

# **System obsługi klienta przy okienku w urzędzie pocztowym**

Opracowały:

Monika Rozmarynowska

Paulina Wałdoch

Joanna Wika

Specjalność : EPiF

Rok akademicki: 2009/2010

## Spis treści

1. Opis i założenia wstępne systemu .....	3
2. Opracowanie i opis wykorzystywanych algorytmów i procedur statystycznych .....	7
3. Wyniki obliczeń.....	12
4. Wnioski.....	13

## 1. Opis i założenia wstępne systemu.

W pewnym urzędzie pocztowym istnieją 3 stanowiska obsługi, z których jedno zajmuje się wyłącznie przyjmowaniem klientów, którzy chcą opłacić rachunki. Analizowany przypadek dotyczy właśnie tego stanowiska.

Zaobserwowano, że do tego stanowiska zawsze pod koniec miesiąca (od 20 do 30 dnia miesiąca) w godzinach 14 - 19 ustawiona jest kilku – kilkunastoosobowa kolejka, a czas czekania klienta na obsługę wynosi nawet kilkadziesiąt minut. To zjawisko przyczyniło się do rozpoczęcia rozważań na tym, jak zmieniłaby się średnia długość kolejki i średni czas czekania klienta na obsługę, jeśli zostałyby uruchomione dodatkowe (drugie) stanowisko obsługi, zajmujące się przyjmowaniem klientów chcących opłacić rachunki. Przy czym należy zauważyć, że ze względów wielkości powierzchni przeznaczonej na poczekalnię w danym urzędzie pocztowym, kolejka do omawianego stanowiska nie może przekroczyć 15 osób, zakłada się, że 16 osoba musiałaby czekać na zewnątrz budynku, jednak klienci rezygnują z czekania jeśli musieliby stać na zewnątrz.

Pewnego dnia (pod koniec maja 2010 roku) w godzinach 15 - 18 zmierzono 50 kolejnych czasów obsługi i 50 czasów między kolejnymi zgłoszeniami w danym urzędzie pocztowym. Na podstawie tych pomiarów dokonano obliczeń charakterystyk obecnego systemu obsługi klientów płacących rachunki na pocście. Przyjęto<sup>1</sup>, że zmierzone czasy mają rozkład wykładniczy.

Ponadto zapytano tych 50 klientów, czy według nich zwłaszcza pod koniec miesiąca, gdy kolejka do tego okienka jest największa, powinno zostać uruchomione dodatkowe stanowisko obsługi. Wszyscy klienci odpowiedzieli, że tak. Dlatego też obliczono także charakterystyki dla systemu obsługi z dwoma stanowiskami obsługi, aby sprawdzić jak zmieni się średni czas czekania w kolejce oraz średnia długość kolejki (obliczeń dokonano na podstawie tej samej intensywności zgłoszeń i tej samej intensywności obsługi, co w przypadku poprzednim).

Obecny system obsługi klientów płacących rachunki na pocście to  $M/M/1/L$ , gdzie  $L=15$ . Proponowany system obsługi to  $M/M/c/L$ , gdzie  $c=2$  i  $L=15$ . Przyjęto, że w systemie obowiązuje dyscyplina FIFO (First In First Out).

---

<sup>1</sup> Po konsultacji z prowadzącym zajęcia

**Zmierzono następujące czasy:**

Lp.	Czas między kolejnymi zgłoszeniami [min]	Czas obsługi [min]
1	0,00	3,56
2	2,23	1,25
3	2,53	2,53
4	4,88	2,32
5	1,15	4,95
6	3,23	2,77
7	0,42	4,93
8	4,37	3,30
9	2,12	4,53
10	5,52	3,60
11	4,30	5,80
12	3,07	3,88
13	2,53	2,68
14	3,42	6,20
15	3,78	4,45
16	4,65	3,87
17	3,40	2,13
18	2,20	4,25
19	0,43	4,22
20	4,37	3,93
21	3,78	2,75
22	6,43	1,23
23	1,28	2,78
24	2,85	4,20
25	1,22	3,10
26	2,13	4,27
27	3,78	5,00
28	1,20	4,32
29	3,25	4,20
30	1,53	3,88
31	1,08	2,83
32	0,57	4,48
33	3,20	3,70
34	4,30	5,30
35	2,58	3,58
36	1,80	4,87
37	5,25	4,25
38	0,75	5,57
39	1,30	4,37
40	2,60	4,27
41	5,47	5,82
42	3,20	3,30
43	2,28	3,20
44	1,40	1,95
45	3,63	3,87
46	1,75	4,68
47	2,50	4,40
48	3,53	2,28
49	1,95	3,63
50	2,43	3,62

### **Stany systemu M/M/1/L, gdzie L=15**

- H0 - brak zgłoszeń w systemie
- H1 - 1 zgłoszenie na stanowisku obsługi, kolejka pusta
- H2 - 1 zgłoszenia na stanowisku obsługi, 1 w kolejce
- H3 - 1 zgłoszenia na stanowisku obsługi, 2 w kolejce
- H4 - 1 zgłoszenia na stanowisku obsługi, 3w kolejce
- H5 - 1 zgłoszenia na stanowisku obsługi, 4 w kolejce
- H6 - 1 zgłoszenia na stanowisku obsługi, 5 w kolejce
- H7 - 1 zgłoszenia na stanowisku obsługi, 6 w kolejce
- H8 - 1 zgłoszenia na stanowisku obsługi,7 w kolejce
- H9 - 1 zgłoszenia na stanowisku obsługi, 8 w kolejce
- H10 - 1 zgłoszenia na stanowisku obsługi, 9 w kolejce
- H11 - 1zgłoszenia na stanowisku obsługi, 10 w kolejce
- H12 - 1 zgłoszenia na stanowisku obsługi, 11 w kolejce
- H13 - 1 zgłoszenia na stanowisku obsługi, 12 w kolejce
- H14 - 1 zgłoszenia na stanowisku obsługi, 13 w kolejce
- H15 - 1 zgłoszenia na stanowisku obsługi, 14 w kolejce
- H16 - 1 zgłoszenie na stanowisku obsługi, 15 w kolejce

### **Stany systemu M/M/1/L, gdzie c =2 L=15**

- H0 - brak zgłoszeń w systemie
- H1 - 1 zgłoszenie na stanowisku obsługi, kolejka pusta
- H2 - 2 zgłoszenie na stanowisku obsługi, kolejka pusta
- H3 - 2 zgłoszenia na stanowisku obsługi, 1 w kolejce
- H4 - 2 zgłoszenia na stanowisku obsługi, 2 w kolejce
- H5 - 2 zgłoszenia na stanowisku obsługi, 3w kolejce
- H6 - 2 zgłoszenia na stanowisku obsługi, 4 w kolejce
- H7 - 2 zgłoszenia na stanowisku obsługi, 5 w kolejce
- H8 - 2 zgłoszenia na stanowisku obsługi, 6 w kolejce
- H9 - 2 zgłoszenia na stanowisku obsługi,7 w kolejce
- H10 - 2 zgłoszenia na stanowisku obsługi, 8 w kolejce
- H11 - 2 zgłoszenia na stanowisku obsługi, 9 w kolejce
- H12 - 2 zgłoszenia na stanowisku obsługi, 10 w kolejce
- H13 - 2 zgłoszenia na stanowisku obsługi, 11 w kolejce
- H14 - 2 zgłoszenia na stanowisku obsługi, 12 w kolejce
- H15 - 2 zgłoszenia na stanowisku obsługi, 13 w kolejce
- H16 - 2 zgłoszenia na stanowisku obsługi, 14 w kolejce
- H17 - 2 zgłoszenie na stanowisku obsługi, 15 w kolejce

**Przedstawienie graficzne analizowanych systemów**

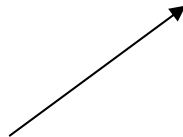
**system obsługi M/M/1/15**



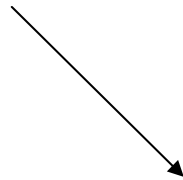
**stanowisko obsługi na poczcie  
(przyjmujące klientów chcących opłacić rachunki)**



**system obsługi M/M/2/15**



**stanowisko obsługi nr 1  
(przyjmujące klientów chcących opłacić rachunki)**



**stanowisko obsługi nr 2  
(przyjmujące klientów chcących opłacić rachunki)**



## 2. Opracowanie i opis wykorzystywanych algorytmów i procedur statystycznych

Na podstawie zmierzonych czasów obliczono:

- Intensywność zgłoszeń

$$\lambda = \frac{n}{\sum_{i=1}^n tc_i}$$

Gdzie

n- liczba pomiarów

$tc_i$ - czasy pomiędzy kolejnymi zgłoszeniami

- Intensywność obsługi

$$\mu = \frac{n}{\sum_{i=1}^n to_i}$$

Gdzie:

n- liczba pomiarów

$to_i$ - kolejne czasy obsługi

- Intensywność ruchu

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

- Średni czas między zgłoszeniami

$$\frac{1}{\lambda}$$

- Odchylenie standardowe czasu czekania

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (tc_i - tc_s)^2} \quad i=1,2,3,4,5,\dots,n$$

Gdzie:

n- liczba pomiarów

$tc_i$ - czas czekania zgłoszenia o nr i

$tc_s$ - średni czas czekania w systemie

**Wzory, z których korzystano obliczając charakterystyki dla aktualnego systemu – M/M/1/ L , gdzie L=m= 15**

**a) Prawdopodobieństwa stanów sytemu**

Obliczone według wzorów:

$$p_0 = \frac{1 - \rho}{1 - \rho^{m+2}}$$

$$p_i = p_0 * \rho^i$$

Dla  $i=0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots, m+1$

**b) Prawdopodobieństwo blokady systemu**

Obliczone według wzoru:

$$p_{bl} = p_{m+1}$$

**c) Prawdopodobieństwo obsługi zgłoszenia**

Obliczone według wzoru:

$$p_{obs} = 1 - p_{bl}$$

**d) Średnia liczba zgłoszeń na stanowisku obsługi**

Obliczone według wzoru:

$$\tau = 1 - p_0$$

**e) Średnia liczba zgłoszeń w kolejce**

Obliczone według wzoru:

$$\bar{v} = 1 * p_2 + 2 * p_3 + \dots + m * p_{m+1}$$

**f) Średni czas oczekiwania w kolejce**

Obliczone według wzoru:



$$\bar{w} = p_1 * \frac{1}{\mu} + p_2 * \frac{2}{\mu} + \dots + p_m * \frac{m}{\mu} + p_{m+1} * 0$$

g) Średni czas pobytu zgłoszenia w systemie

Obliczone według wzoru:

$$\bar{q} = \bar{w} + p_{obs} * \frac{1}{\mu}$$

h) Średni czas obsługi zgłoszenia na stanowisku obsługi

Obliczone według wzoru:

$$\bar{s} = p_{obs} * \frac{1}{\mu}$$

i) Średnia liczba zgłoszeń znajdująca się w systemie

Obliczone według wzoru:

$$\bar{n} = \bar{v} + \tau$$

**Wzory, z których korzystano obliczając charakterystyki dla proponowanego systemu – M/M/c/ L , gdzie c= 2 i L=m= 15**

**a) Prawdopodobieństwa stanów sytemu**

Obliczone według wzorów:

$$p_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^N Q_k}$$

Gdzie

**Dla  $0 \leq i \leq c$**

$$Q_i = \frac{\rho^i}{i!}$$

**Dla  $c+1 \leq i \leq N$**

$$Q_i = \frac{\rho^c}{c!} * \binom{c}{i}$$

Gdzie

$$\alpha = \frac{\rho}{c}$$

$$p_i = p_0 * Q_i$$

**b) Prawdopodobieństwo blokady systemu**

Obliczone według wzoru:

$$p_{bl} = p_{m+c}$$

**c) Prawdopodobieństwo obsługi zgłoszenia**

Obliczone według wzoru:

$$p_{obs} = 1 - p_{bl}$$

**d) Średnia liczba zgłoszeń na stanowisku obsługi**

Obliczone według wzoru:

$$\tau = 1 * p_1 + \dots + c * p_c + c * p_{c+1} + \dots + c * p_{c+m}$$

e) Średnia liczba zgłoszeń w kolejce

Obliczone według wzoru:

$$\bar{v} = 1 * p_{c+1} + 2 * p_{c+2} + \dots + m * p_{c+m}$$

f) Średni czas oczekiwania w kolejce

Obliczone według wzoru:

$$\bar{w} = p_c * \frac{1}{c\mu} + p_{c+1} * \frac{2}{c\mu} + \dots + p_{m+c-1} * \frac{m}{c\mu} + p_{m+c} * 0$$

g) Średni czas pobytu zgłoszenia w systemie

Obliczone według wzoru:

$$\bar{q} = \frac{\bar{n}}{\lambda}$$

h) Średni czas obsługi zgłoszenia na stanowisku obsługi

$$\bar{s} = \frac{1}{\lambda}$$

i) Średnia liczba zgłoszeń znajdująca się w systemie

$$\bar{n} = \bar{v} + \tau$$

### 3. Wyniki obliczeń

**Podstawowe parametry:**

intensywność zgłoszeń $\lambda$	0,363240102	min
intensywność obsługi $\mu$	0,258843831	min
intensywność ruchu $\rho$	1,403317593	min
Średni czas między kolejnymi zgłoszeniami $\frac{1}{\lambda}$	2,753	min
Odchylenie standardowe czasu czekania	16,49953292	min

**Zestawienie charakterystyk aktualnie stosowanego systemu obsługi M/M/1/L, gdzie L=15 oraz proponowanego systemu obsługi M/M/2/L, gdzie c=2 i L=15.**

Charakterystyki	M/M/1/15	M/M/2/15	jednostki
$P_0$	0,001274577	0,175674611	-
$P_{bl}$	0,288311	0,000851	-
$P_{obs}$	0,711689	0,999149	-
$\bar{v}$	12,57658	8,239984	-
$\bar{\tau}$	0,998725	1,402124	-
$\bar{w}$	34,63113	22,68468	min
$\bar{q}$	37,38062	26,54472	min
$\bar{s}$	2,749491	3,860046	min
$\bar{n}$	13,5753	9,642108	-

Charakterystyki zostały obliczone w Excelu, w pliku zatytułowanym projekt.xls można znaleźć również tabele z prawdopodobieństwami poszczególnych stanów zarówno systemu M/M/1/L jak i M/M/c/L.

#### 4. Wnioski

Przy aktualnie stosowanym systemie obsługi klienta, który chce opłacić rachunki na poczcie istnieje bardzo duże prawdopodobieństwo blokady systemu - 28,8%, czyli co około 4 klient zjawiający się na poczcie pod koniec miesiąca w godzinach 14 -19 zrezygnuje z czekania, gdyż będzie musiał stać na zewnątrz. Średnia liczba zgłoszeń w kolejce to 12,58, średni czas czekania w kolejce to 34,63 minuty, natomiast średni czas obsługi 2,75 minuty. Gdyby zostało uruchomione dodatkowe okienko obsługujące klientów w zakresie opłat za rachunki charakterystyki uległy by zmianie. Prawdopodobieństwo blokady systemu (rezygnacji z czekania w kolejce) uległo by zmniejszeniu do 0,09%. Średnia liczba zgłoszeń w kolejce uległa by zmniejszeniu do 8,24, natomiast średni czas czekania w kolejce zmniejszyłby się o prawie 12 minut (do poziomu 22,68 minuty). Jednakże zwiększyłby się średni czas obsługi klienta (do 3,86 minut). Ponadto w systemie M/M/1/15 prawdopodobieństwo długiej kolejki się zwiększa, i prawdopodobieństwo stanu, że w kolejce będzie czekać 15 osób wynosi 28,8%. Odwrotnie jest w przypadku systemu M/M/2/15, wówczas prawdopodobieństwo długiej kolejki ulega zmniejszeniu i prawdopodobieństwo stanu, że w kolejce będzie czekać 15 osób wynosi 0,09%.

Z racji tego, że wszyscy ankietowani klienci poczty byli jak najbardziej przychylni pomysłowi uruchomienia dodatkowego stanowiska obsługi, kierownictwo omawianego urzędu pocztowego powinno zastanowić się poważnie nad tym pomysłem.