

## 4. MATERIAŁ NAUCZANIA

### 4.1. Kierowanie ruchu w sieciach telekomunikacyjnych

#### 4.1.1. Materiał nauczania

##### Pojęcia i terminy stosowane w inżynierii ruchu

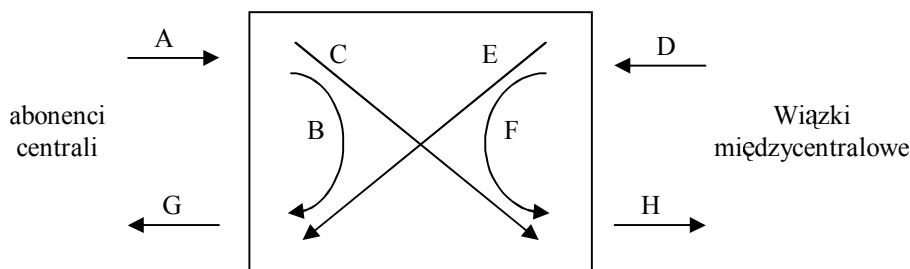
Pojęcia ogólne:

- obsługa ruchu – zdolność obiektu do obsługi ruchu o określonej wielkości i innych określonych charakterystykach w określonych warunkach zewnętrznych,
- usługa telekomunikacyjna – wszelka działalność operatora sieci telefonicznej w zakresie umożliwiania użytkownikom korzystania z urządzeń końcowych i przesyłania informacji zgodnie z ich wymaganiami,
- GoS (grade of service) – zbiór parametrów i wskaźników inżynierii ruchu służących do oceny stopnia odpowiedniości środków łączności do obsługi ruchu w określonych warunkach. GoS można nazywać stopniem obsługi ruchu,
- QoS (quality of service) – łączna ocena stopnia zdolności wykonywania usługi telekomunikacyjnej, satysfakcjonującej użytkownika tej usługi.

Ruch telefoniczny

W każdej centrali sieci telefonicznej wyróżnia się następujące strumienie ruchu:

- ruch generowany (A),
- ruch lokalny (B),
- ruch generowany wychodzący (C),
- ruch przychodzący (D),
- ruch przychodzący końcowy (E),
- ruch tranzytowy (F),
- ruch końcowy (G),
- ruch wychodzący (H).

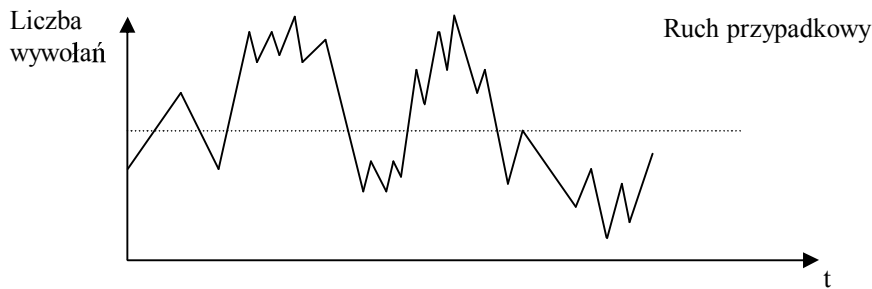


Rys.1. Model strumieni ruchu

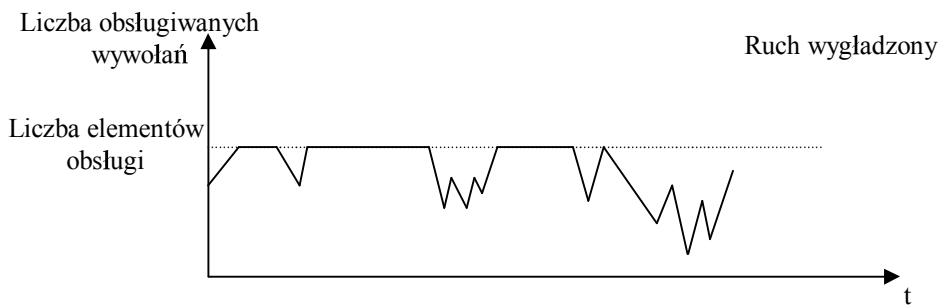
Parametry ruchu:

- ruch telefoniczny jest to stochastyczny proces zdarzeń związanych ze zgłaszanymi przez abonentów żądaniami posłużenia się zasobami sieci telefonicznej w celu uzyskania połączenia z abonentem wskazanym. Składowymi ruchu są proces napływu i obsługi wywołań,
- współczynnik szczytowości – parametr charakteryzujący strumień ruchu telefonicznego,
- ruch czysto przypadkowy (ruch poissonowski) jest to strumień ruchu charakteryzujący się tym, że liczba jednocześnie obsługiwanych wywołań ma rozkład Poissona. Ponieważ rozkład Poissona ma wartość średnią równą wariancji, to ruch czysto przypadkowy charakteryzuje się

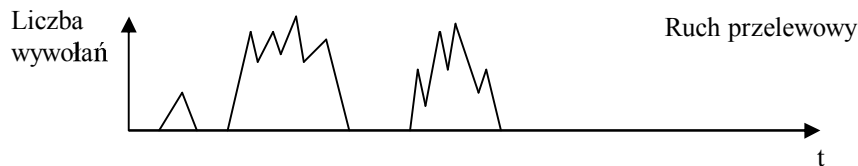
współczynnikiem szczytowości równym jedności. I odwrotnie, jeżeli strumień ruchu ma współczynnik szczytowości równy jedności to jest to strumień ruchu czysto przypadkowego.



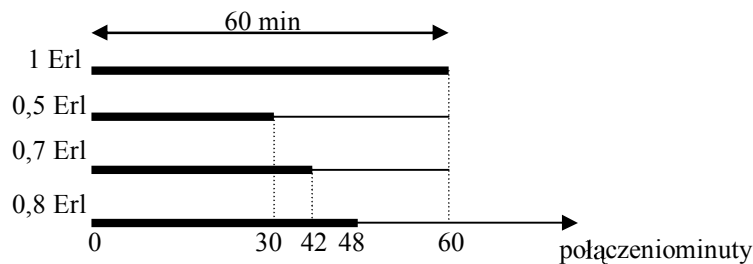
– ruch wygładzony,



– ruch przelewowy,



- intensywność obsługiwanego ruchu – to liczba elementów zajętych obsługą w danej chwili,
- natężenie ruchu – to średnia intensywność ruchu w określonym przedziale czasu (np. doba, godzina największego ruchu), Jednostką natężenia ruchu jest 1Erlang (symbol Erl.). Ruch załatwiany przez zbiór elementów ma natężenie 1Erl, gdy 1 element tego zbioru (np. łącze) jest zajęte przez okres 1godz.



Rys.2. Erlang i połączeniominuty

- suma czasów zajęcia elementów zbioru w określonym czasie obserwacji nazywa się wolumenem ruchu. Jednostką wolumenu ruchu jest 1 Erlangogodzina (1Erlh),
- dla każdego określonego zbioru elementów sieci, obsługującego ruch telefoniczny, wyróżnia się trzy rodzaje strumieni:
  - ruch oferowany (ruch generowany) – symbol **A**,  $A = a_A * t_m$  gdzie  $a_A$  - średnia liczba wywołań na jednostkę czasu oferowana na zbiór elementów w czasie obserwacji T,  $t_m$  - średni czas obsługi jednego wywołania, charakterystyczny dla danego strumienia ruchu,
  - ruch załatwiony – symbol **y**,
  - ruch tracony – symbol **M**.

Między tymi wielkościami istnieje zależność:  $M = A - y$ , czyli natężenie ruchu traconego:

- Jeżeli wszystkie elementy zbioru są w stanie zajętości, to mówi się, że zbiór jest w stanie **natłoku**,
- **Współczynnik strat** – to stosunek natężenia ruchu nieobsłużonego do całego natężenia ruchu oferowanego na dany zbiór urządzeń

$$B = \frac{M}{A} = \frac{A - y}{A} = 1 - \frac{y}{A}$$

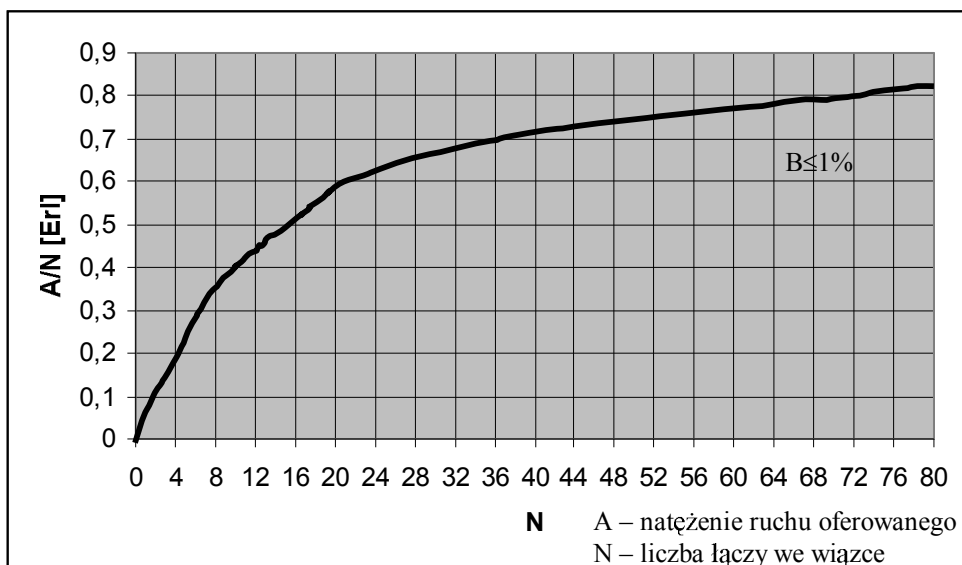
- godzina największego ruchu (GNR) nazywa się nieprzerwany jednogodzinny przedział czasu w całości mieszczący się w rozpatrywanym okresie (np. dzień, miesiąc, rok),
- **TCBH** – uśredniona w czasie GNR – jest to jednogodzinny przedział czasu rozpoczynający się każdego dnia w tym samym momencie, w którym to przedziale średnie natężenie ruchu uśrednione w rozpatrywanym szeregu dni jest największe. Skrótom TCBH nazywa się również natężenie ruchu występującego w formie uśrednionej w czasie GNR,
- **ADPH** – średnie natężenie ruchu z dobowych GNR – jest to natężenie ruchu obliczone (uśrednione) z dziennych GNR szeregu dni; zwykle GNR poszczególnych dni nie rozpoczyna się w tym samym momencie. ADPH wylicza się zazwyczaj z 10 dni roboczych,
- współczynnik koncentracji ruchu jest to procentowy udział wolumenu ruchu w GNR do wolumenu ruchu w ciągu doby. Współczynnik **k** w praktyce przyjmuje wartości od 0,12 do 0,20 (12% do 20%).

$$k = \frac{Y_{GNR}}{Y_{doby}} * 100\%$$

Wiązki łączy

- łączy jednokierunkowe,
- łączy dwukierunkowe,
- wiązki łączy międzycentralowych,
- subwiązki.

**Prawem wiązki** nazywa się zjawisko polegające na tym, że obciążalność wiązki (subwiązki), czyli jej zdolność do obsługi ruchu telefonicznego, rośnie – przy założonej wielkości strat ruchu – wraz ze wzrostem liczby łączy w wiązce (subwiązce).



Rys.3. Zależność obciążalności łącza (A/N) od liczby łączy w wiązce pełnodostępnej (N)

Rodzaje sprawności:

- Sprawność użytkowa **ASR** jest miarą jakości świadczonych usług abonentom przez centralę oraz wskaźnikiem stopnia wykorzystania urządzeń centrali przez efektywną część rzeczywistego ruchu telefonicznego – tzn. przez połączenia skuteczne, w których abonent żądany zgłosił się,

$$ASR = \frac{\text{liczba połączeń skutecznych}}{\text{liczba połączeń ogółem}} * 100\%$$

- sprawność techniczna **K<sub>t</sub>** jest miarą gotowości centrali do obsługi ruchu telefonicznego. Sprawność techniczna odnosi się wyłącznie do połączeń próbnych zestawianych przez urządzenia centrali od numeru próbnego do numeru próbnego,

$$K_t = \frac{\text{liczba połączeń skutecznych}}{\text{liczba połączeń ogółem}} * 100\%$$

- sprawność ruchowa **SR** lub **efektywna** jest miarą wykorzystania czasu pracy zasobów sieci przez efektywną część ruchu telefonicznego tzn. połączenia, w których abonent żądany zgłosił się,

$$SR = \frac{\text{łączny czas trwania rozmów}}{\text{łączny czas zajęcia urządzeń}} * 100\%$$

- współczynnik zajęć błędnych **WZB** jest to procentowy udział zajęć, które zostały stracone z winy uszkodzeń urządzeń i natłoku w sieci. Do WZB zalicza się natłok w centrali lub w sieci, oraz błędne zadziałania urządzeń w sieci,

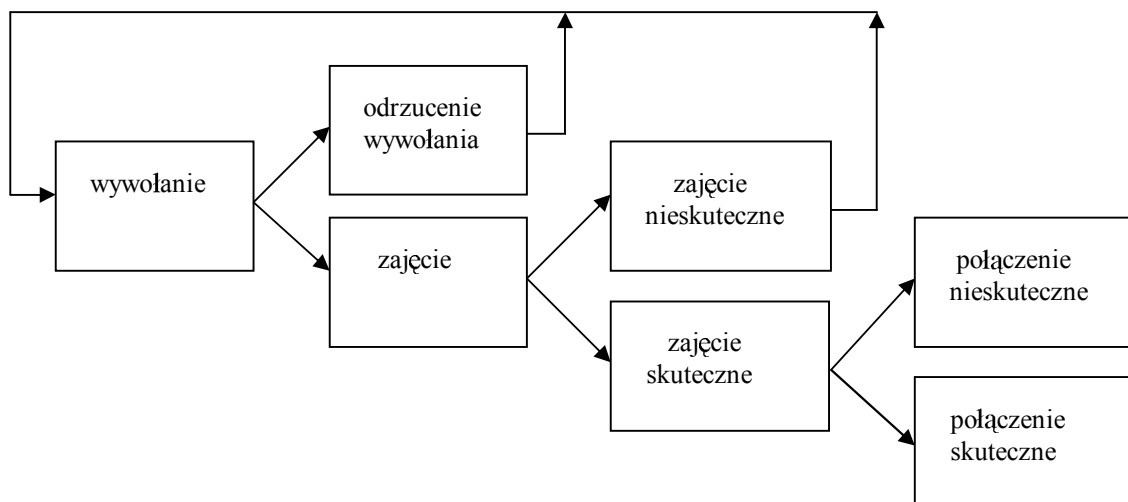
$$WZB = \frac{\text{liczba zajęć błędnych z winy sieci}}{\text{liczba zajęć ogółem}} * 100\%$$

- współczynnik połączeń nieefektywnych **WPN** jest to procentowy udział połączeń, które nie zakończyły się skutecznie z winy abonenta żadanego. Do WPN zalicza się połączenia, które natrafiły na zajęte łącze abonenckie, lub w których abonent nie zgłosił się.

$$WPN = \frac{\text{liczba połączeń nieskutecznych z winy AbB}}{\text{liczba zestawionych połączeń ogółem}} * 100\%$$

Zestawianie i rozłączanie połączeń:

- wywołanie,
- zajęcie łącza – skuteczne lub nieskuteczne,
- połączenie.



Rys.4. Wywołanie od strony abonenta wywołującego

### Zasady kierowania ruchem

- Sieć telefoniczna obejmuje określoną liczbę węzłów (central) połączonych pomiędzy sobą za pomocą wiązek łączy. Pomiedzy parą węzłów może być kilka wiązek lub subwiązekłączy bezpośrednich. Subwiązki te mogą być jedno lub dwukierunkowe,