

Temat: Symulacja funkcjonowania punktu diagnostyki – laboratorium medycznego.

Treść zadania:

W punkcie diagnostycznym 'X-lab' pracuje obecnie 3 analityków medycznych, którzy przyjmują pacjentów w godzinach 7-15 od poniedziałku do piątku. Zgłoszenia na badanie napływają niezależnie od siebie w rozłącznych przedziałach poprzedzających rozpatrywany przedział. Zajście 2 lub więcej zdarzeń w bardzo małym przedziale czasu jest praktycznie niemożliwe. Na podstawie danych historycznych zauważono, że nowe zgłoszenia pojawiają się średnio w następujących odstępach czasowych dla danych godzin pracy punktu diagnostyki medycznej:

90 sekund dla $t \leq 3$ godzin

180 sekund dla $3 < t \leq 6$ godzin

240 sekund dla $6 < t < 8$ godzin

Każdy pacjent obsługiwany jest średnio od 3 do maksymalnie 8 minut. Rozkład czasu obsługi jest opisany rozkładem normalnym z parametrami $\mu = 7 \text{ min}$ oraz $\sigma = 3 \text{ min}$. Przed badaniem pacjent musi wypełnić wymagane dokumenty, co zajmuje od 3 do maksymalnie 10 minut. Czas ten można opisać rozkładem normalnym z parametrami $\mu = 8 \text{ min}$ oraz $\sigma = 3 \text{ min}$. Każdy wolny analityk przyjmuje kolejno następnego pacjenta – funkcjonuje jedna kolejka.

Symulację należy przeprowadzić na okresie miesiąca (4 tygodni) działalności punktu diagnostyki oraz odpowiedzieć na poniższe pytania:

1. Ile osób oczekuje na badanie przez pierwsze 3 godziny pracy punktu diagnostycznego, dłużej niż 7 minut?
2. Jaki jest średni czas oczekiwania na badanie przez pierwsze 3 godziny pracy punktu diagnostycznego?
3. Ile osób oczekuje na badanie przez drugie 3 godziny pracy punktu diagnostycznego, dłużej niż 7 minut?
4. Jaki jest średni czas oczekiwania na badanie przez drugie 3 godziny pracy punktu diagnostycznego?
5. Ile osób oczekuje na badanie przez ostatnie 2 godziny pracy punktu diagnostycznego, dłużej niż 7 minut?
6. Jaki jest średni czas oczekiwania na badanie przez ostatnie 2 godziny pracy punktu diagnostycznego?
7. Jaki jest średni czas pobytu w punkcie diagnostycznym pacjentów?
8. Jaka jest średnia liczba osób w kolejce oczekująca na badanie?
9. Ile razy konsultanci byli wolni w ciągu całego dnia w przeliczeniu na jedną godzinę pracy?

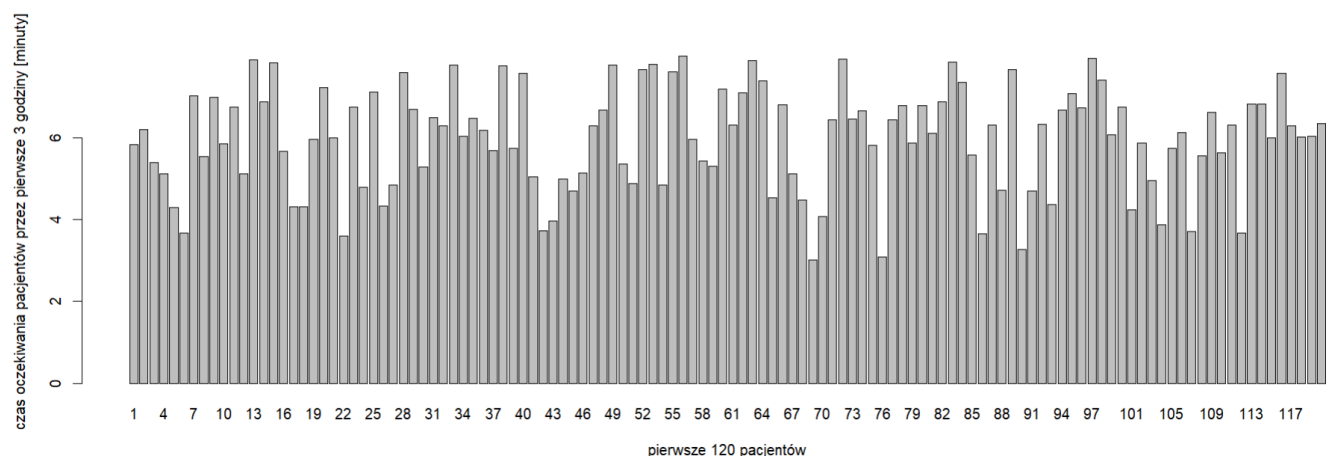
10. Jaka była średnia liczba wolnych konsultantów w drugiej godzinie pracy punktu diagnostycznego?
11. Jaka była średnia liczba wolnych konsultantów w piątej godzinie pracy punktu diagnostycznego?
12. Jaka była średnia liczba wolnych konsultantów w siódmej godzinie pracy punktu diagnostycznego?

Wyniki rozkładu czasu oczekiwania na badanie pacjentów przedstaw na wykresie słupkowym natomiast czasy trwania badania sklaryfikuj na histogramach dla każdego przedziału czasu według intensywności napływu pacjentów.

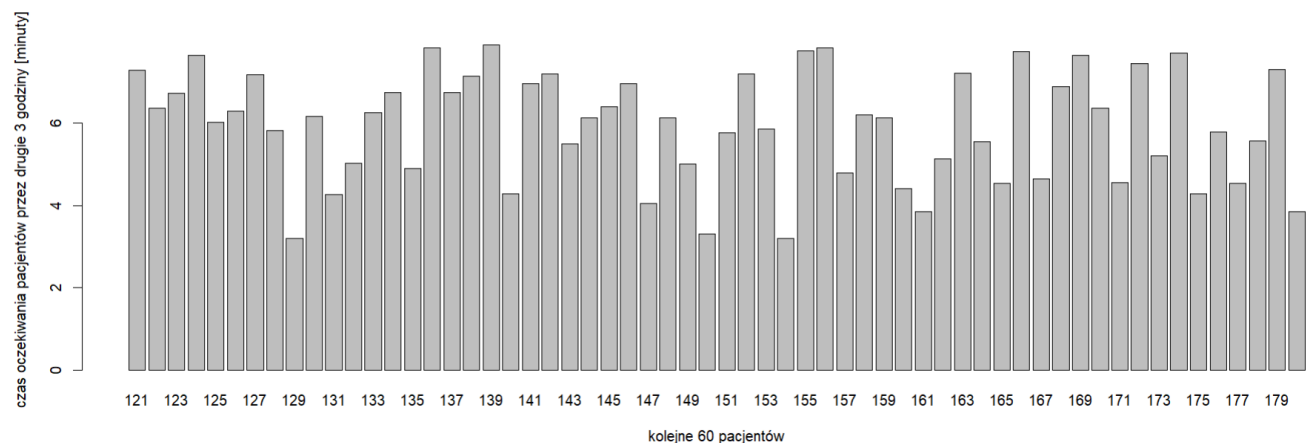
Wyniki symulacji:

	mierzona_wielkosc	wynik_pomiaru	jednostka
1	Na badanie przez pierwsze 3 godziny, dłużej niż 7 minut, oczekuje:	26.000	osób
2	Sredni czas oczekiwania na badanie przez pierwsze 3 godziny:	5.960	minuty
3	Na badanie przez drugie 3 godziny, dłużej niż 7 minut, oczekuje:	16.000	osób
4	Sredni czas oczekiwania na badanie przez drugie 3 godziny:	5.940	minuty
5	Na badanie przez ostatnie 2 godziny, dłużej niż 7 minut, oczekuje:	11.000	osób
6	Sredni czas oczekiwania na badanie przez ostatnie 2 godziny:	6.050	minuty
7	Sredni czas pobytu w przychodni:	13.020	minuty
8	Srednia liczba osób w kolejce:	0.057	osób
9	Suma ile razy kunsultanci byli wolni przez cały dzień pracy:	42.875	[-]
10	Srednia liczba wolnych konsultanow w drugiej godzinie pracy:	1.579	[-]
11	Srednia liczba wolnych konsultanow w piątej godzinie pracy:	1.516	[-]
12	Srednia liczba wolnych konsultanow w siódmej godzinie pracy:	1.714	[-]

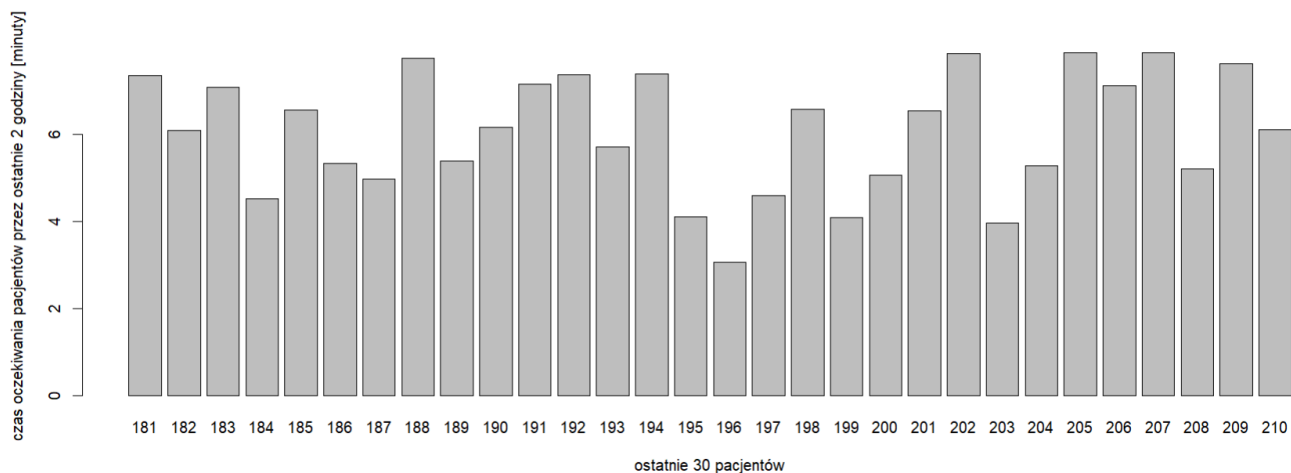
rys1 <- barplot(c6[1:120], xlab='pierwsze 120 pacjentów', ylab='czas oczekiwania pacjentów przez pierwsze 3 godziny [minuty]', names.arg = c(1:120))



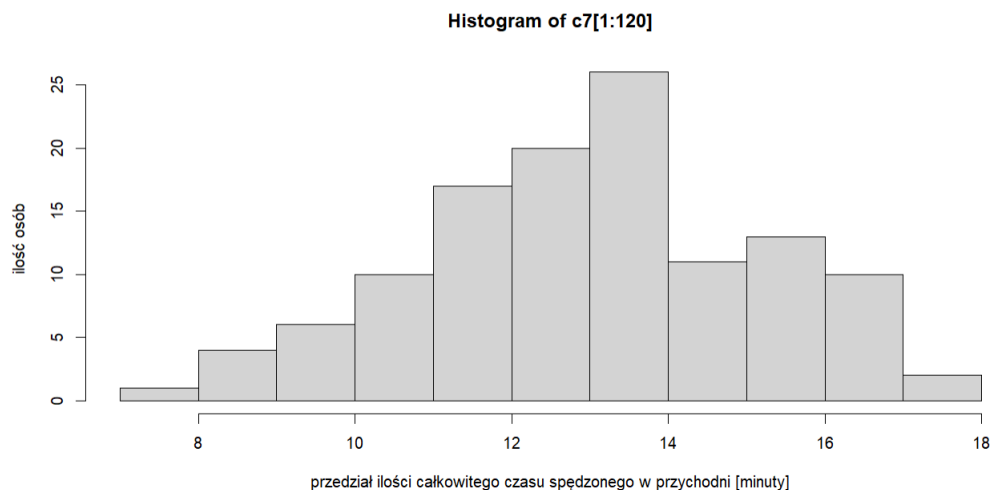
rys2 <- barplot(c6[121:180], xlab='kolejne 60 pacjentów', ylab='czas oczekiwania pacjentów przez drugie 3 godziny [minuty]', names.arg = c(121:180))



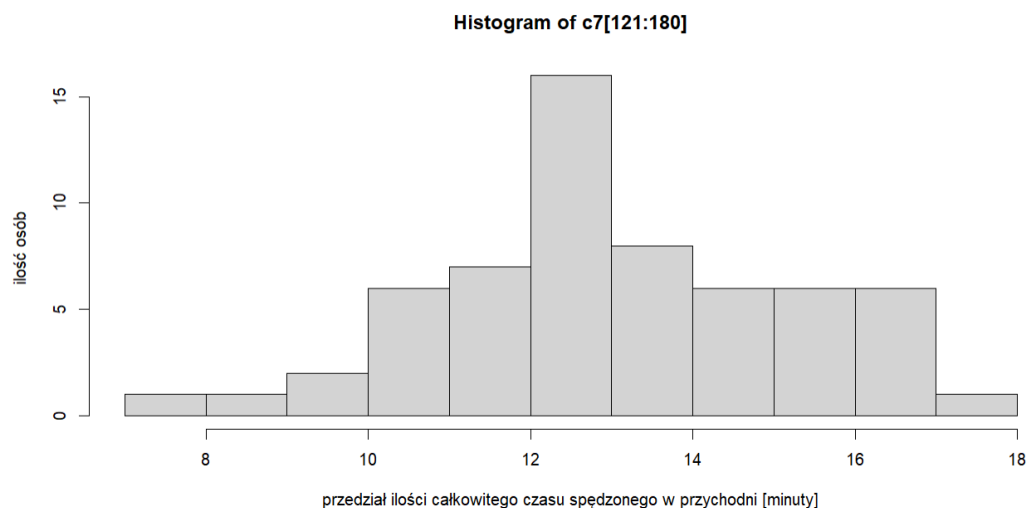
```
rys3<-barplot(c6[181:210],xlab='ostatnie 30 pacjentów',ylab='czas oczekiwania pacjentów przez  
ostatnie 2 godziny [minuty]',names.arg = c(181:210))
```



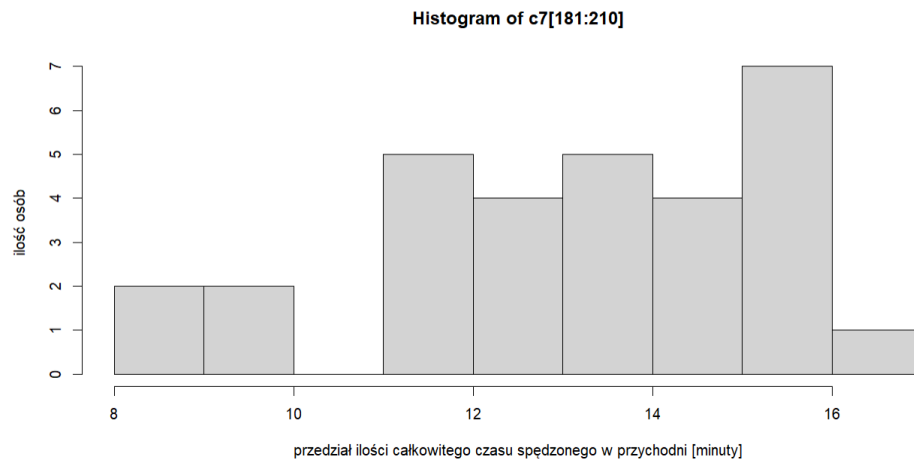
```
histogram_nr_1<-hist(c7[1:120],xlab='przedział ilości całkowitego czasu spędzonego w przychodni  
[minuty]', ylab='ilość osób ')
```



```
histogram_nr_2<-hist(c7[121:180],xlab='przedział ilości całkowitego czasu spędzonego w przychodni  
[minuty]', ylab='ilość osób ')
```



```
histogram_nr_3<-hist(c7[181:210],xlab='przedział ilości całkowitego czasu spędzonego w przychodni [minuty]', ylab='ilość osób')
```



Dla porównania wykonano symulację funkcjonowania tej samej przychodni przy założeniach teorii kolejek. Przychodnia funkcjonuje według systemu M/M/C/L - istnieje C stanowisk obsługi i jedna kolejka, która ma długość $L=z-c$ (z =liczbie pacjentów odwiedzających punkt diagnostyki). W celu obliczenia tak funkcjonującego systemu należy wyznaczyć/obliczyć takie parametry jak intensywność napływu zgłoszeń i obsługi zgłoszeń, liczbę miejsc w kolejce i stanowisk obsługi, obciążenie systemu, Q oraz prawdopodobieństwa stanów. W tym przypadku numeracja przeliczona jest w zakresie $1:d+l+1$, ze względu na to, że przykładowo stan $p[0]$ lub $Q[0]$ oznaczony jest symbolami $p[1]$ i $Q[1]$. Parametr ro należy uśrednić dla czytelności obliczeń.

Symulację należy przeprowadzić na okresie miesiąca (4 tygodni) działalności punktu diagnostyki oraz odpowiedzieć na poniższe pytania:

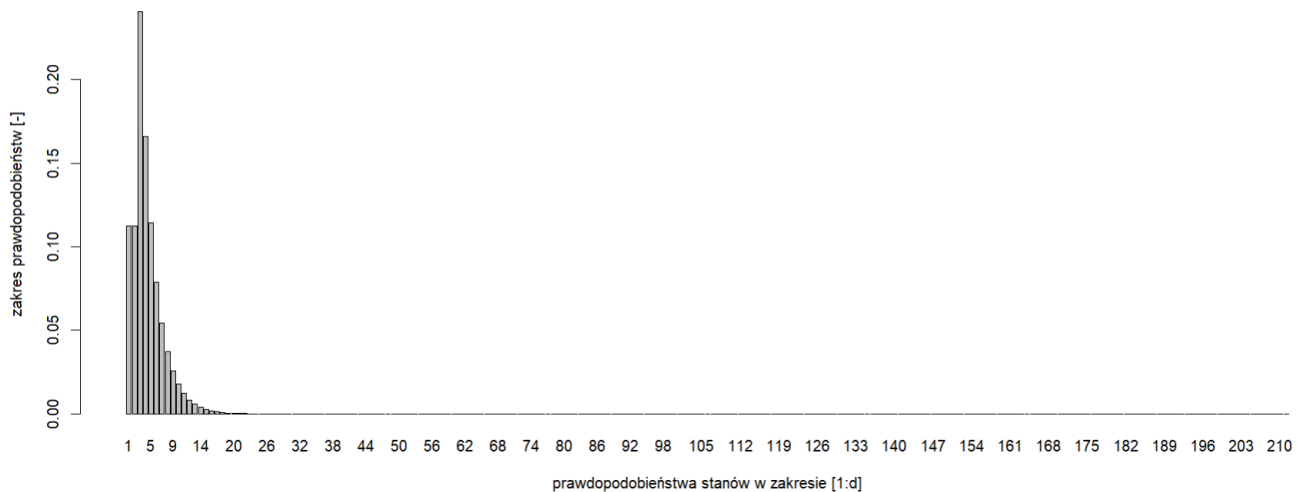
1. Jakie jest średnie obciążenie systemu?
2. Jakie jest prawdopodobieństwo, że 3 konsultantów będzie zajętych a kolejka będzie pusta?
3. Jakie jest prawdopodobieństwo, że 3 konsultantów będzie zajętych, a w kolejce będzie 1 osoba?
4. Jakie jest prawdopodobieństwo, że 3 konsultantów będzie zajętych, a w kolejce będzie 6 osób?
5. Jakie jest prawdopodobieństwo blokady systemu?
6. Jakie jest prawdopodobieństwo obsługi zgłoszeń w systemie?
7. Jaka jest średnia liczba zgłoszeń znajdująca się w kolejce?
8. Jaka jest średnia liczba zgłoszeń na stanowisku obsługi?
9. Jaka jest średnia liczba zgłoszeń w systemie?
10. Jaki jest średni czas oczekiwania w kolejce?
11. Jaki jest średni czas obsługi zgłoszenia?
12. Jaki jest średni czas pobytu zgłoszenia w kolejce?

Rozkład prawdopodobieństw przestaw na wykresie.

Wyniki symulacji:

		mierzona_wielkosc	wynik_pomiaru	jednostka
1		Srednie obciążenie systemu:	2.06785	[-]
2	Prawdopodobieństwo, że 3 konsultantów będzie zajętych, a kolejka będzie pusta:	0.16594	[-]	
3	Prawdopodobieństwo, że 3 konsultantów będzie zajętych, a w kolejce będzie 1 osoba:	0.11438	[-]	
4	Prawdopodobieństwo, że 3 konsultantów będzie zajętych, a w kolejce będzie 6 osób:	0.01780	[-]	
5		Prawdopodobieństwo blokady systemu:	0.00000	[-]
6		Prawdopodobieństwo obsługi zgłoszeń w systemie:	1.00000	[-]
7		Srednia liczba zgłoszeń znajdująca się w kolejce:	2.28908	[-]
8		Srednia liczba zgłoszeń na stanowisku obsługi:	2.54960	[-]
9		Srednia liczba zgłoszeń w systemie:	3.38099	[-]
10		Sredni czas oczekiwania w kolejce:	5.23219	minuty
11		Sredni czas obsługi zgłoszenia:	5.82765	minuty
12		Sredni czas pobytu zgłoszenia w kolejce:	7.72797	minuty

rys1.1 <- barplot(p[1:d], xlab='prawdopodobieństwa stanów w zakresie [1:d]', ylab='zakres
prawdopodobieństw [-]', names.arg = c(1:d))



Na podstawie powyższego wykresu można stwierdzić, że najwyższą wartość prawdopodobieństwa można zaobserwować dla $p[3] = 0.240742$, kolejno dla $p[4] = 0.1659396$, a następnie dla $p[5] = 0.1143795$. Prawdopodobieństwo zajścia zdarzenia związanego z rosnącą kolejką sukcesywnie maleje, a od $p[24]$ jest w przybliżeniu równe 0. W związku z tym kolejka przeważnie nie powinna przekraczać 23 klientów.