

Osnove modeliranja in simulacije

1. seminarska naloga

## **Simuliranje avtomehanične delavnice**

poročilo

Ime priimek (vpisna številka)

Ime priimek (vpisna številka)

Ljubljana, dd.mm.llll

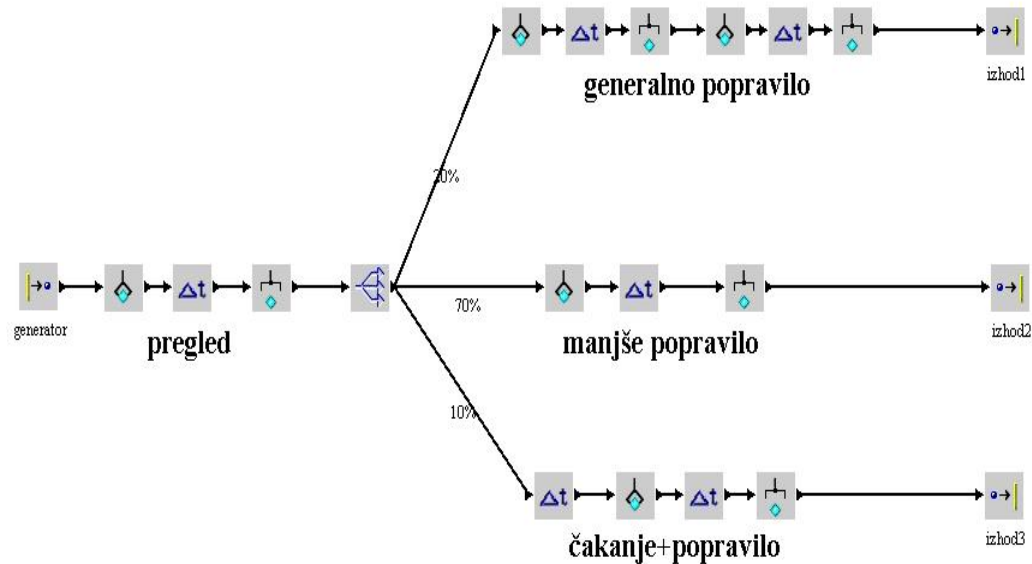
## Problem naloge

V avtomehanično delavnico prihajajo avtomobili. Avto najprej pregleda mojster (servis ima 2 mojstra) s pomočjo dveh delavcev (servis ima 12 delavcev). Za to porabijo 10-+6 minut. Od tod se servisiranje deli na tri dele:

- 20% avto gre v generalno popravilo, ki traja 16-+2 delovnih ur, zahteva prvo uro tudi mojstra, kasneje pa 3 delavce;
- 70% avto gre v manjše popravilo, ki traja 2 uri -+ 20 minut, zahteva pa 2 delavca;
- 10% avto mora biti dva dni v delavnici, da bi dobili rezervne dele, nato pa je popravljen v 2 urah -+ 20 minut, zahteva pa dva delavca;

Skušaj določiti maksimalen dotok avtomobilov v delavnico, ki bi ga podani resursi še bili sposobni obdelati.

## Model



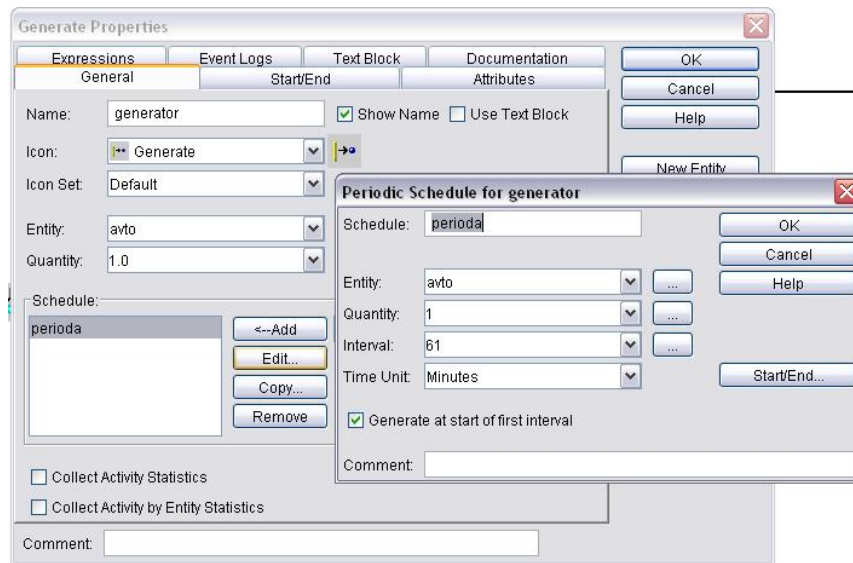
Model avtomehanične delavnice sestavlja 6 različnih gradnikov: Generate, GetResource, FreeResource, Delay, Branch in Dispose.

Najprej sva definirala **entiteto**, ki je v najinem problemu predstavljala **avto**.

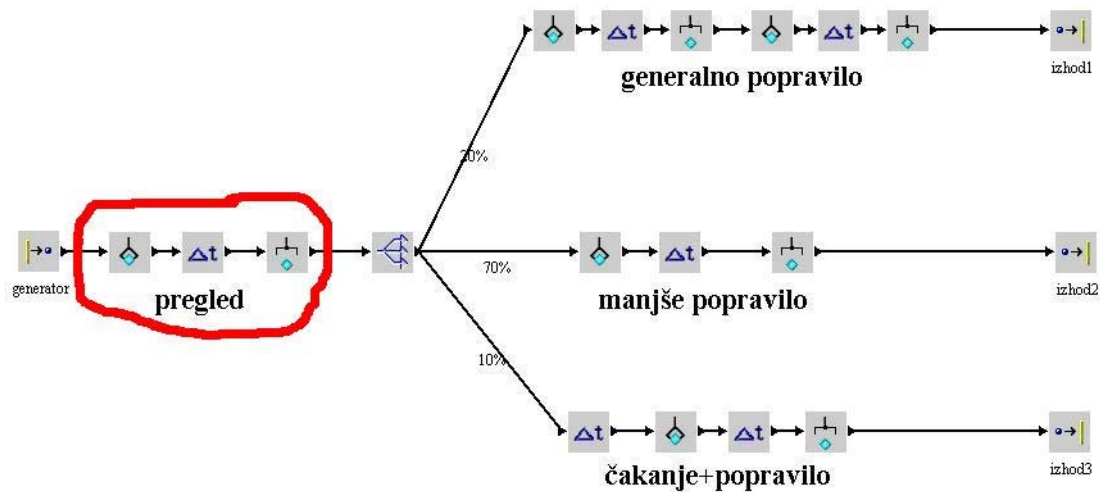
Sledila je definicija **resursov**, torej **delavec** in **mojster**.

Opis modela bo sledil od leve proti desni strani; v smeri potovanja entitet-avtomobilov.

V Generate se generirajo entitete – avtomobili. Ker je cilj tega modela bilo poiskati maksimalen dotok avtomobilov, sva po dokončanju modela spreminjala periodo generiranja nove entitete.

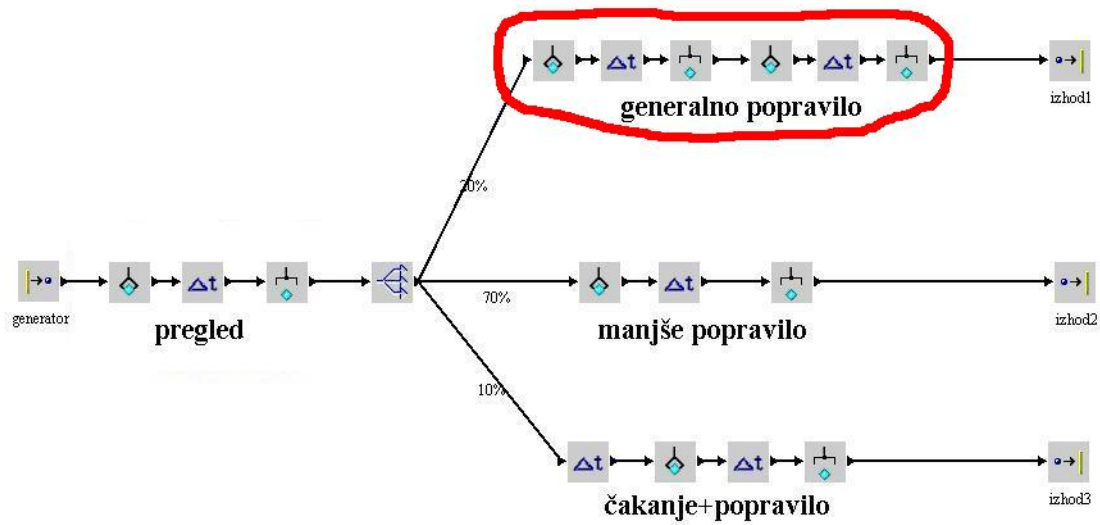


Vsak avtomobil je najprej bilo potrebno pregledati.

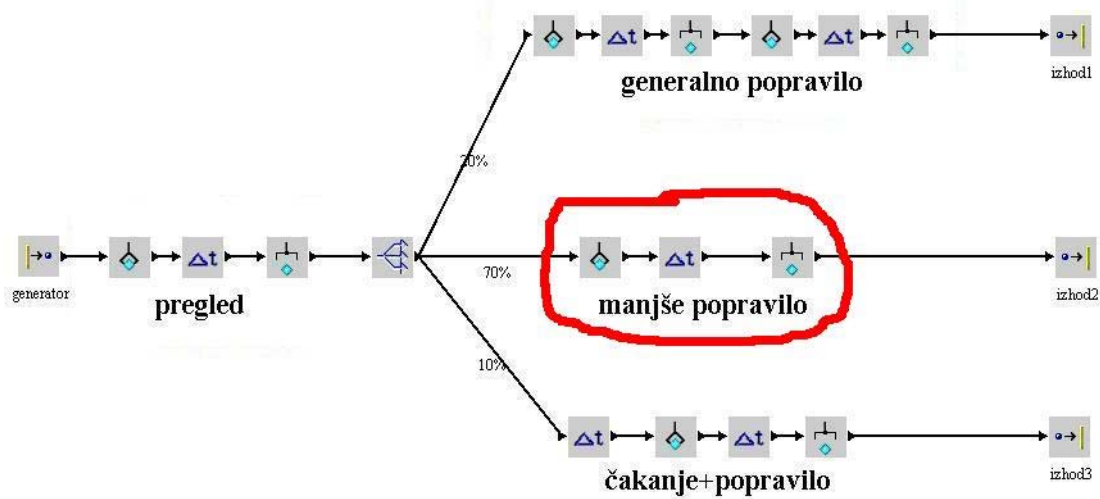


V gradniku GetResource se zasedejo ustrezni resursi (delavci&mojstri). Ker pregled traja nekaj časa, sledi Delay: porazdelitev Nor(10.0, 6.0). Po pregledu se resursi sprostijo, zato sledi FreeResource.

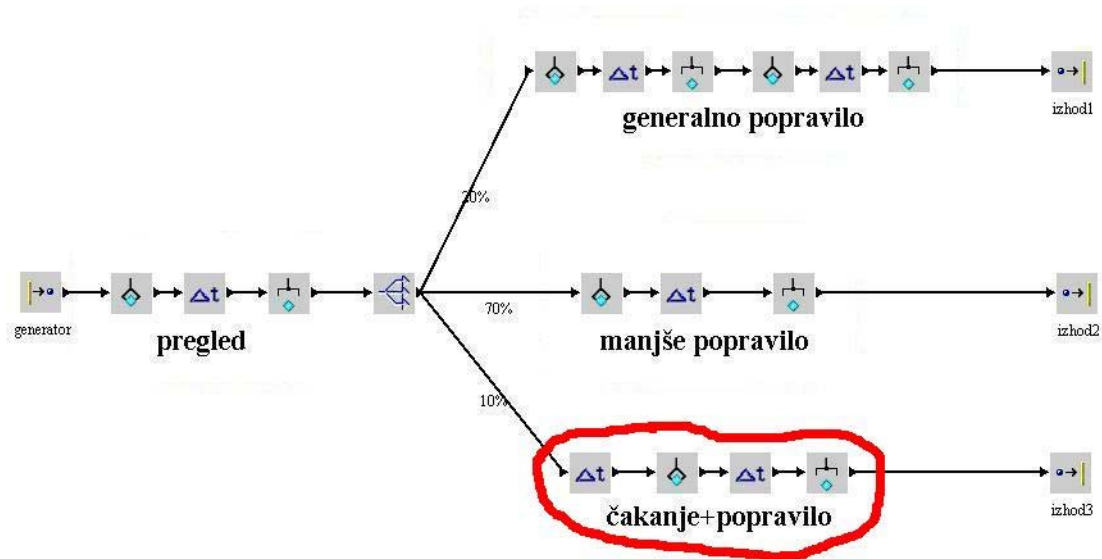
Ker se po pregledu avtomobila servisiranje deli na več delov, sledi Branch. Branch na podlagi verjetnosti usmerja avtomobile na potrebno popravilo.



V generalnem popravilu se najprej zasede resurs mojster. Z Delay zadržimo mojstra, s FreeResource pa ga sprostimo. Enak postopek velja za delavce.



Pri manjšem popravilu se zasedejo, zadržijo in nato sprostijo delavci.



Avtomobil najprej čaka na rezervni del, zato je na začetku potreben gradnik Delay. Po čakanju na rezervni del ga servisirajo delavci. Zato spet zaporedje GetResource -Delay-FreeResource.

Entitete zapustijo model z Dispose. Ker sva hotela nazorno prikazati, koliko avtomobilov gre v določeno vrsto popravila in pravilnost delovanja Branch-a, sva naredila 3 Dispose.

## Rezultati simuliranja

Za vsako periodo generiranja entitete (avtomobila) sva simulacijo pognala trikrat: najprej za eno leto, nato za pet let in na koncu za desetletje.

a) perioda avto/65min

Trajanje simulacije(let)	Total Generated	Remaining In System	Total processed	% Remaining In System
1	8087	21	8066	0.26
5	40453	10	40443	0.025
10	80906	13	80893	0.016

b) perioda avto/64min

Trajanje simulacije(let)	Total Generated	Remaining In System	Total processed	% Remaining In System
1	8213	56	8157	0.68
5	41086	50	41036	0.12
10	82171	14	82157	0.02

c) perioda avto/63min

Trajanje simulacije(let)	Total Generated	Remaining In System	Total processed	% Remaining In System
1	8343	<b>28</b>	8315	0.34
5	41738	<b>51</b>	41687	0.12
10	83475	<b>50</b>	83425	0.06

d) perioda avto/62min

Trajanje simulacije(let)	Total Generated	Remaining In System	Total processed	% Remaining In System
1	8478	143	8335	1.69
5	42411	630	41781	1.49
10	84821	924	83897	1.09

e) perioda avto/61min

Trajanje simulacije(let)	Total Generated	Remaining In System	Total processed	% Remaining In System
1	8617	94	8523	1.1
5	43106	741	42365	1.72
10	86212	2576	83636	2.99



## Zaključek

Najin cilj je najti maksimalen dotok avtomobilov v delavnico, ki bi ga podani resursi še bili sposobni obdelati.

Maksimalen dotok avtomobilov je največja frekvenca generiranja avtomobilov, pri kateri delež (%) avtomobilov, ki ostanejo v sistemu, NE narašča ob povečanju trajanja same simulacije.

Sprva sva simulirala primer, ko se avtomobil generira na vsakih 65 min. Delež preostalih avtomobilov v sistemu (Remaining In System) je ob vse daljšem izvajanju simulacije padal. To pomeni, da so resursi sposobni obdelati vse avtomobile, ki pridejo na popravilo. V primeru, da bi čas simulacije limitirala v neskončnost, bi % avtomobilov v sistemu bil 0.

Frekvenca avto/65min je izpolnjevala del pogoja za maksimalen dotok – z daljšanjem simulacije % preostalih ni naraščal. Če bi se izkazalo, da je frekvenca tudi največja, bi jo lahko proglasili za maksimum.

Zato sva povečala frekvenco na avto/64 min. Tudi pri tej frekvenci je delež padal. Rezultati so pokazali, da delež pri frekvenci avto/63min in avto/62min še pada, pri frekvenci avto/61min pa delež avtomobilov v sistemu že narašča. Po 5 letih simulacije je v sistemu avto/63min ostalo 51 avtomobilov, po 10 letih pa 50. Torej je število s časom ostalo konstantno, pri sistemu avto/62min pa število narašča. Ker je najin sistem omejen, torej ni neskončnih čakalnih vrst in strežnikov, kar pomeni, da je delavnica omejene velikosti, sklepava da je maksimalen dotok avtomobilov, ki so ga zaposleni še sposobni obdelati enak avto/63min!

V preciznejše iskanje maksimuma se nisva spuščala. Precizen maksimalen dotok je med 62 in 63minutami/avto. Delež preostalih avtomobilov pri preciznem maksimumu bi vseskozi bil enak (ne padal/naraščal ob krajši/daljši simulaciji).

Čeprav naloga ne zahteva, je zanimivo pogledati še zasedenost resursov (mojstri, delavci) pri maksimalnem dotoku avtomobilov.

Resource Names	Idle	Busy	Reserved
delavec	1.504%	98.496%	0.000%
mojster	82.131%	17.869%	0.000%

Kot je razvidno, sta mojstra (2) večino časa brez dela. Zato sva se odločila "odpustiti" enega mojstra in nato zagnati simulacijo (63min/avto; 5 in 10 let).

Entity Names	Total Generated	Remaining In System	Total Processed
avto 5 let	41738	83	41655
avto 10 let	83475	79	83396

	Idle	Busy	Reserved
delavec	1.345%	98.655%	0.000%
mojster	64.230%	35.770%	0.000%

Kljub “odpustitvi” enega mojstra je število popravljenih avtov ostalo skoraj enako, zasedenost mojstra pa se je podvojila! Zasedenost je prav tako ostala konstantna (5let 83; 10let 79). Pri tej frekvenci avtomobilov je takšna porazdelitev resursov (12 delavcev, 1 mojster) optimalna!