

**POLITECHNIKA POZNAŃSKA**  
Wydział Elektroniki i Telekomunikacji

**SYMULACJA CYFROWA**  
**PROJEKT**

**Poznań, 2019**

# 1. Treść zadania

W chińskiej restauracji pracuje  $k$  kelnerów obsługujących  $n_2$  stolików dwuosobowych,  $n_3$  stolików trzyosobowych oraz  $n_4$  stolików czteroosobowych. Klienci pojawiają się w restauracji jako grupy 1-, 2-, 3- lub 4-osobowe z prawdopodobieństwami odpowiednio  $p_1, p_2, p_3$  oraz  $p_4$ . Odstęp czasu rozdzielający pojawienie się kolejnych grup klientów jest zmienną losową o rozkładzie normalnym ze średnią  $\mu_a$  i wariancją  $\sigma_a^2$ . Jeśli jest dostępny stół odpowiadający wielkości grupy (lub większy), klienci są do niego prowadzeni przez kierownika sali (czynność ta zajmuje  $s$  jednostek czasu). W przeciwnym przypadku grupa oczekuje na stół w kolejce. Średnio połowa klientów korzysta z samoobsługowego bufetu, przy którym może znajdować się jednocześnie  $b$  osób. Czas spędzany przy bufecie przez grupę klientów jest zmienną losową o rozkładzie normalnym ze średnią  $\mu_b$  i wariancją  $\sigma_b^2$ . Pozostali klienci są obsługiwani przez tego z kelnerów, który jako pierwszy będzie wolny. W pierwszej kolejności klienci otrzymują napoje, a następnie serwowane jest danie główne. Czas obsługi w obu przypadkach jest zmienną losową o rozkładzie wykładniczym ze średnimi odpowiednio  $\lambda_n$  oraz  $\lambda_j$  (te dwie wielkości uwzględniają zarówno czas oczekiwania na zrealizowanie zamówienia jak i sam czas podania napojów i posiłku głównego). Po zakończeniu konsumpcji, której długość jest zmienną losową o rozkładzie wykładniczym ze średnią  $\lambda_f$ , klient płaci jednemu z  $c$  zatrudnionych kasjerów. Czas obsługi przez kasjera jest zmienną losową o rozkładzie wykładniczym ze średnią  $\lambda_p$ .

W restauracji zamontowano nieprawidłowo system przeciwpożarowy. Co jakiś czas, bez przyczyny, rozlega się dźwięk alarmu. Część gości, świadoma nieprawidłowości, pozostaje na miejscu, natomiast reszta opuszcza restaurację. Odstęp czasu rozdzielający kolejne alarmy jest zmienną losową o rozkładzie normalnym ze średnią  $\mu_e = 4200$  i wariancją  $\sigma_e^2 = 50^2$ . Prawdopodobieństwo, że dana grupa nie opuści restauracji wynosi 70%.

Zakładając, że kierownik sali zawsze wybiera stół najlepiej pasujący do danej grupy oraz stosuje jedną z podanych niżej zasad obsługi kolejki, oszacuj za pomocą odpowiedniego eksperymentu symulacyjnego:

- średni czas oczekiwania na stół,
- średnią długość kolejki oczekujących na stół,
- średni czas oczekiwania na obsługę przez kelnera od momentu zajęcia miejsca przy stoliku,
- średnią długość kolejki przy kasach.

## 2. Parametry

Przyjmujemy następujące parametry:

Tab. 1. Parametry.

Grupa:	D1	D2	D3	D4
$k$	7	11	13	17
$n_2, n_3, n_4$	<b>4,10,4</b>	<b>5,12,6</b>	<b>8,14,4</b>	<b>20,12,5</b>
$p_1, p_2, p_3, p_4$	0.11, 0.33, 0.33, 0.23	0.11, 0.33, 0.33, 0.23	0.11, 0.33, 0.33, 0.23	0.11, 0.33, 0.33, 0.23
$\mu_a (\sigma_a^2)$	1900 (200 <sup>2</sup> )	1800 (300 <sup>2</sup> )	1500 (100 <sup>2</sup> )	2500 (500 <sup>2</sup> )
$s$	30	35	40	50
$b$	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>25</b>
$\mu_b (\sigma_b^2)$	<b>3200</b> (100 <sup>2</sup> )	<b>3700</b> (90 <sup>2</sup> )	<b>2900</b> (80 <sup>2</sup> )	<b>3400</b> (110 <sup>2</sup> )
$\lambda_n$	300	330	370	400
$\lambda_j$	1700	1900	2000	2500
$\lambda_f$	<b>1900</b>	<b>2400</b>	<b>2020</b>	<b>1810</b>
$c$	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
$\lambda_p$	200	240	220	210

Tab. 2. Parametry.

Grupa:	Strategia:
<i>S1</i>	Kierownik sali czeka, aż znajdzie się stolik o rozmiarze zdolnym pomieścić pierwszą grupę w kolejce
<i>S2</i>	Kierownik sali szuka w kolejce pierwszej grupy mieszczącej się w wolnych stolikach
<i>S3</i>	Kierownik sali szuka w kolejce pierwszej największej grupy mieszczącej się w wolnych stolikach
<i>S4</i>	Kierownik sali łączy wolne stoliki tak, aby zmieściła się pierwsza grupa w kolejce

Tab. 3. Metoda symulacji.

M	Opis
<i>M1</i>	Przeglądanie działań
<i>M2</i>	Planowanie zdarzeń
<i>M3</i>	Metoda ABC
<i>M4</i>	Metoda interakcji procesów