

Robotyzacja lista 2

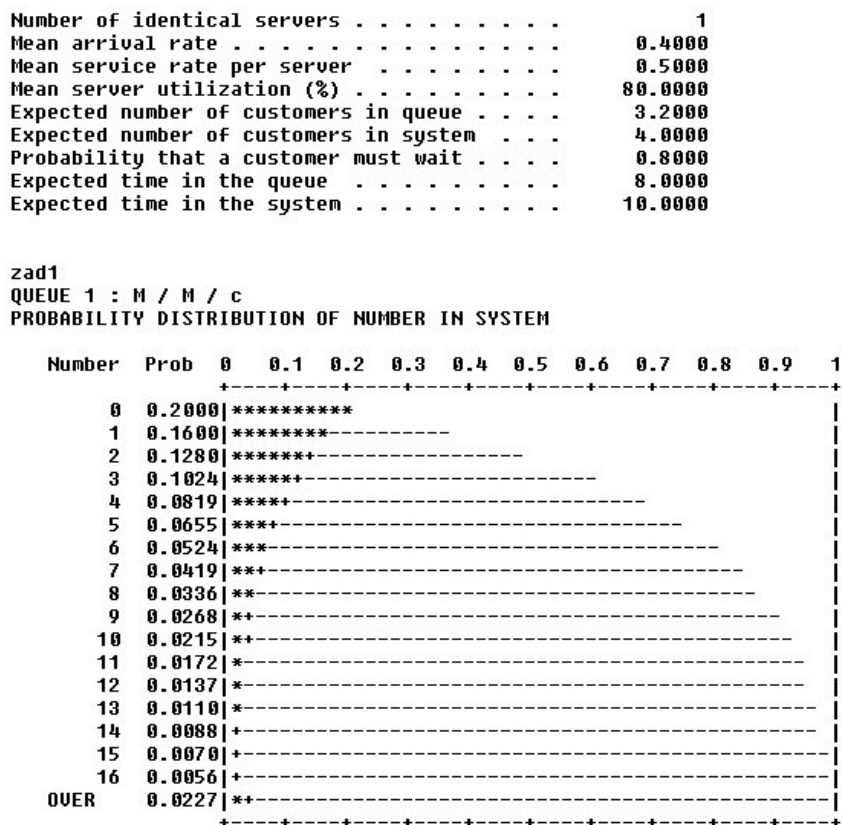
Filip Adamcewicz, ŚR/TP 12

1 Analiza kolejki $M|M|1|\infty$

Zadanie polega na obliczeniu i interpretacji podanego w treści modelu. W tabeli 1 przedstawiono model w Stromie, zaś na rysunku 1 wyniki. Współczynnik zgłoszeń wyrażono w przybyciach na minutę.

# SERVERS	1
SOURCE POP	INF
ARR RATE	0.4
SERV DIST	EXP
SERV TIME	2

Tabela 1: Model do zad. 1



Rysunek 1: Wyniki zad. 1

1.1 Interpretacja

Jest spełniony warunek stabilności - ESP przerabia o 1/10 palet więcej w jednostce czasu, niż przybywa do systemu.

Na wejściu bufor można ustawić na wielkość 4 palet (średnie 3.2 zaokrąglone w górę).

Większość czasu w systemie przebiega na czekaniu. Chociaż wykorzystanie robota wynosi 80 procent, może warto wymienić maszynę na sprawniejszą lub dołożyć drugą.

2 Analiza kolejki $M|M|2|5$

Zadanie polega na obliczeniu podanego modelu. W tabeli 2 przedstawiono model w Stromie, zaś na rysunku 2 wyniki.

# SERVERS	2
SOURCE POP	INF
ARR RATE	0.166667
SERV DIST	EXP
SERV TIME	10
WAIT CAP	5

Tabela 2: Model do zadania drugiego

```

Number of identical servers . . . . . 2
Mean arrival rate . . . . . 0.1667
Mean service rate per server . . . . . 0.1000
Waiting room capacity . . . . . 5
Mean server utilization (%) . . . . . 77.6673
Expected number of customers in queue . . . . 1.3360
Expected number of customers in system . . . 2.8894
Probability that a customer must wait . . . . 0.6752
Probability of service denial . . . . . 0.0680

```

```

zad1
QUEUE 1 : M / M / c / K
PROBABILITY DISTRIBUTION OF NUMBER IN SYSTEM

Number  Prob  0    0.1  0.2  0.3  0.4  0.5  0.6  0.7  0.8  0.9  1
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
0  0.1218|*****+
1  0.2030|*****+-----
2  0.1692|*****+-----
3  0.1410|*****+-----
4  0.1175|*****+-----
5  0.0979|*****+-----
6  0.0816|*****+-----
7  0.0680|*****+-----
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

Rysunek 2: Wyniki zad. 2

3 Symulacja kolejki

Należy przeprowadzić badania oraz dobrać konfigurację do podanego ESP.

3.1 Dobór buforów

Zakładając różne konfiguracje robota R1, dobrać wielkość buforów na stanowiskach. Nie może dojść do ich przepełnień (prawdopodobieństwo < 0.1), przy jak najmniejszej wielkości bufora.


Tabela 3.1 zawiera zestawienie najważniejszych wyników. Pełne koszty ESP zaokrąglono, dla czytelności. Na rysunkach 3, 4, 5 znajdują się modele oraz dokładne wyniki.

Liczba R1	B1	B2	Przepełnienie	Pełen koszt
1	200	0	0.086	140000
2	3	3	0.058	200000
3	1	1	0.057	240000

Tabela 3: Zestawienie parametrów dla 1-3 R1

Umieszczenie dwóch R1 wydaje się być najbardziej optymalnym rozwiązaniem. Przy jednym, bufor B1 musi być bardzo duży. Przy trzech koszt operacji ESP rośnie o $1/5$, dając mały zysk prawdopodobieństwa przepełnienia oraz oszczędności miejsca.

	# SERVERS	QUE CAP	INIT STATE	SERV COST	IDLE COST	DISCIPLINE	DISTRIBUTN	PARAM1	PARAM2
DEFAULTS	1	0	0	0	0	FIFO	EXP	5	.
R1	1	200	.	10	10	.	UC	4	11
R2	.	0	.	25	15	.	NORM	3	0.5
ARRIVAL	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	EXP	.	.


Z3
 Report for Run # 1 of Length 4800

SYSTEM STATISTICS
 Number of arrivals = 920
 Average number in system (L) = 125.0682
 Average number in queues (Lq) = 123.667
 Average time in the system (W) = 23.9641
 Average time in queues (Wq) = 13.4526
 Probability of service denial = 0.086

QUEUE STATISTICS

	Capacity	Average Length	Maximal Length	Current Length	Avg Time In Queue	Blocking Prob
Queue 1	200	123.667	200	199	13.436	0.000
Queue 2	0	0.000	0	0	0.000	0.000

STAGE STATISTICS

	Number of Servers	Number Served	Average Service Time	Per cent Utilized	Per cent Blocked
R1	1	641	7.4848	99.99	0.00
R2	1	640	3.0074	40.13	0.00

COST STATISTICS

	Service cost	Idle cost	Total
R1	47994.380	5.618	48000.000
R2	48160.660	43103.600	91264.260

Total Stage cost 139264.300
 Cost of time in system 0.000
 Lost customer cost 0.000
 Total 139264.300

Rysunek 3: Bufory przy 1 R1

	# SERVERS	QUE CAP	INIT STATE	SERV COST	IDLE COST	DISCIPLINE	DISTRIBUTN	PARAM1	PARAM2
DEFAULTS	1	0	0	0	0	FIFO	EXP	5	.
R1	2	3	.	10	10	.	UC	4	11
R2	.	3	.	25	15	.	NORM	3	0.5
ARRIVAL	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	EXP	.	.

Z3

Z3
Report for Run # 1 of Length 4800

SYSTEM STATISTICS

Number of arrivals = 973
Average number in system (L) = 2.7165
Average number in queues (Lq) = 0.7027
Average time in the system (W) = 14.2514
Average time in queues (Wq) = 3.6859
Probability of service denial = 0.058

QUEUE STATISTICS

	Capacity	Average Length	Maximal Length	Current Length	Avg Time In Queue	Blocking Prob
Queue 1	3	0.573	3	0	3.002	0.000
Queue 2	3	0.129	3	0	0.678	0.000

STAGE STATISTICS

	Number of Servers	Number Served	Average Service Time	Per cent Utilized	Per cent Blocked
R1	2	915	7.5495	72.01	0.00
R2	1	914	3.0103	57.36	0.00

COST STATISTICS

	Service cost	Idle cost	Total
R1	69126.300	26873.700	96000.000
R2	68836.880	30697.870	99534.750

Total Stage cost 195534.800
Cost of time in system 0.000
Lost customer cost 0.000
Total 195534.800

Rysunek 4: Bufory przy 2 R1

	# SERVERS	QUE CAP	INIT STATE	SERV COST	IDLE COST	DISCIPLINE	DISTRIBUTN	PARAM1	PARAM2
DEFAULTS	1	0	0	0	0	FIFO	EXP	5	.
R1	3	1	.	10	10	.	UC	4	11
R2	.	1	.	25	15	.	NORM	3	0.5
ARRIVAL	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	EXP	.	.

Z3

Z3
Report for Run # 1 of Length 4800

SYSTEM STATISTICS

Number of arrivals = 978
Average number in system (L) = 2.3126
Average number in queues (Lq) = 0.2546
Average time in the system (W) = 12.0586
Average time in queues (Wq) = 1.3286
Probability of service denial = 0.057

QUEUE STATISTICS

	Capacity	Average Length	Maximal Length	Current Length	Avg Time In Queue	Blocking Prob
Queue 1	1	5.234E-02	1	0	0.272	0.000
Queue 2	1	0.202	1	0	1.056	0.036

STAGE STATISTICS

	Number of Servers	Number Served	Average Service Time	Per cent Utilized	Per cent Blocked
R1	3	920	7.5276	40.14	1.20
R2	1	920	3.0022	57.54	0.00

COST STATISTICS

	Service cost	Idle cost	Total
R1	69318.370	74681.630	144000.000
R2	69049.710	30570.170	99619.890

Total Stage cost 243619.900
Cost of time in system 0.000
Lost customer cost 0.000
Total 243619.900

Rysunek 5: Bufory przy 3 R1

3.2 Zastąpienie R1 przez R3

Trzeba rozważyć, czy opłaca się wymienić robota R1 przez R3.

Modele z wynikami znajdują się na rys. 6 oraz 7. Zestawienie najistotniejszych parametrów w tabeli 4.

Liczba R3	B1	B2	Przepełnienie	Wykorzystanie R3	Pełen koszt
1	4	1	0.069	83 %	190000
2	1	1	0.046	43 %	290000

Tabela 4: Zestawienie parametrów dla 1 oraz 2 R3

Umieszczenie drugiego R3 prawie sześciokrotnie zmniejsza(o 5 minut) czas palet w kolejkach oraz o połowę obniża wykorzystanie robotów. Także wielkość bufora B1 można zredukować o 3 palety. Dzieje się to przy zwiększeniu całkowitego kosztu ESP o 100000 jp. Użycie jednego R3 wiąże się z o wiele mniejszym kosztem, który może nawet pokryć dłuższy czas palet w kolejce. Wiąże się też z bardziej optymalnym wykorzystaniem maszyny.

	# SERVERS	QUE CAP	INIT STATE	SERV COST	IDLE COST	DISCIPLINE	DISTRIBUTN	PARAM1	PARAM2
DEFAULTS	1	0	0	0	0	FIFO	EXP	5	.
R3	.	4	.	20	20	.	UC	3	6
R2	.	1	.	25	15	.	NORM	3	0.5
ARRIVAL	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	EXP	.	.

Z3
Z3
Report for Run # 1 of Length 4800

SYSTEM STATISTICS

Number of arrivals = 953
Average number in system (L) = 2.6115
Average number in queues (Lq) = 1.2343
Average time in the system (W) = 14.0541
Average time in queues (Wq) = 6.5597
Probability of service denial = 0.069

QUEUE STATISTICS

	Capacity	Average Length	Maximal Length	Current Length	Avg Time In Queue	Blocking Prob
Queue 1	4	1.231	4	4	6.541	0.000
Queue 2	1	3.219E-03	1	0	1.752E-02	0.000

STAGE STATISTICS

	Number of Servers	Number Served	Average Service Time	Per cent Utilized	Per cent Blocked
R3	1	882	4.5003	82.75	0.00
R2	1	881	2.9920	54.97	0.00

COST STATISTICS

	Service cost	Idle cost	Total
R3	79439.910	16560.090	96000.000
R2	65966.660	32420.000	98386.660

Total Stage cost 194386.700
Cost of time in system 0.000
Lost customer cost 0.000
Total 194386.700

Rysunek 6: 1 R3

	# SERVERS	QUE CAP	INIT STATE	SERV COST	IDLE COST	DISCIPLINE	DISTRIBUTN	PARAM1	PARAM2
DEFAULTS	1	0	0	0	0	FIFO	EXP	5	.
R3	2	1	.	20	20	.	UC	3	6
R2	.	1	.	25	15	.	NORM	3	0.5
ARRIVAL	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	EXP	.	.

23

Z3
Report for Run # 1 of Length 4800

SYSTEM STATISTICS

Number of arrivals = 949
Average number in system (L) = 1.6581
Average number in queues (Lq) = 0.2336
Average time in the system (W) = 8.8064
Average time in queues (Wq) = 1.2401
Probability of service denial = 0.046

QUEUE STATISTICS

	Capacity	Average Length	Maximal Length	Current Length	Avg Time In Queue	Blocking Prob
Queue 1	1	5.522E-02	1	0	0.293	0.000
Queue 2	1	0.178	1	0	0.947	0.010

STAGE STATISTICS

	Number of Servers	Number Served	Average Service Time	Per cent Utilized	Per cent Blocked
R3	2	904	4.5193	42.57	0.52
R2	1	903	2.9897	56.27	0.00

COST STATISTICS

	Service cost	Idle cost	Total
R3	81725.000	110275.000	192000.000
R2	67525.050	31484.970	99010.020

Total Stage cost 291010.000
Cost of time in system 0.000
Lost customer cost 0.000
Total 291010.000

Rysunek 7: 2 R3

3.3 Propozycja konfiguracji

Spośród konfiguracji z R1, uważam, że najlepsza jest ta z dwoma robotami. Z trzema, czasowo jest podobne (poza czasem w kolejce), ale spada wykorzystanie R1, zaś R2 zaczyna ograniczać kolejkę. Koszt wzrasta o 20 procent. Jeden R1 ma najmniejsze koszty, ale duży czas w systemie oraz wymaga ogromnej ilości bufora. Można powiedzieć, że wyjdzie dodatkowy koszt poprzez wynajem odpowiedniego magazynu.

Rozważając użycie R3 wydaje się lepiej wykorzystać jednego.

Porównując 2 R1 oraz 1 R3 widać, że wiele statystyk jest podobnych. Na korzyść 2 R1 przemawia o połowę mniejszy czas w kolejce (o 3 minuty) i obrobienie 20 odlewów więcej. Przy 1 R3 przeważa lepsze wykorzystanie maszyny oraz o jeden procent mniejsze koszty (o 1148 jp). Konfiguracja z R3 wykorzystuje mniej miejsca - używany jest jeden bufor oraz jeden robot mniej.

Podsumowując, nie ma optymalnej konfiguracji, która odpowiada na każdą sytuację. Za najbardziej uniwersalny parametr można przyjąć koszt stanowiska. Mimo 1 procenta różnicy jest to parametr który się kumuluje oraz pozwala na inne inwestycje.

Polecaną konfiguracją jest użycie **jednego R3, B1 = 4 oraz B2 = 1.**