr.sc.ing. Galina Merkurjeva
M. Sc. ing. Liāna Napalkova



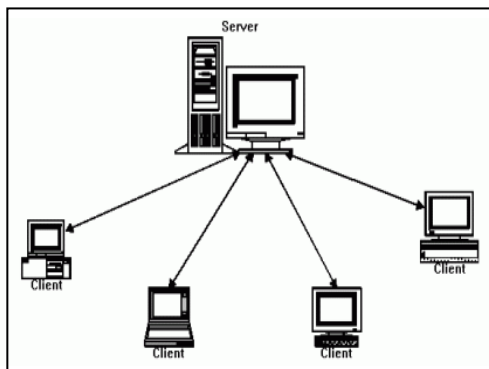
Lekcijas plāns

- Ievads
- Imitācijas modelēšanas programmlīdzeklis "ProModel"
- Imitācijas modelēšanas pamatposmi "ProModel" vidē
- "ProModel" grafiskais interfeiss
- "ProModel" failu struktūra
- "ProModel" imitācijas modeļu piemēri

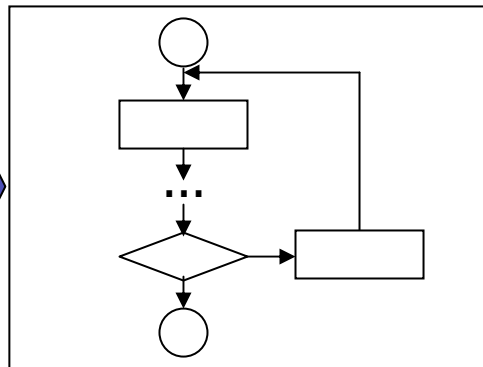
Ievads

- Imitācijas (imitējošais) modelis – algoritmisks modelis, kas imitē sistēmas darbības algoritmu, datorprogrammu veidā.

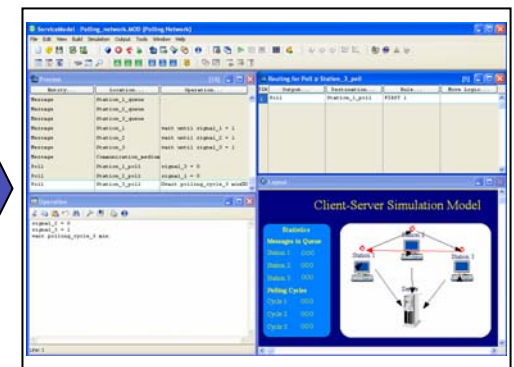
Reālā sistēma



Algoritmisks modelis



Imitācijas modelis



Imitācijas modelēšanas programmlīdzeklis "ProModel"

Ražošanas un loģistikas
sistēmu modelēšanas
programmlīdzeklis

Ieejas datu
statistiskā analīze
("Stat::Fit" līdzeklis)

Izejas datu
analīze un optimizācija
("Output Viewer" un
"SimRunner" līdzekli)

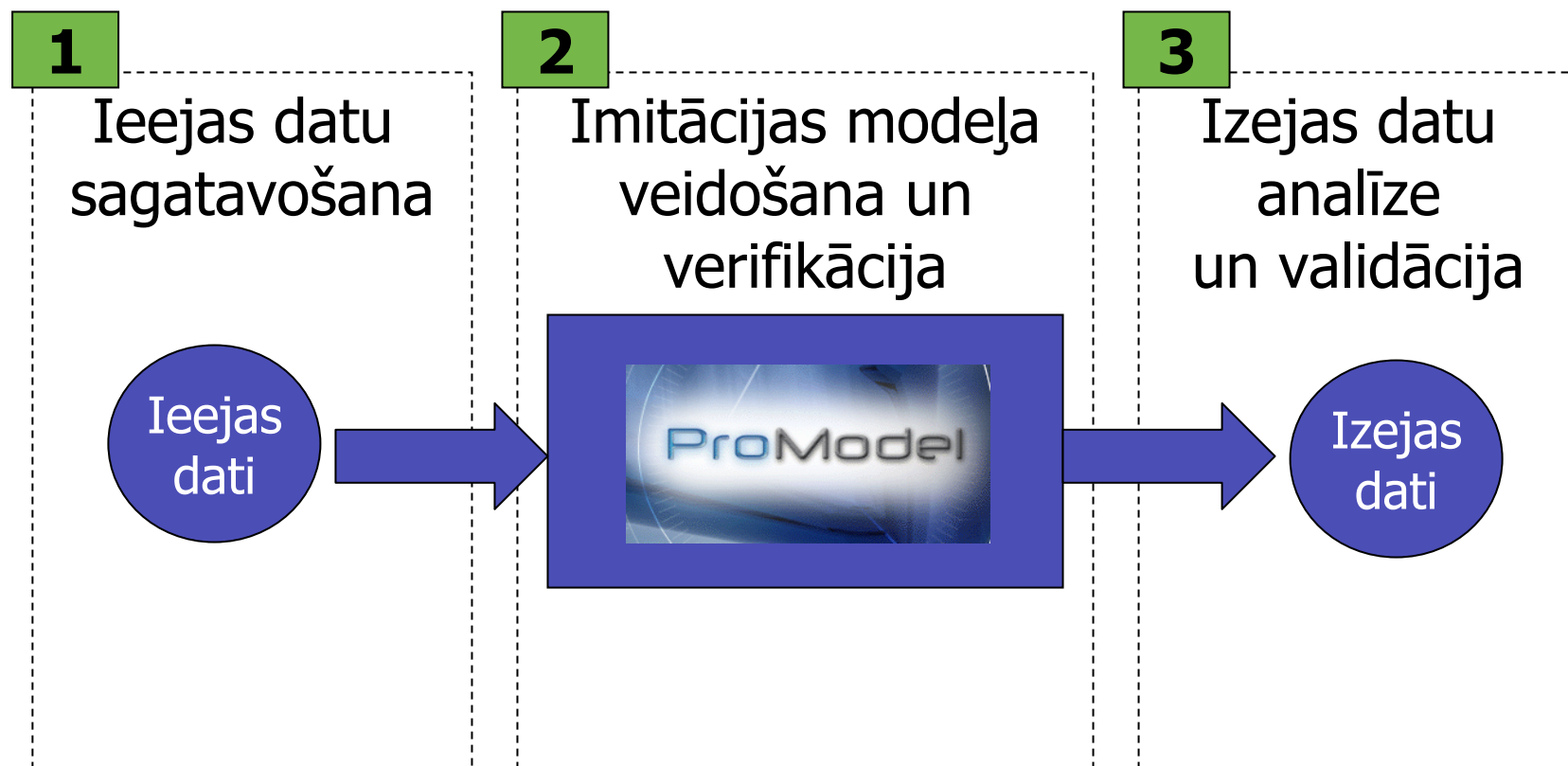
Imitācijas modelēšanas
scenāriju veidošana



Datu eksportēšana
MS Excelī

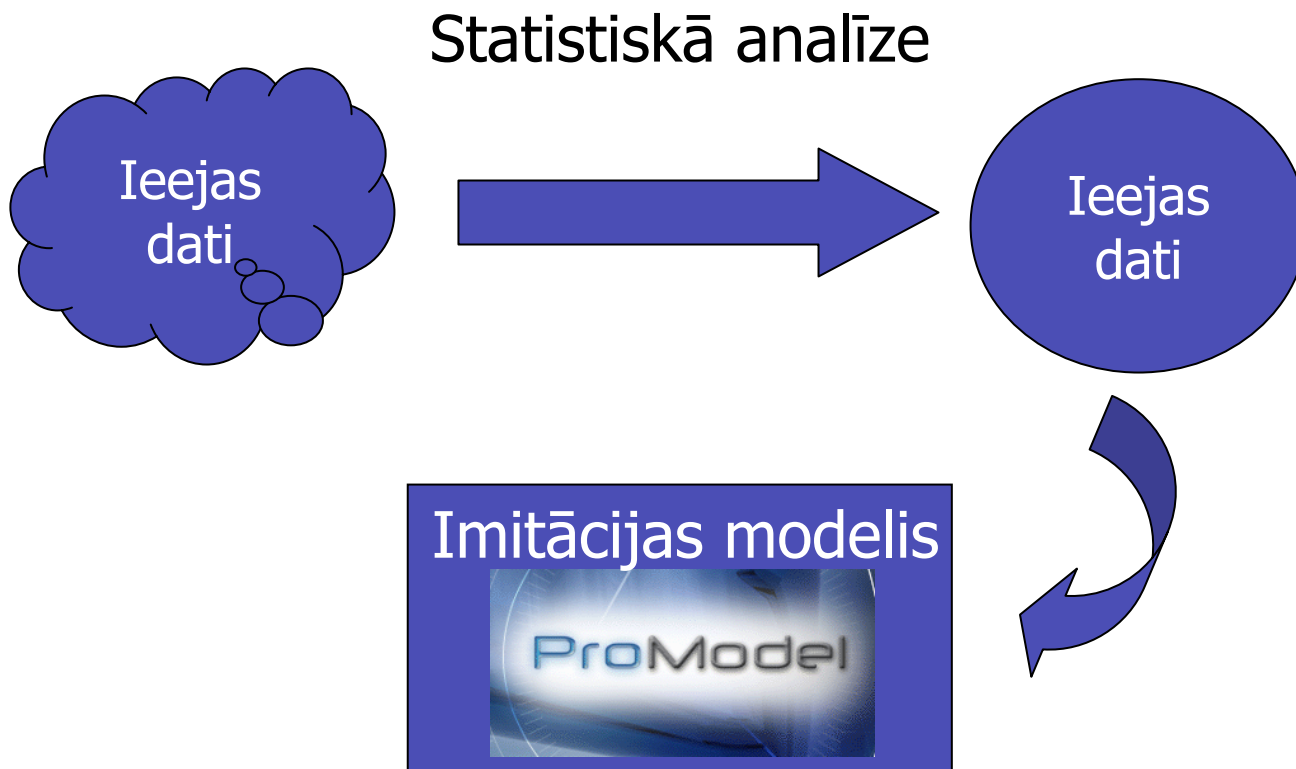
Grafiskais interfeiss

Imitācijas modelēšanas pamatposmi "ProModel" vidē





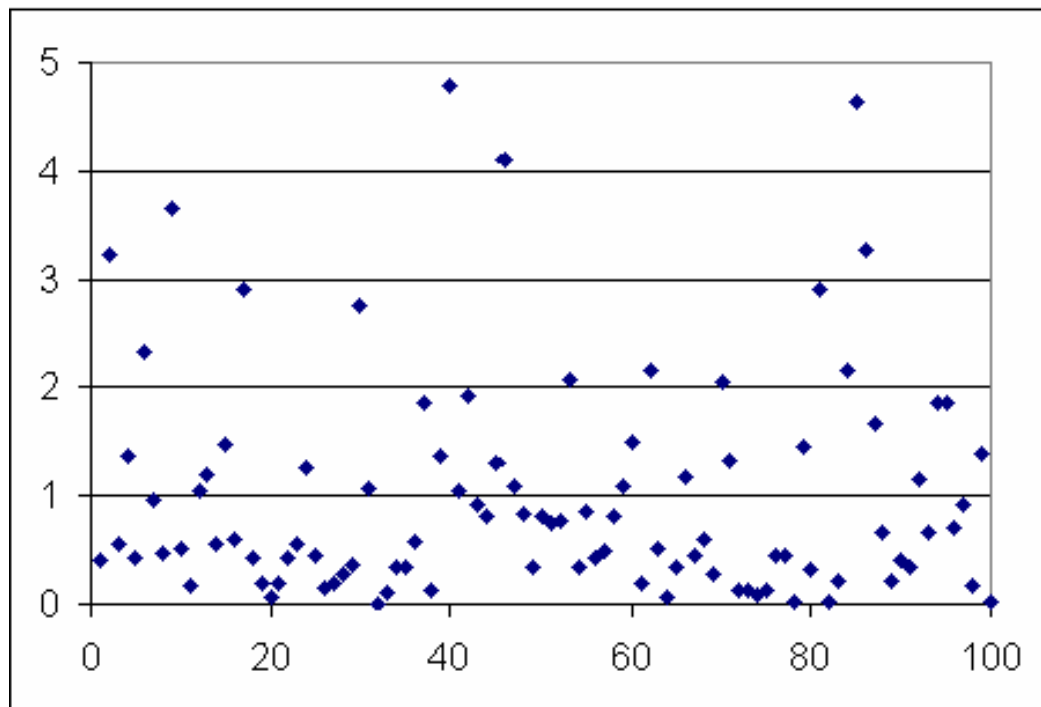
1. Ieejas datu sagatavošana



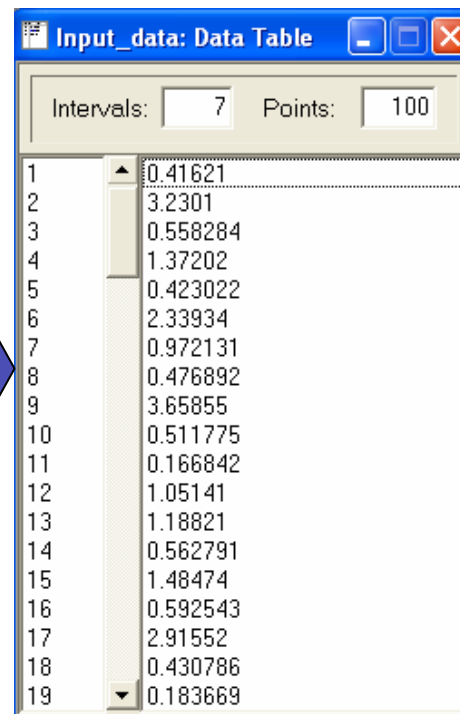
1. Ieejas datu sagatavošana

Piemērs:

Sākotnējie ieejas dati



Datu statistiskās analīzes
programmlīdzeklis
"Stat::Fit"

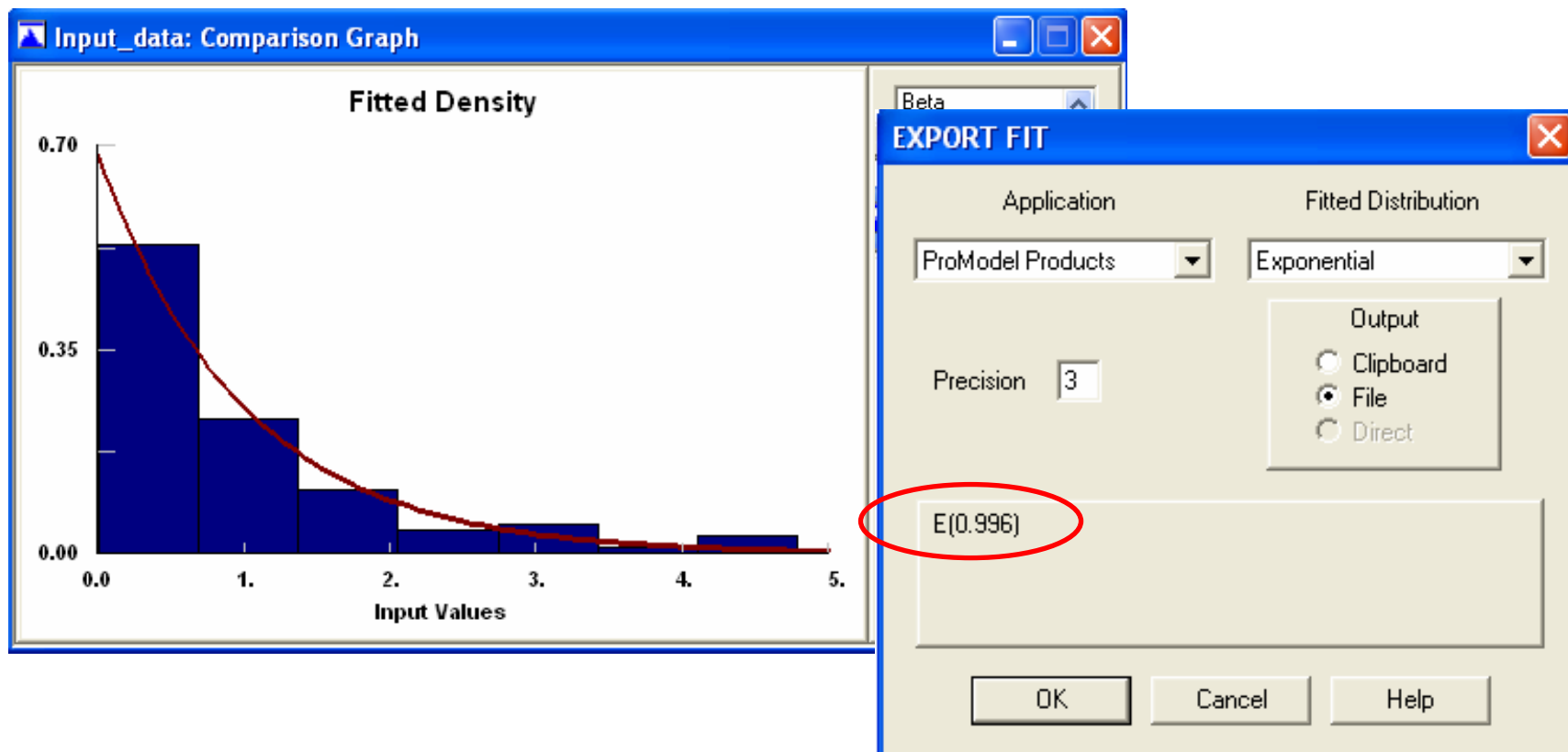


A screenshot of the "Stat::Fit" software interface. The window title is "Input_data: Data Table". It has a menu bar with "File", "Edit", "View", and "Help". Below the menu bar, there are two input fields: "Intervals:" with a value of 7, and "Points:" with a value of 100. The main area of the window displays a list of 19 data points, numbered 1 to 19 on the left and their corresponding values on the right. A blue arrow points from the scatter plot to this table.

Interval	Value
1	0.41621
2	3.2301
3	0.558284
4	1.37202
5	0.423022
6	2.33934
7	0.972131
8	0.476892
9	3.65855
10	0.511775
11	0.166842
12	1.05141
13	1.18821
14	0.562791
15	1.48474
16	0.592543
17	2.91552
18	0.430786
19	0.183669

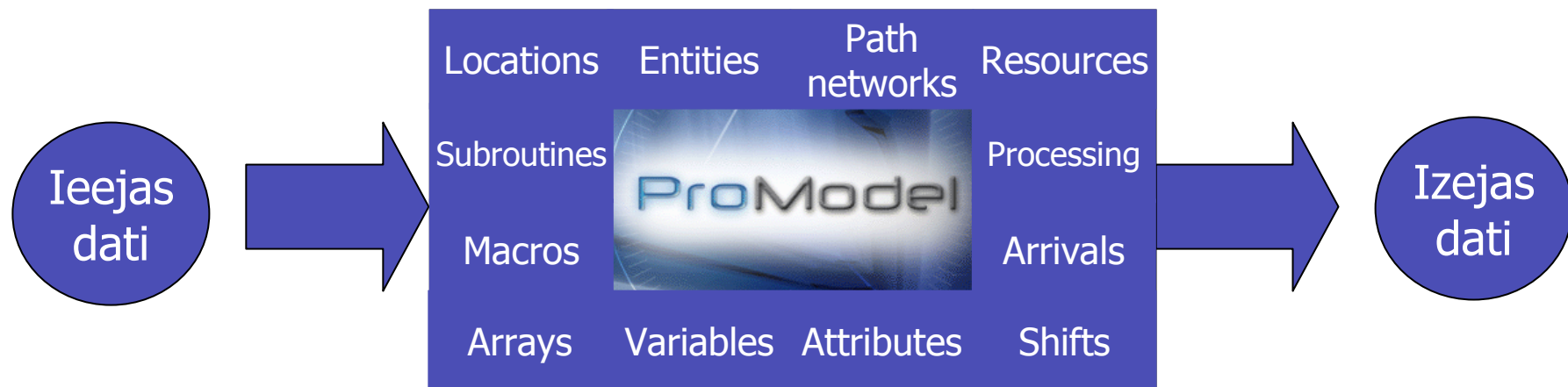
1. Ieejas datu sagatavošana

Piemērs (turpinājums):



2.1. Imitācijas modeļu veidošana "ProModel" vidē

- Imitācijas modeļi tiek veidoti no atsevišķiem moduļiem.



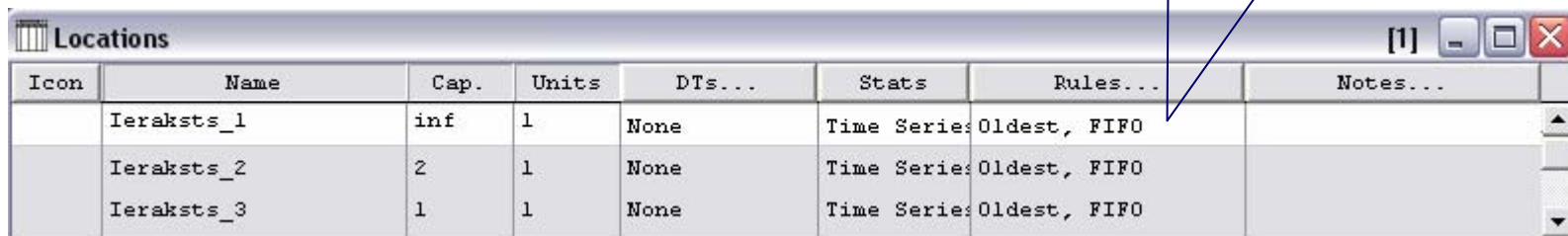
2.1. Imitācijas modeļu veidošana "ProModel" vidē

- Katrs modulis sastāv no tabulas (*edit table*) un dialogu logiem (*dialog boxes*).
- Tabula sastāv no ierakstiem, katrs no kuriem definē atsevišķo modeļa elementu.

Piemērs:


Moduļa "Locations" tabula

Tabulas ieraksti



Icon	Name	Cap.	Units	DTs...	Stats	Rules...	Notes...
	Ieraksts_1	inf	1	None	Time Series Oldest, FIFO		
	Ieraksts_2	2	1	None	Time Series Oldest, FIFO		
	Ieraksts_3	1	1	None	Time Series Oldest, FIFO		

2.1. Imitācijas modeļu veidošana “ProModel” vidē



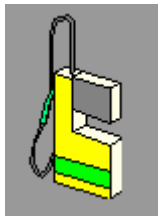
Build	Simulation	Output	Tools
Locations		Ctrl+L	
Entities		Ctrl+E	
Path Networks		Ctrl+N	
Resources		Ctrl+R	
Processing		Ctrl+P	
Arrivals		Ctrl+A	
Shifts			▶
Attributes		Ctrl+T	
Variables (global)		Ctrl+B	
Arrays		Ctrl+Y	
Macros		Ctrl+M	
Subroutines		Ctrl+S	
More Elements			▶
General Information		Ctrl+I	
Cost			
Background Graphics			▶

- Moduli var būt aizpildīti ar nepieciešamu informāciju jebkurā secībā.
- Bet secība, kurā moduli tiek sakārtoti *Build* apakšizvēlnē, ir ieteicama.


2.1. Imitācijas modeļu veidošana “ProModel” vidē

- **Izvietojumi (*Locations*)** – ir noteiktās vietas modelī, kurās entītijas tiek uzkrātas vai apstrādātas.

Piemērs:



Benzīntanks

Locations [3]							
Icon	Name	Cap.	Units	DTs...	Stats	Rules...	Notes...
	Petrol_Tank	1	1	None	Time Series Oldest		

Benzīntanka kapacitāte


2.1. Imitācijas modeļu veidošana “ProModel” vidē

- **Entītijas (*Entities*)** – ir objekti, kuri tiek apstrādāti modelī.

Piemērs:



Automašīna

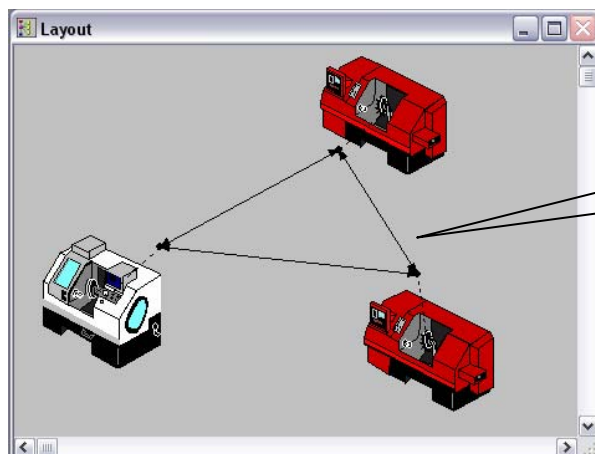
Entities [1]				
Icon	Name	Speed (mpm)	Stats	Notes...
	Auto	1000	Time Series	

Automašīnas ātrums

2.1. Imitācijas modeļu veidošana “ProModel” vidē

- **Ceļu tīkls (*Path networks*)** – iespējamo maršrutu kopa entītiju un resursu pārvietošanai.

Piemērs:



Path Networks					
Graphic...	Name	Type	T/S	Paths...	Interfaces...
	Path_network_1	Passing	Speed & Distance	3	3

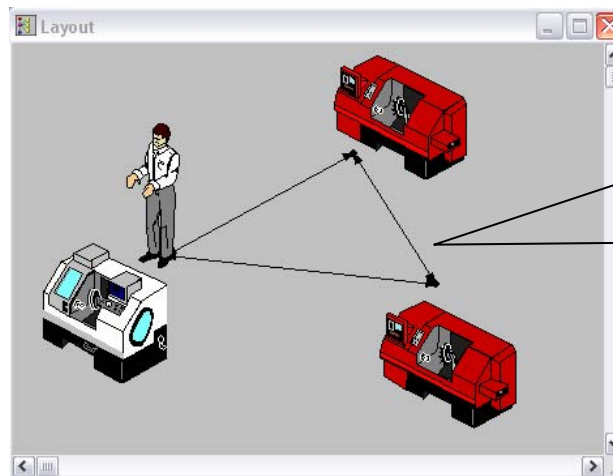
2.1. Imitācijas modeļu veidošana “ProModel” vidē

- **Resursi (*Resources*)** – ar tiem modelē transportēšanas līdzekļus vai palīgpersonālu, kas veic noteiktas operācijas. Resursiem definē ceļu tīklus (*Path Network*), pa kuriem tie pārvietojas starp izvietojumiem.


Piemērs:



Mehāniķis



Mehāniķis
pārvietojas pa
ceļu tīkla
“Path_network_1”

Icon	Name	Units	DTs...	Stats	Specs...	Search...	Logic...	Pts...
	Mehanikis	1	None	By Unit	Path_network_1	None	0	1



2.1. Imitācijas modeļu veidošana “ProModel” vidē

- **Procesi un Maršrutizācija** (*Processing and Routing*):
 - **Procesi** apraksta ar entītijām izvietojumos veiktās operācijas.
 - **Maršrutizācija** definē entītijas pārvietošanās ceļus modelī. Tie nosaka entītijas pārvietošanu no izvietojuma, kurā tika pabeigts process jeb entītijas apstrāde, uz nākamo entītijas izvietojumu (*Destination*) un nosaka pārvietošanās likumus (*Routing Rules*) jeb izvēles kritērijus starp iespējamajiem izvietojumiem.

2.1. Imitācijas modeļu veidošana "ProModel" vidē

Piemērs:



Entītija "Auto" pārvietojas
no izvietojuma AutoQueue...

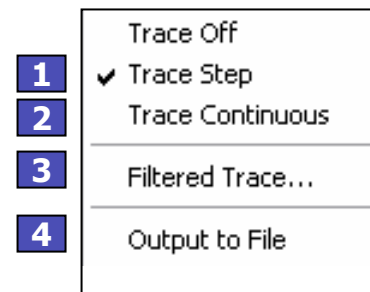
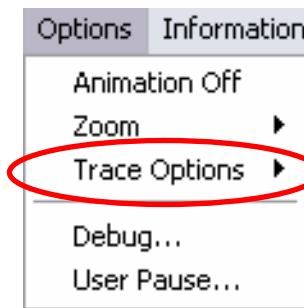
Process [2]		
Entity...	Location...	Operation...
Auto	Arrivals	Number_entered=Number_entered
Auto	AutoQueue	
Auto	Departure_Failed	Total_number_auto=Total_number_auto
Auto	Petrol_Tank	Purchase=Petrol()
Auto	Departure_Served	Total_number_auto=Total_number_auto

...uz izvietojumu
"Petrol_Tank"

Routing for Auto @ AutoQueue			
Slk	Output...	Destination...	Rule...
1	Auto	Petrol_Tank	FIRST 1

2.2. Imitācijas modeļu verifikācija “ProModel” vidē

- Modeļu verifikācija notiek ar trasēšanas procedūras palīdzību.
- “ProModel” atbalsta vairākus trasēšanas veidus.



2.2. Imitācijas modeļu verifikācija “ProModel” vidē

Trasēšanas logs

“Trace Step” trasēšanas veids

ProModel - Lab_3_1.mod (Petrol station) - [Normal Run]

File Simulation Options Information Window Interact Help

2006.01.02 00:17

Not served
0

P1

Petrol Station

95 E 0.675

DD 0.619

Litres
0

P2

Number in queue
1

Number served
1

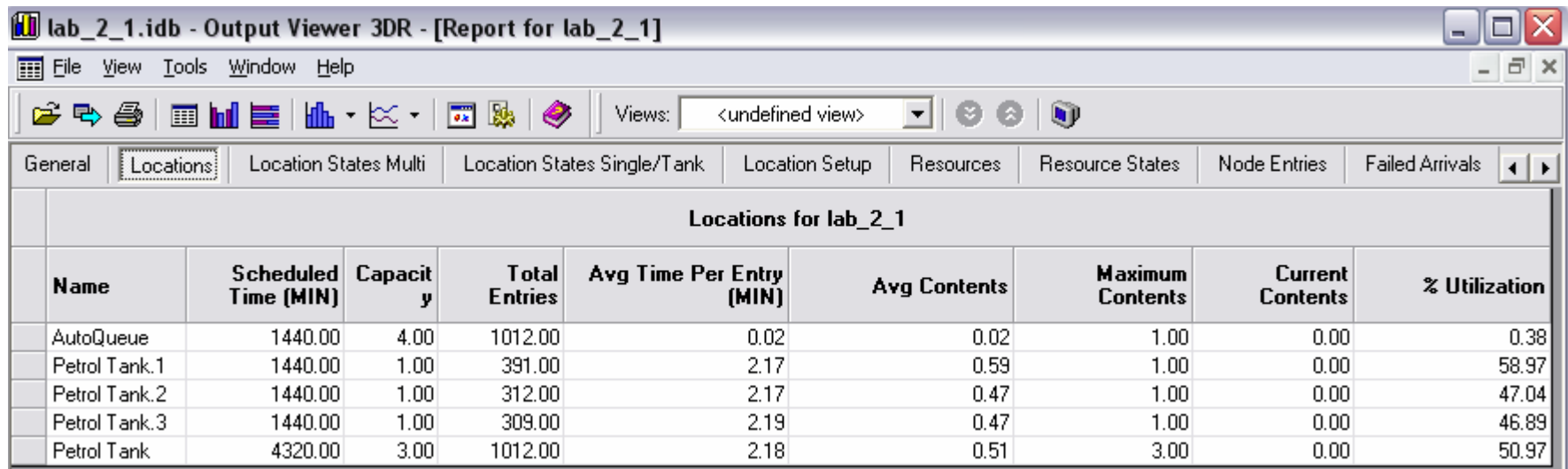
Sold petrol, L
30

TRACE - Filter Off

```
00:16.660 1 Auto scheduled to arrive at Arrivals.  
00:16.660 Auto arrives at Arrivals.  
00:16.660 For Auto at Arrivals:  
00:16.660 Auto enters Arrivals.  
00:16.660 Int: Number_entered = 2 [old value = 1]  
00:16.660 Int: Total_number_auto = 1 [old value = 0]  
00:16.660 Select route from route block #1; output que  
00:16.660 For Auto at Arrivals:  
00:16.660 AutoQueue is selected for routing.  
00:16.660 The main entity is routed out as Auto.  
00:16.660 Output is named as Auto.  
00:16.660 Start move to AutoQueue.  
00:16.660 For Auto at Arrivals:  
00:16.660 Process completed.  
00:16.660 Release the captured capacity.  
00:17.160 Auto arrives at AutoQueue.  
00:17.160 For Auto at AutoQueue:  
00:17.160 Auto enters AutoQueue.  
00:17.160 Start moving for 0.000 Min.  
00:17.160 Select route from route block #1; output que  
00:17.160 For Auto at AutoQueue:  
00:17.160 Petrol_Tank is selected for routing.  
00:17.160 The main entity is routed out as Auto.  
00:17.160 Output is named as Auto.  
00:17.160 Start move to Petrol_Tank.  
00:17.160 Auto arrives at Petrol_Tank.  
00:17.160 Petrol_Tank.1 is selected.  
00:17.160 For Auto at Petrol_Tank.1:
```

3.1. Izejas datu apskats un analīze

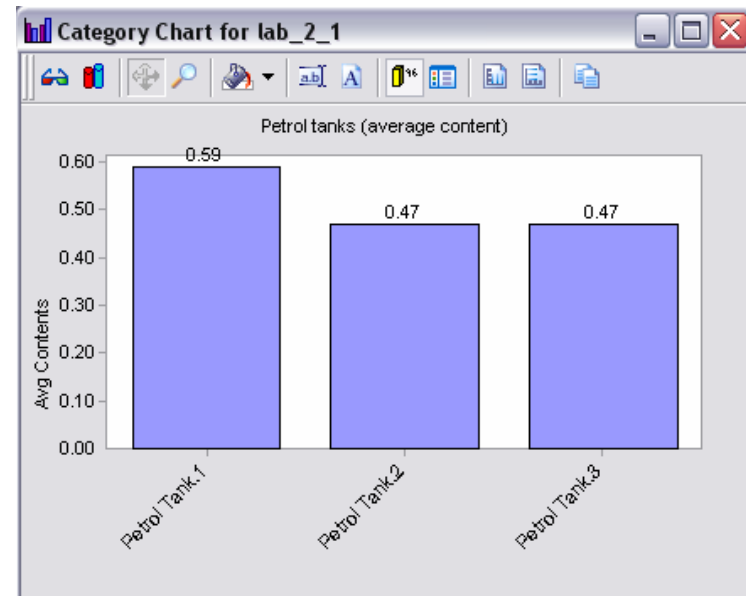
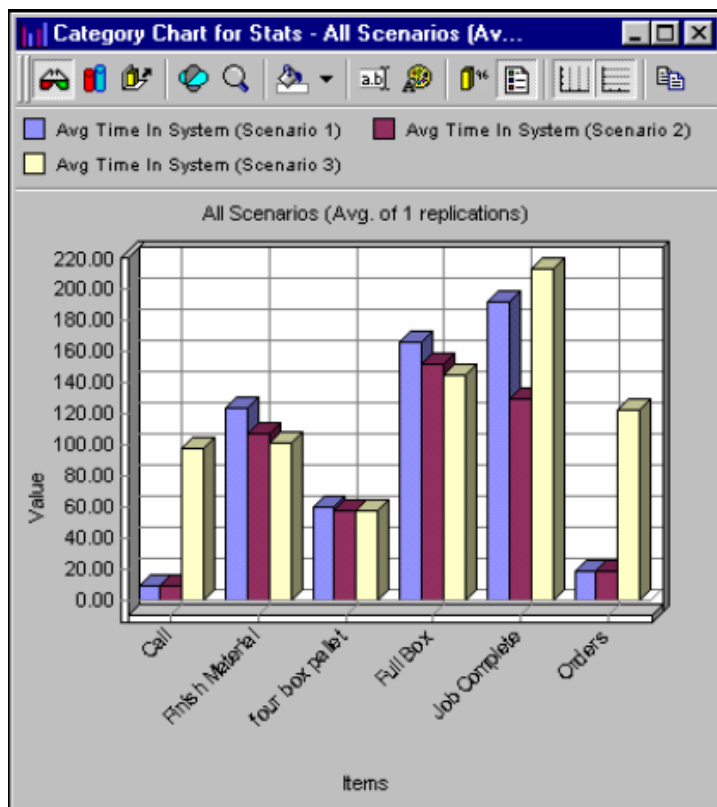
- Imitācijas modeļu izejas dati tiek automātiski eksportēti datu redaktorā "Output Viewer".



Locations for lab_2_1									
Name	Scheduled Time (MIN)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization	
AutoQueue	1440.00	4.00	1012.00	0.02	0.02	1.00	0.00	0.38	
Petrol Tank.1	1440.00	1.00	391.00	2.17	0.59	1.00	0.00	58.97	
Petrol Tank.2	1440.00	1.00	312.00	2.17	0.47	1.00	0.00	47.04	
Petrol Tank.3	1440.00	1.00	309.00	2.19	0.47	1.00	0.00	46.89	
Petrol Tank	4320.00	3.00	1012.00	2.18	0.51	3.00	0.00	50.97	

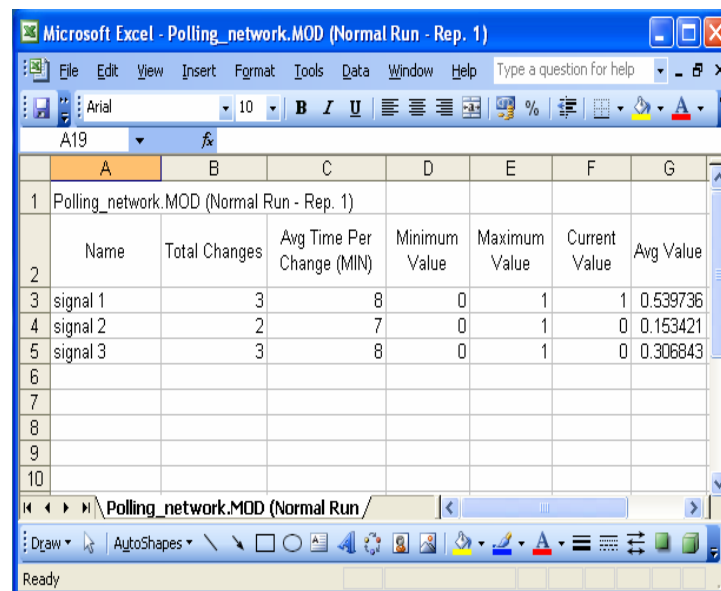
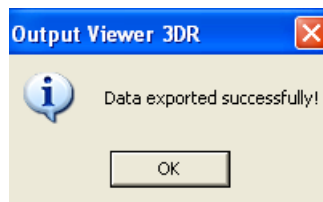
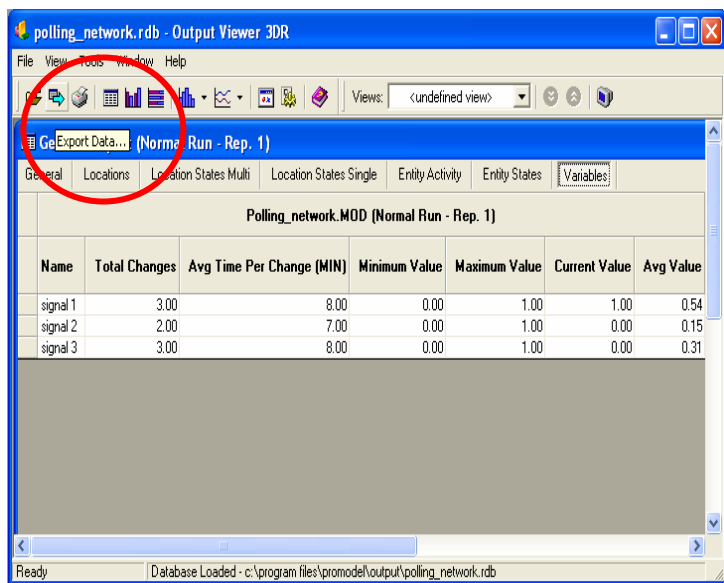
3.1. Izejas datu apskats un analīze

- "Output Viewer" atbalsta izejas datu grafisko analīzi.



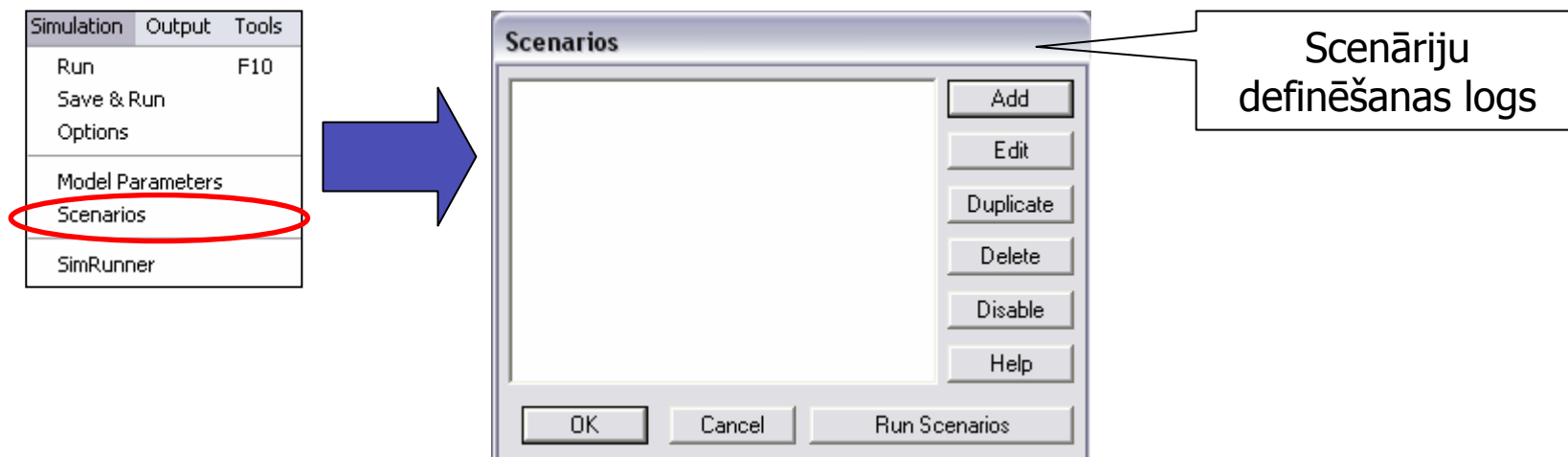
3.1. Izejas datu apskats un analīze

Dati no "Output Viewer" var būt eksportēti MS Excelī detalizētai analīzei.



3.2. Imitācijas modelēšanas scenāriju veidošana

- Imitācijas modelēšanas scenārijs ir modeļa parametru kopa, kurā katram parametram tiek piešķirta noteiktā vērtība

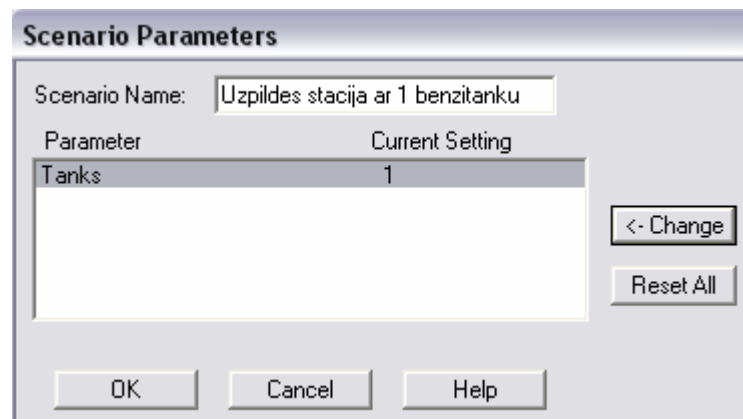
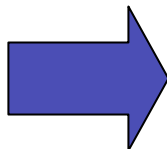
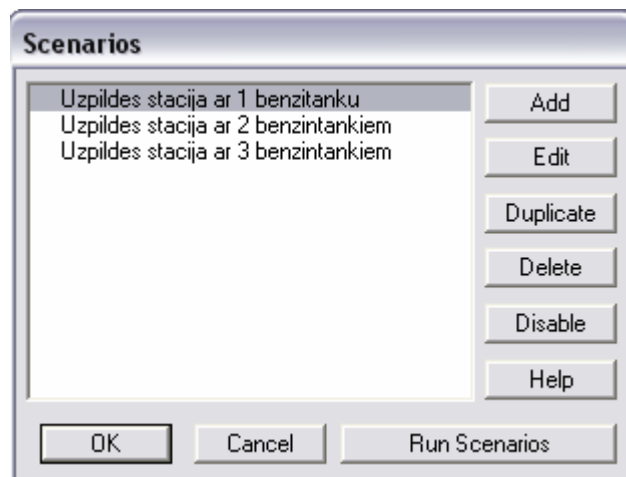


3.2. Imitācijas modelēšanas scenāriju veidošana

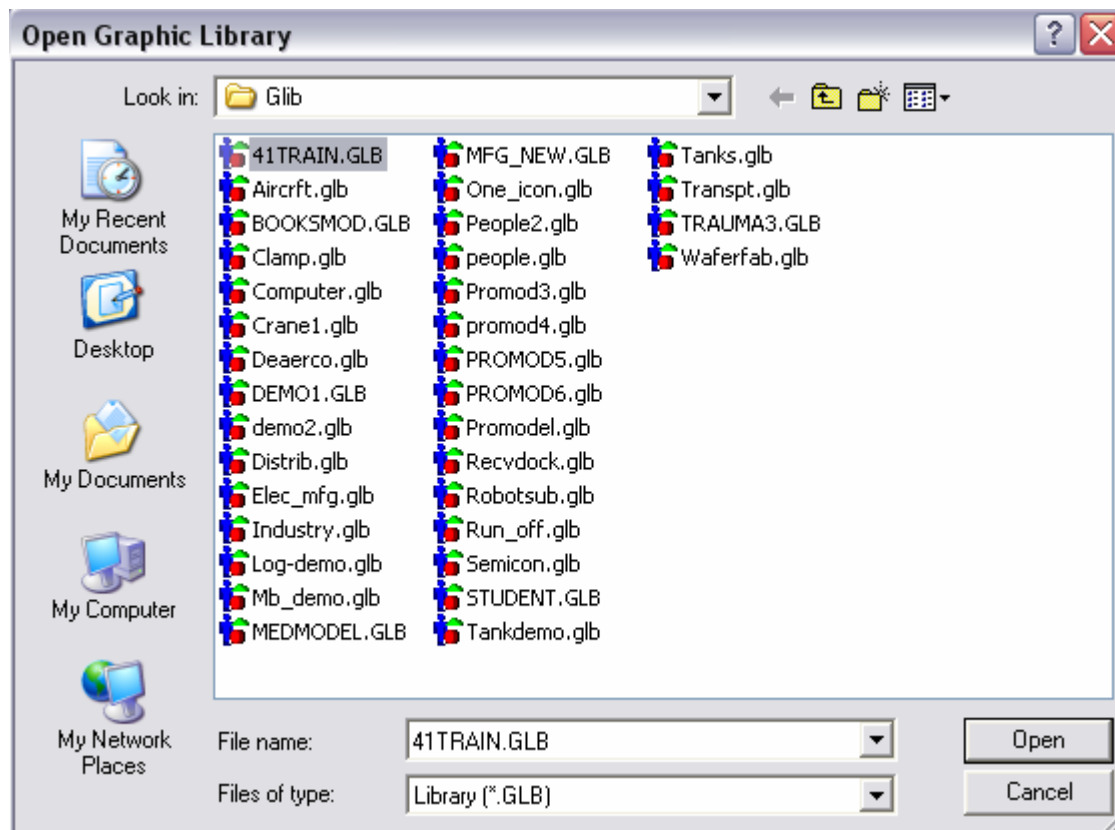
Piemērs:

Trīs scenāriji:

1. Uzpildes stācija ar 1 benzīntanku,
2. Uzpildes stācija ar 2 benzīntankiem,
3. Uzpildes stācija ar 3 benzīntankiem.



“ProModel” grafiskais interfeiss



Grafisko bibliotēku skaits - 34

"ProModel" grafiskais interfeiss

Piemēri:



Transpt.glb



Aircraft.glb



“ProModel” failu struktūra

Modeļa fails:

- *.mod - imitācijas modeļa fails.

Ieejas faili:

- *.xls – masīvu fails MS Excel formātā,
- *.glb – grafiskās bibliotēkas fails,
- *.sfp – statistisko datu fails,
- *.sft – darba maiņu fails.

Izejas faili:

- *.idb – izejas datu fails.

Piemērs 1. Klienta-servera imitācijas modelis

Client-Server Simulation Model

Statistics

Messages in Queue

Station 1: 0

Station 2: 3

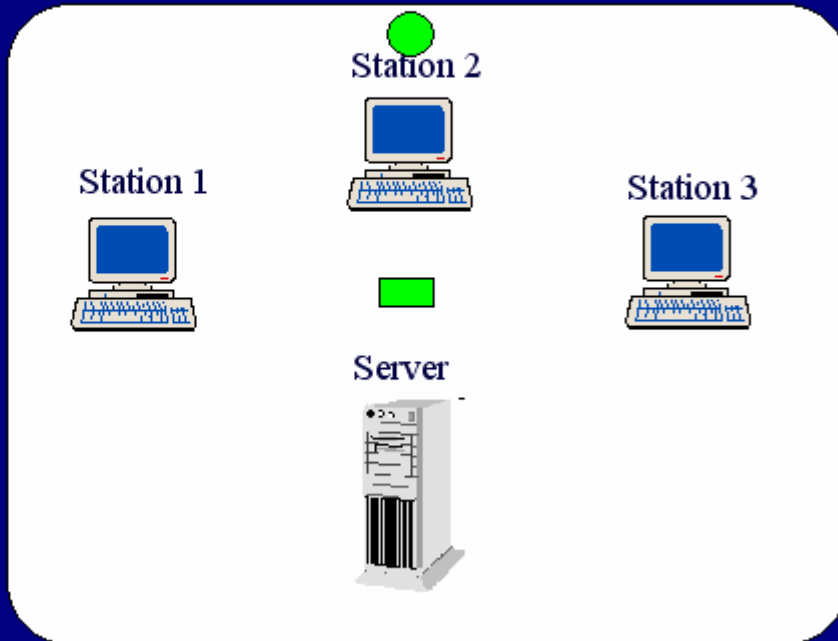
Station 3: 5

Polling Cycles

Cycle 1: 9

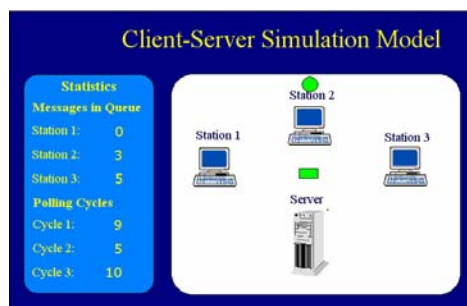
Cycle 2: 5

Cycle 3: 10



Piemērs 1. Klienta-servera imitācijas modelis

■ Imitācijas modeļa veidošana



Entītiju tabula

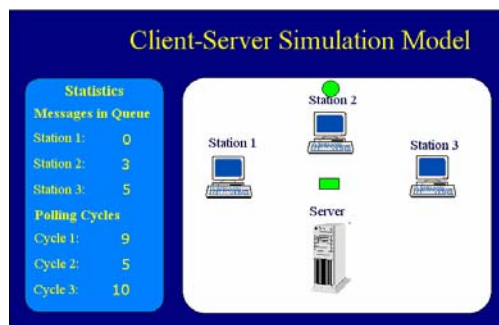
Icon	Name	Speed (mpm)	Stats	Notes...
	Message	0	Time Series	
	Poll	0	Time Series	

Izvietojumu tabula

Icon	Name	Cap.	Units	DTs...	Stats	Rules...	Notes...
	Station_1_queue	inf	1	None	Time Series	Oldest, FIFO	
	Station_2_queue	inf	1	None	Time Series	Oldest, FIFO	
	Station_3_queue	inf	1	None	Time Series	Oldest, FIFO	
	Station_1	1	1	None	Time Series	Oldest	
	Station_2	1	1	None	Time Series	Oldest	
	Station_3	1	1	None	Time Series	Oldest	
	Station_1_poll	1	1	None	Time Series	Oldest	
	Station_2_poll	1	1	None	Time Series	Oldest	
	Station_3_poll	1	1	None	Time Series	Oldest	
	Communication_medium	1	1	None	Time Series	Oldest	

Piemērs 1. Klienta-servera imitācijas modelis

■ Imitācijas modeļa veidošana



Maršrutizācijas tabula

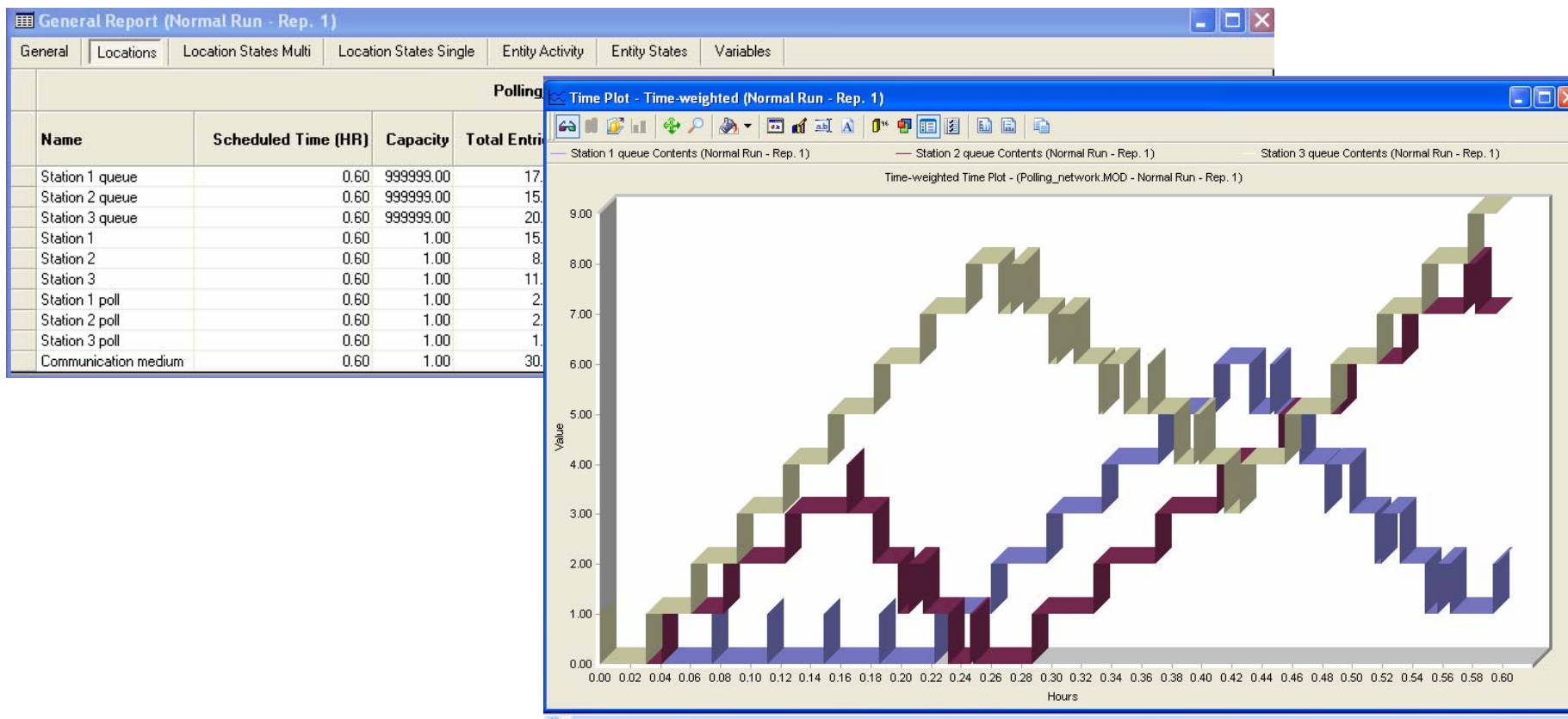
blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	Message	Station_1	FIRST 1	

Procesu tabula

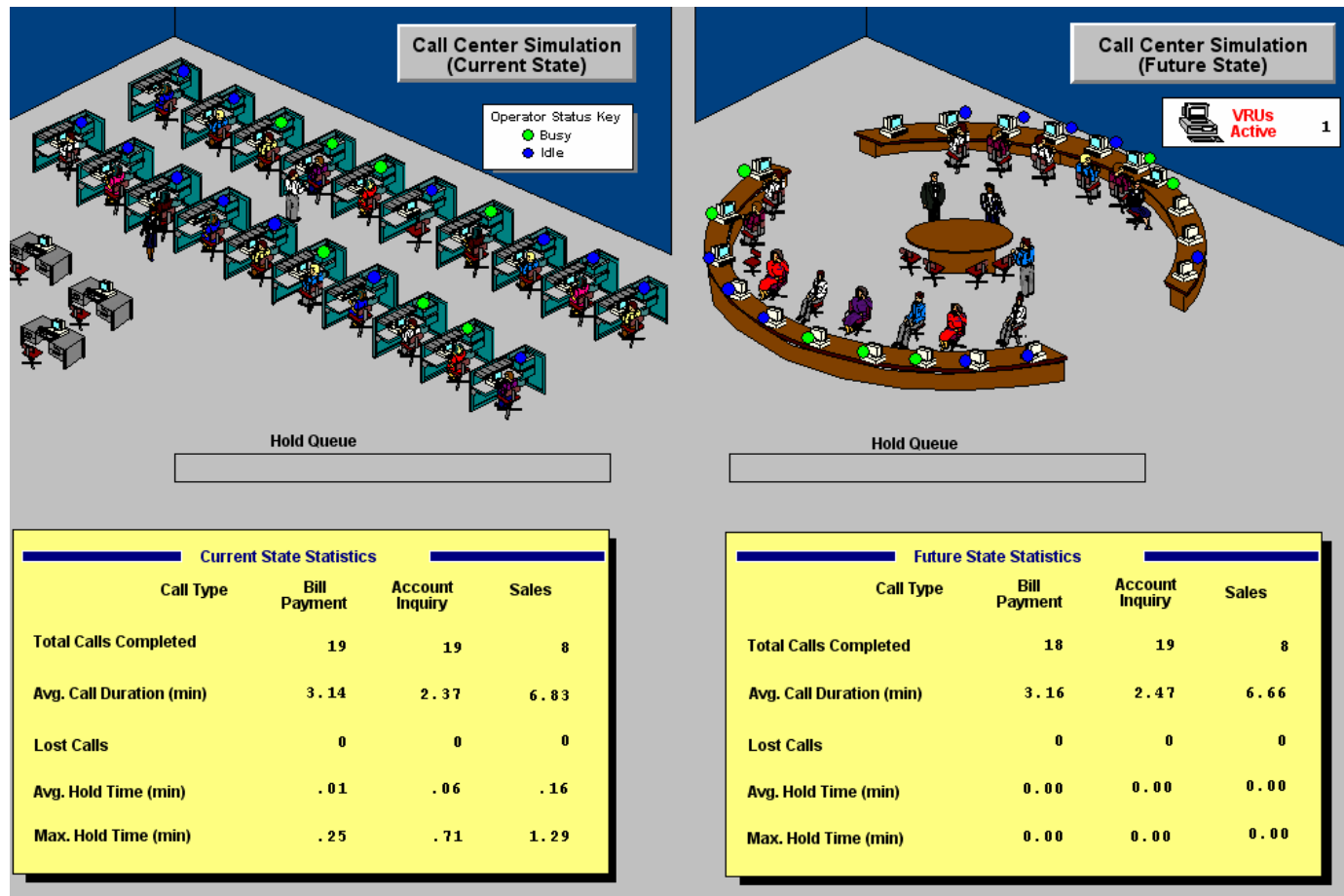
Entity...	Location...	Operation...
Message	Station_1_queue	
Message	Station_2_queue	
Message	Station_3_queue	
Message	Station_1	wait until signal_1 = 1
Message	Station_2	wait until signal_2 = 1
Message	Station_3	wait until signal_3 = 1
Message	Communication_medium	
Poll	Station_1_poll	signal_3 = 0
Poll	Station_2_poll	signal_1 = 0
Poll	Station_3_poll	signal_2 = 0

Piemērs 1. Klienta-servera imitācijas modelis

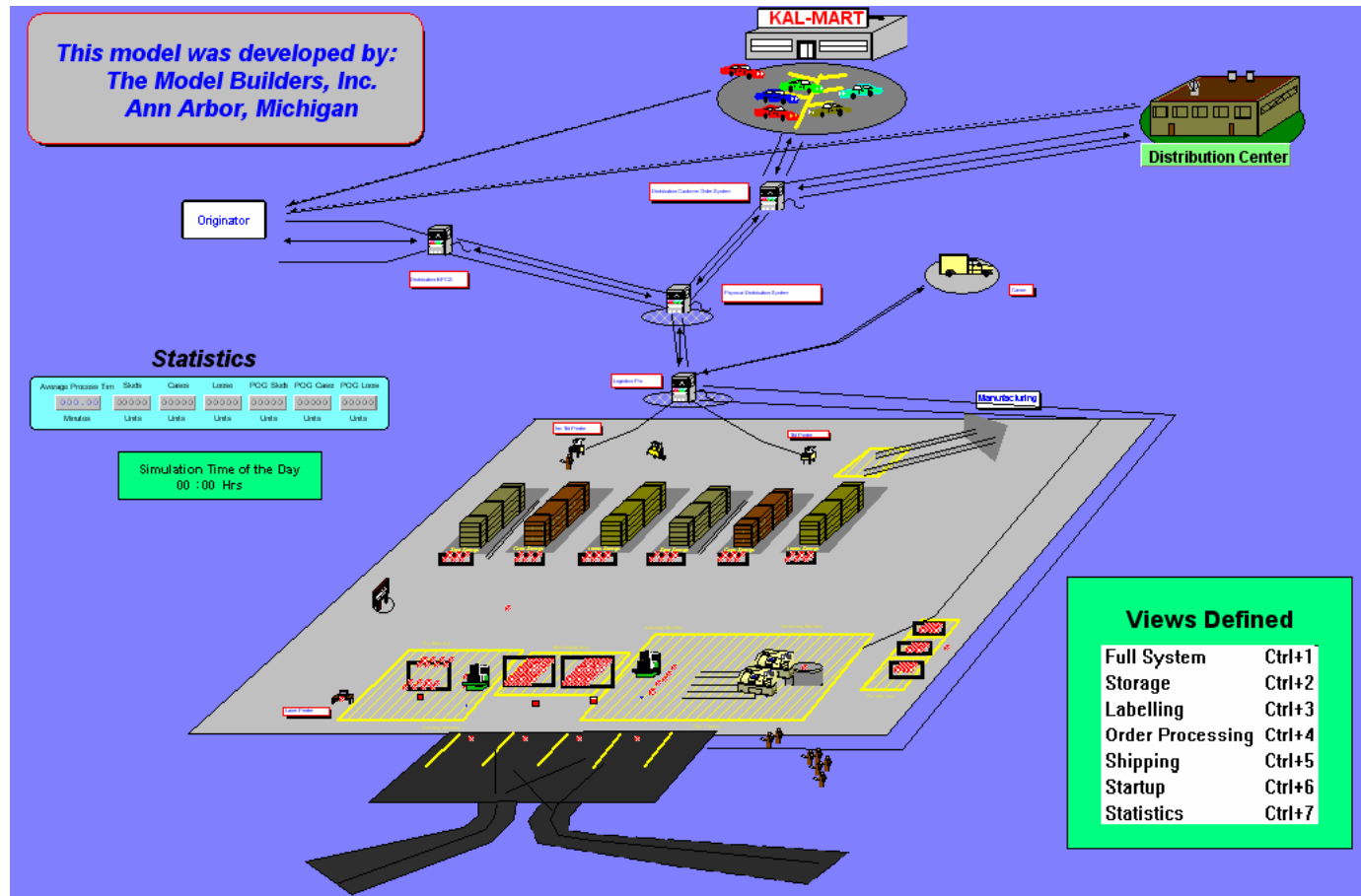
■ Izejas datu analīze



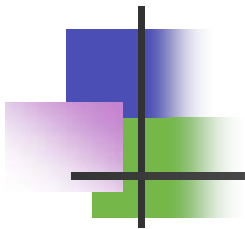
Piemērs 3. Klientu apkalpošanas imitācijas modelis



Piemērs 2. Sadales centra imitācijas modelis



ProModel demo modelis



Paldies par uzmanību.