



**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**

Podstawy telekomunikacji

Lab 5. Ruch telekomunikacyjny

dr inż. Szymon Szott

**Wydział Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji
Katedra Telekomunikacji**

Kraków, 2013-11-25

Literatura

- A. Jajszczyk, "Wstęp do telekomutacji", WNT, Warszawa 2009, wyd. IV
 - Rozdział 10
 - Rozdział 11

Zastosowanie analizy ruchu telekomunikacyjnego

- centrale telefoniczne
- *call center*
- okienka sprzedaży

Definicje

Ruch telekomunikacyjny

- przepływ zgłoszeń, połączeń i wiadomości

Natężenie ruchu

- stosunek sumy czasów zajętości urządzeń w pewnym okresie do czasu trwania tego okresu
- oznaczamy literą A

Erlang

Jednostka natężenia ruchu

1 Erl

- odpowiada czasowi trwania jednego połączenia równemu jednej godzinie, gdy okres obserwacji wynosi również jedną godzinę
- $A = T_z / T_o$ [Erl]
 - T_z – czas zajętości
 - T_o – czas obserwacji

Inne definicje natężenia

1. Średnia liczba jednocześnie zajętych urządzeń
2. Iloczyn średniej liczby zrealizowanych połączeń w czasie jednostkowym i średniego czasu trwania połączenia
3. Średnia liczba połączeń realizowanych w okresie równym średniemu czasowi trwania połączenia

Zadanie 1



Oblicz natężenie ruchu, korzystając z drugiej i trzeciej podanej definicji, jeżeli łącznie w okresie obserwacji było zajmowane w sposób przedstawiony na rysunku.

Wzory

- $A = \lambda h$
 - A – natężenie ruchu [Erl]
 - λ – intensywność zgłoszeń
 - h – średni czas trwania zgłoszenia
- $A = Tz / To$
 - Tz – czas zajętości
 - To – czas obserwacji
- $\lambda = C/T$
 - C – liczba połączeń w czasie T
- średnia intensywność obsługi
 - $\mu = 1/h$

Wzory c.d.

- Prawdopodobieństwo, że w czasie t napłynie k zgłoszeń
 - $P(k) = ((\lambda t)^k / k!) e^{-\lambda t}$
- Współczynnik strat
$$B = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{c(T) - c_z(T)}{c(T)}$$
 - $c(T)$ — liczba zgłoszeń oferowanych w okresie obserwacji T
 - $c_z(T)$ — liczba zgłoszeń załatwianych w okresie obserwacji T
- $B = (A - A_z) / A = A_{\text{str}} / A$
 - A — natężenie ruchu oferowanego
 - A_z — załatwionego, A_{str} — straconego

Zadanie 2

Otrzymano poniższy histogram zajętości małej centrali abonenckiej obserwowanej w czasie jednej godziny. Oblicz natężenie ruchu załatwianego przez tę centralę.

Liczba zajętych łączy	Czas obserwacji [s]
0	100
1	300
2	1000
3	1200
4	900
5	100

Zadanie 3

Na skutek błędu w ogłoszeniu gazetowym abonent prywatny otrzymuje zgłoszenia z częstotnością 120 na godzinę. Abonent nie jest obecny i zgłoszenia nie są odbierane. Przeciętny abonent wywołujący słucha zwrotnego sygnału dzwonienia przez 30 s zanim odłoży słuchawkę. Oblicz natężenie ruchu oferowanego.

Zadanie 4

Grupa abonentów w ciągu dwóch godzin zrealizowała 400 połączeń o średnim czasie trwania 3 min. Jakie jest średnie natężenie ruchu dla tej grupy abonentów?

Zadanie 5

W wiązce łączy zaobserwowano średnio 20 łączy zajętych. W ciągu jednej godziny zliczono połączeń. Jaki jest średni czas trwania połączenia?

Zadanie 6

Ruch oferowany na trzy łącza wynosi 1 Erl. Średni czas trwania połączenia wynosi 2 min. Oblicz średnią liczbę zgłoszeń w ciągu godziny. Jakie jest prawdopodobieństwo, że w ciągu 2 min nie pojawi się żadne zgłoszenie?

Współczynnik blokady

$$E = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{T_b}{T}$$

- T_b — czas trwania blokady w okresie obserwacji T
- Jeżeli wywołania pojawiają się niezależnie (strumień Poissona)
 - $B = E$

Zadanie 7

W ciągu godziny największego ruchu obserwowano cztery łącza. Otrzymano poniższy histogram. Oblicz współczynnik blokady.

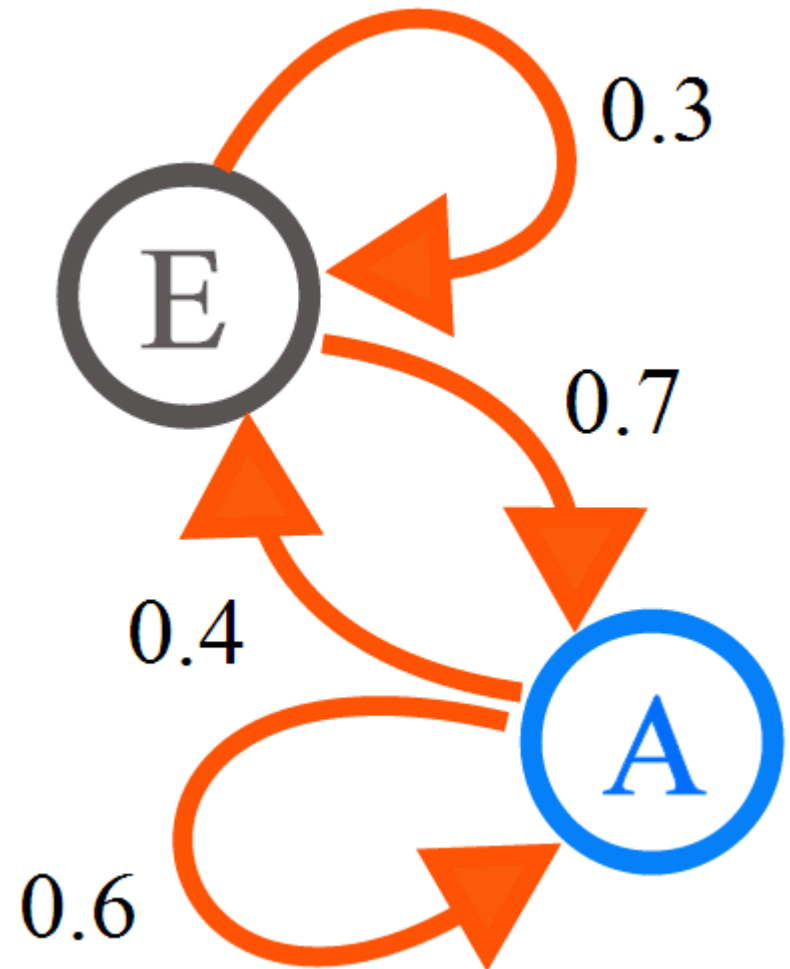
Liczba zajętych łączy	Czas obserwacji [min]
0	5
1	12
2	20
3	17
4	6

Zadanie 8

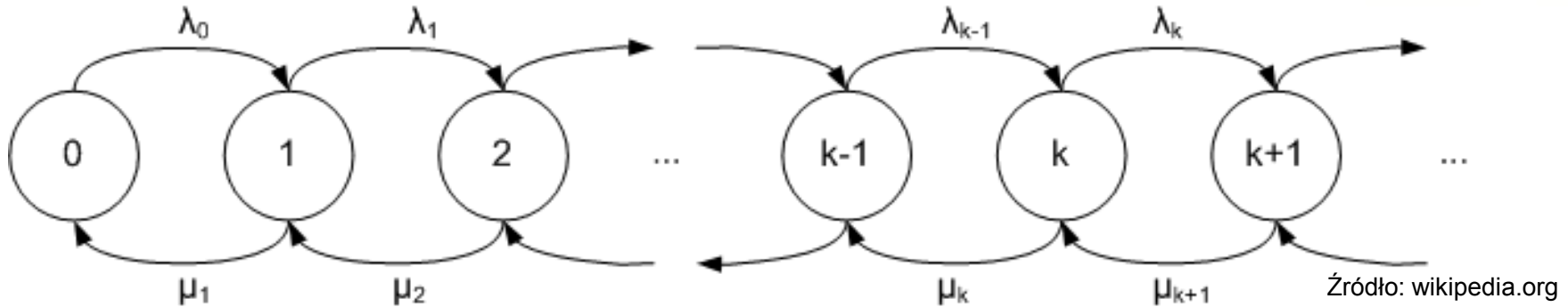
W ciągu godziny największego ruchu zarejestrowano stratę 40 zgłoszeń. Jeżeli współczynnik blokady w tej centrali wynosi 0,1, oszacuj oferowaną w tej godzinie liczbę zgłoszeń.

Łańcuchy Markowa

- Narzędzie do analizy systemów kolejkowych
- Wyliczenie, np.
 - Prawdopodobieństwa blokady
- Cel
 - Zapewnienie odpowiedniej jakości obsługi



Proces urodzin i śmierci



- Przejścia wyłącznie między sąsiednimi stanami
- Stan i -ty
 - i zgłoszeń/użytkowników w systemie
- Intensywność przejść
 - λ_i – intensywność urodzin
 - μ_i – intensywność śmierci
- Równowaga statystyczna

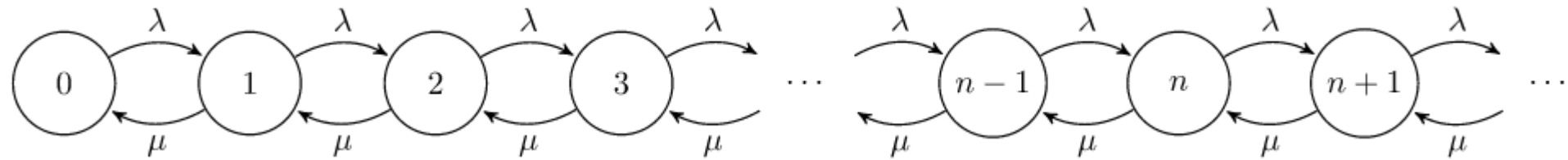
Notacja Kendalla

A/B/N/K/S

- A – typ rozkładu zgłoszeń
- B – typ rozkładu czasów obsługi
- N – liczba stanowisk obsługi
- K – pojemność kolejki
- S – liczba źródeł ruchu

System M/M/1

Diagram równowagi



Źródło: wikipedia.org

- Ruch oferowany – strumień Poissona
- Rozkład czasów obsługi – wykładniczy
- Jedno stanowisko obsługi
- Równowaga statystyczna
 - $\lambda P_{x-1} = \mu P_x, x \geq 1$

Zadanie 9

- A. Narysuj diagram równowagi dla systemu M/M/N

- B. Narysuj diagram równowagi dla systemu M/M/N/0

Model Erlanga Dla M/M/N/0

- Prawdopodobieństwo blokady
 - A - średnie natężenie ruchu
 - N - liczba stanowisk obsługi

$$E_{1,N}(A) = \frac{A^N}{\sum_{i=0}^N \frac{A^i}{i!}}$$

Tablice Erlanga

- [Ze strony ITU-T](#)
- [Kalkulator](#)

Liczba kanałów		TABLICA ERLANGA									
		Prawdopodobieństwa strat B									
		0.0001	0.0005	0.0010	0.0020	0.0030	0.0050	0.0100	0.0200	0.0300	0.0500
N											
1		0.0001	0.0005	0.0010	0.0020	0.0030	0.0050	0.0101	0.0204	0.0309	0.0526
2		0.0142	0.0321	0.0458	0.0653	0.0806	0.1054	0.1526	0.2235	0.2816	0.3813
3		0.0868	0.1517	0.1938	0.2487	0.2885	0.3490	0.4555	0.6022	0.7151	0.8994
4		0.2347	0.3624	0.4393	0.5350	0.6021	0.7012	0.8694	1.0923	1.2589	1.5246
5		0.4520	0.6486	0.7621	0.8999	0.9945	1.1320	1.3608	1.6571	1.8752	2.2185
6		0.7282	0.9957	1.1459	1.3252	1.4468	1.6218	1.9090	2.2759	2.5431	2.9603
7		1.0541	1.3922	1.5786	1.7984	1.9463	2.1575	2.5009	2.9354	3.2497	3.7378
8		1.4219	1.8297	2.0513	2.3105	2.4837	2.7299	3.1276	3.6270	3.9865	4.5430
9		1.8256	2.3016	2.5575	2.8549	3.0526	3.3326	3.7825	4.3447	4.7479	5.3702
10		2.2601	2.8028	3.0920	3.4265	3.6480	3.9607	4.4612	5.0840	5.5294	6.2157
11		2.7216	3.3294	3.6511	4.0215	4.2661	4.6104	5.1599	5.8415	6.3280	7.0764
12		3.2069	3.8781	4.2314	4.6368	4.9038	5.2789	5.8760	6.6147	7.1410	7.9501
13		3.7133	4.4465	4.8305	5.2700	5.5588	5.9638	6.6072	7.4015	7.9667	8.8349
14		4.2387	5.0324	5.4464	5.9190	6.2290	6.6632	7.3517	8.2003	8.8035	9.7295
15		4.7811	5.6339	6.0772	6.5822	6.9129	7.3755	8.1080	9.0096	9.6500	10.6327

Zadanie 10

Dobierz liczbę łączy między koncentratorom a centralą, jeżeli do koncentratora jest dołączonych 260 abonentów wzbudzających ruch 17 Erl, a straty dopuszczalne wynoszą 0,5%. Skorzystaj z tablic.

Zadanie 11

Ruch 4,46 Erl jest oferowany na wiązkę 10 łączy. Oblicz natężenie ruchu załatwianego przez tę wiązkę.

Zadanie domowe

Gdy ruch o natężeniu 15 Erl jest oferowany na wiązkę 25 łączy, prawdopodobieństwo blokady wynosi 0,005. Średni czas trwania połączenia wynosi 6 min.

- a) Jakie jest prawdopodobieństwo, że tylko jedno łącze jest wolne?
- b) Średnio ile razy wystąpi stan blokady w ciągu godziny?
- c) Jaki będzie średni czas trwania tego stanu?

Odpowiedzi:

- a) 0,008
- b) 1,2
- c) 0,3 min