

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra telekomunikácií



PARAMETRE TELEKOMUNIKAČNEJ PREVÁDZKY

Ivan Baroňák



SPOJOVACIE SYSTÉMY
TEÓRIA A PRINCÍPY HROMADNEJ OBSLUHY

ZÁKAZNÍK	OBSLUŽNÝ KANÁL	OBSLUHA
KUPOJÚCI	POKLADŇA V OBCHODE	PLATENIE NÁKUPU
POŠKODENÝ	OPRAVÁR	OPRAVA
STROJ	ZORAĐOVAČ	ZORADENIE
CHORÝ	LEKÁR	VYŠETRENIE
LIETADLO	PRIST. DRÁHA	PRISTÁTIE
AUTO	PARK. MIESTO	PARKOVANIE
TEL. ÚČASTNÍK	ÚSTREDŇA	SPOJENIE

**SYSTÉMY HROMADNEJ OBSLUHY SÚ ZALOŽENÉ
NA REÁLNYCH OKOLNOSTIACH**



PRÍCHOD ÚČASTNÍKOV	JEDNOTLIVO ALEBO HROMADNE PRAVIDELNE ALEBO NÁHODNE
ZÁKONITOSTI FRONTY	ZÁKAZNÍCI ČAKAJÚ V PORADÍ, ALEBO MOŽU ODÍŠŤ, NAVIAC PORADIE VO FRONTE SA MOŽE ZMENIŤ
DOBA OBSLUHY	JE STÁLA, ALEBO SA MOŽE MENIŤ

BAROŇÁK-KTL

**DVE VELIČINY, KTORÉ VŽDY BUDEME
POVAŽOVAŤ ZA NÁHODU**



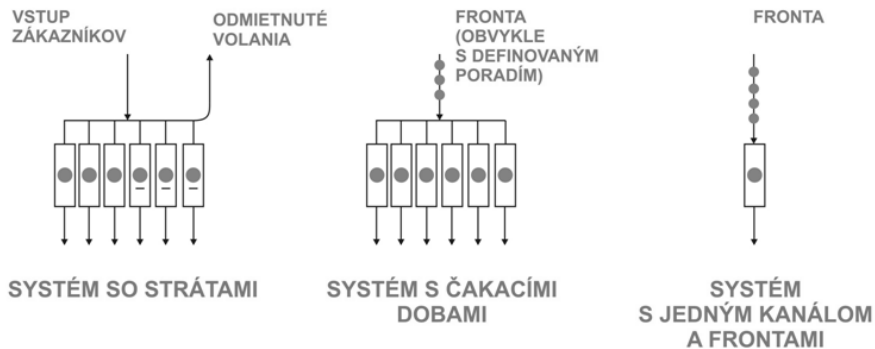
POČET ÚČASTNÍKOV VSTUPUJÚCICH DO SYSTÉMU

DOBA OBSLUHY

Teória HO sa dá využiť všade tam, kde ide o poskytovanie služieb s náhodnou dobou trvania, žiadaných v náhodnej dobe ...

BAROŇÁK-KTL

PRÍPADY VYSKYTUJÚCE SA V REALIZÁCII OBSLUŽNÝCH KANÁLOV PRI SHO



BAROŇÁK-KTL

PREVÁDKOVÉ ZAŤAŽENIE V SPOJOVACÍCH SYSTÉMOCH

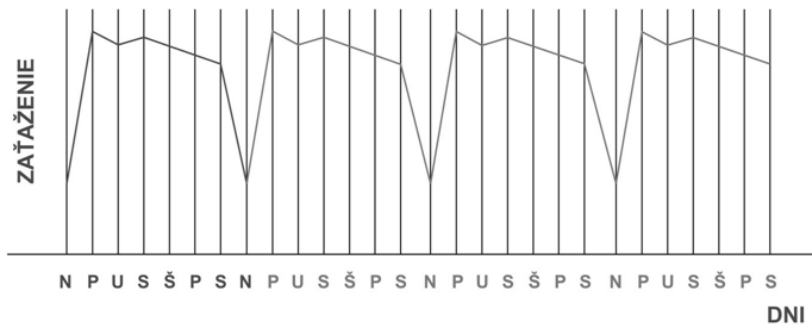
ČO UMOŽŇUJE JEHO ZNALOSŤ ?

- SKÚMAŤ VYUŽITIE SPOJOVACÍCH CIEST - ICH SKUTOČNÚ POTREBU
- KVALITU SHO (MALÝ POČET SPOJOVACÍCH CIEST = VEĽKÉ ZAŤAŽENIE, FRONTY, NESPOKOJNOSŤ, OPOTREBOVANIE)
- POROVNÁVANIE KVALITY SHO NAVZÁJOM
- VPLYV NA DIMENZOVANIE SPOJOVACÍCH CIEST, POČET RIADIACÍCH JEDNOTIEK

(... Teda v dôsledku vždy ekonomika ...)

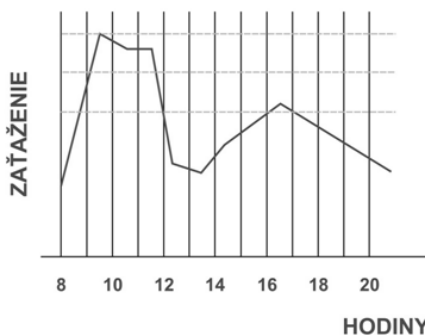
BAROŇÁK-KTL

PRIEBEH PREVÁDZKOVÉHO ZAŤAŽENIA



BAROŇÁK-KTL

PRIEBEH PREVÁDZKOVÉHO ZAŤAŽENIA



ŠPIČKA (EKONOMICKY NEÚNOSNÉ)

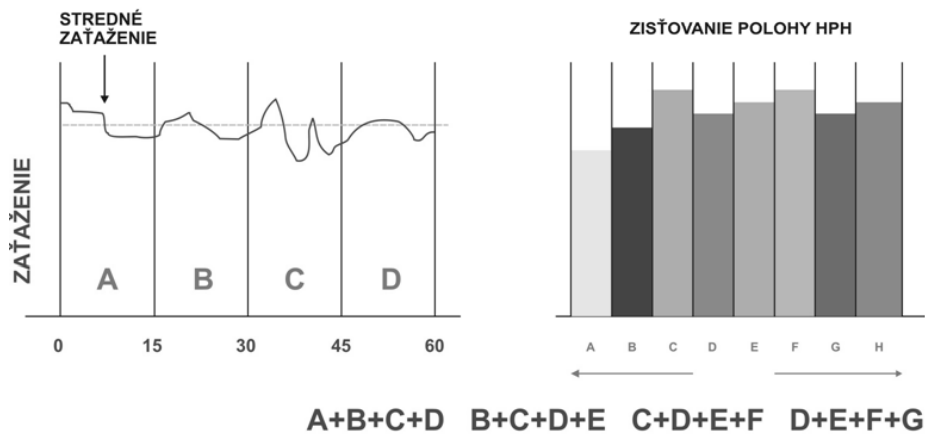
4 - HODINOVÝ PRIEMER

DENNÝ PRIEMER (ZIÁ KVALITA)

(DIMENZOVANIE SÚVISI NAJMA S KVALITOU SLUŽBY = A TEDA JE TO KOMPROMIS EKONOMICKÝ)

BAROŇÁK-KTL

PRIEBEH PREVÁDZKOVÉHO ZATAŽENIA V HPH



BAROŇÁK-KTL

DEFINÍCIA HPH

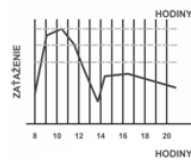
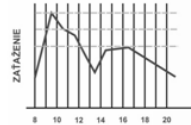
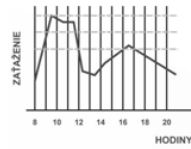
DEFINÍCIA HPH
HPH JE DEFINOVANÁ AKO ŠTYRI
PO SEBE IDÚCE 1/4 HODINY S NAJVYŠŠÍM ZATAŽENÍM

Otázne je používanie takto určenej HPH, pretože potrebujeme HPH pre každý deň.

A tá je vždy iná - HODNOTA aj POLOHA.
Preto sa pre jej určenie používajú dve definície - stará a nová.

BAROŇÁK-KTL

MERANIE HPH - 1 METÓDA



Každý deň sa najde HPH metódou najvyššieho súčtu po sebe štyroch idúcich 1/4 hodín

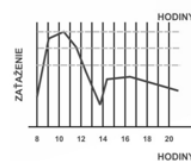
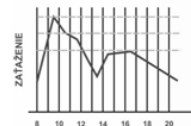
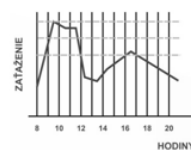
$A+B+C+D$ $B+C+D+E$ $C+D+E+F$ $D+E+F+G$

Potom sa urobí priemer hodnoty HPH napr. z celotýždňového merania HPH

HPH síce nájdeme, ale jej časovú polohu nie !!!
To súčasne istá nevýhoda definície.

BAROŇÁK-KTL

MERANIE HPH - 2 METÓDA



V každom pozorovaní sa meria zaťaženia po celý deň a samozrejme po celý napr. Týždeň

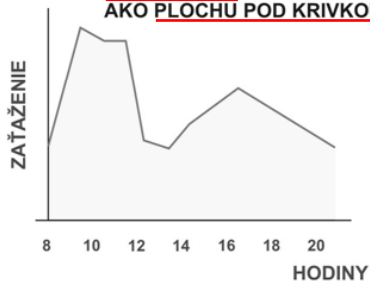
Hodnoty sa z priebehov zaťaženia (merania) pre každý časový okamžik merania počas každého dňa spočítajú, a potom sa urobí pre každú časovú vzorku celkový priemer.

Tým sa získa priemerná hodnota pre celý napr. týždeň v každom meranom okamžiku.

Z uvedených hodnôt sa dá nakresliť priemerná denná krivka. Tým presne určíme hodnotu HPH a tiež časovú polohu.
(Použijeme metódu po sebe idúcich 1/4 hodín s navyšším prevádzkovým zaťažením.

BAROŇÁK-KTL

HODNOTU PZ SI MOŽNO PREDSTAVIŤ
AKO PLOCHU POD KRIVKOU



$$Y = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} N_x dt \quad [\text{erl}]$$

počet použitých spojovacích ciest

[ERLANG JE VELIČINA BEZROZMERNÁ - 1946]

Význam majú dve pozorovania : 1 hod a 24 hod

PRENESENÉ PREVÁDZKOVÉ ZAŤAŽENIE - Vyjadrenie inou formou

$$Y = \frac{c_r \cdot t_o}{T}$$

- c_r všetky reálne volania na skupine spojok
- t_o stredná doba obsadenia spojovacieho ciest
- T doba merania

BAROŇÁK-KTL

PREVÁDZKOVÉ ZAŤAŽENIE JE VÝHODNÁ VELIČINA - NEOBSAHUJE ČAS

... ale ďalej poznáme ešte ďalšiu dôležitú veličinu :

PREVÁDZKOVÝ TOK $\Phi_y = C \cdot t_o \quad [\text{erlh}]$

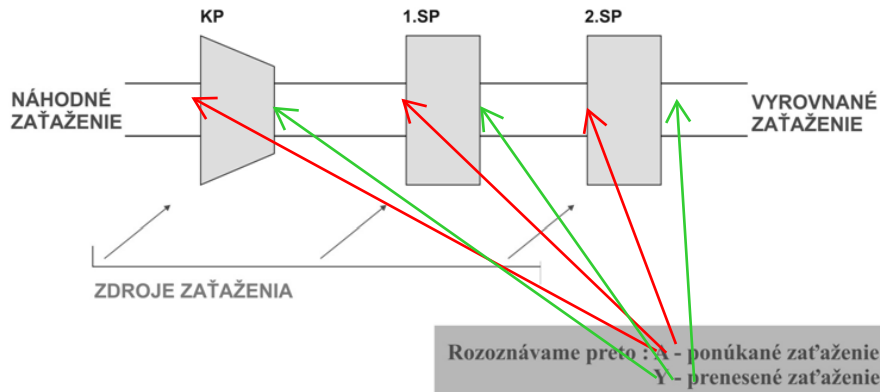
Dobu T vzt'ahujeme k T = 24 hod a k T = 1 hod

Potom aj z toho vieme určiť - odmerať hodnoty Y_d a Y .
Potom ich pomer je

$$k = \frac{Y}{Y_d} \quad [\text{koncentrácia}]$$

BAROŇÁK-KTL

K ČOMU VZŤAHUJEME PREVÁDZKOVÉ ZAŤAŽENIE V SPOJOVACÍCH SYSTÉMOCH



BAROŇÁK-KTL

PONÚKANÉ PREVÁDZKOVÉ ZAŤAŽENIE

s-pocet ucastnikov
k-koncentracia

$$A = s \cdot c \cdot t_0 \cdot k \quad [\text{erl}] \quad \text{vzťahuje sa k HPH}$$

c počet volaní účastníka /deň
t₀ stredná doba obsadenia cesty pre jedno volanie

určenie **c** : zisťuje sa meraním v skupine

$$c = \frac{c_1 + c_2 + c_3 + \dots + c_n}{s}$$

Príklad:

c = 10, mohla vzniknúť sledovaním len 3 účastníkov, z ktorých :

Prvý volal 2x a na záťaži sa podieľal	20%
Druhý volal 7x a na záťaži sa podieľal	70%
Tretí volal 21 krát a na záťaži sa podieľal	210%

(musíme dať pozor na dimenzovanie ... pozor na nebezpečnosť kolísania !)

BAROŇÁK-KTL

NEBEZPEČNOSŤ KOLÍSANIA PONÚKANEJ ZÁŤAŽE

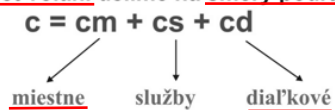
KOLÍSANIE JE TÝM VAČŠIE - ČÍM JE SKUPINA MENŠIA

dôsledok : v určitej skupine môžu byť len účastníci len slabí, strední, silní
pre PABX : najvyššie "A" v podnikateľskej sfére, najmenšie v bytovom sektore

Práve uvedené má vplyv na dimenzovanie ústrední

Celkový počet volaní delíme na smery podľa druhu volaní :

$$c = c_m + c_s + c_d$$



miestne služby diaľkové

BAROŇÁK-KTL

HUSTOTA VYUŽITIA SPOJOVACIEHO SYSTÉMU JE VYJADRENÁ
NIE POČTOM POKUSOV, ALE SKUTOČNÝM POČTOM USKUTOČNENÝCH
HOVOROV :

$h < c$ a ich vzťah je :

$$c = h \cdot a \quad [a > 1; 1,1-1,2]$$

potom, ale $A = 1,2 \cdot h \cdot t_0 \cdot k \cdot s$

t_0 z mnohých meraní

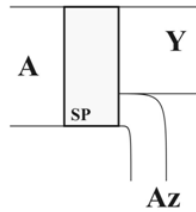
$$t_0 = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n}{n} \quad [n - \text{pozorované volania}]$$

BAROŇÁK-KTL

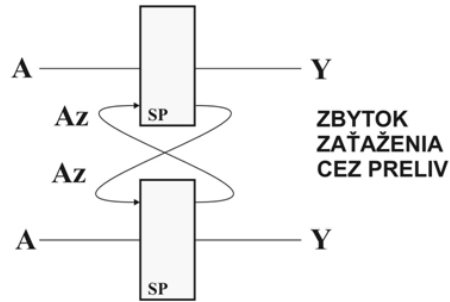
STRÁTY A NEBEZPEČNÁ DOBA

$$A = Y + Az$$

$$Y = A - Az$$



PONÚKANÉ
A PRENESENÉ
ZAŤAŽENIE



Az - stratene prevadzkovne zatazenie
dovody: nie je volny register, otalanie s volbou

DEFINÍCIA STRÁT

$$Z' = \frac{C_z}{C_r} \quad \begin{matrix} \nearrow \text{stratené} \\ \searrow \text{realizované} \end{matrix} \quad [\text{v } \% \text{ alebo } \text{‰}]$$

MÁ NÁHODNÝ CHARAKTER, PRETO HOVORÍME O HODNOTE Z'
AKO O PRAVDEPODOBNOTI STRÁTY

INÁ DEFINÍCIA $Z' = \frac{C_z}{C_r + C_z}$

aby nevzniklo velmi velke cislo, tak sa do menovateľa pridava počet stratených volaní

AK CHCEME STRÁTY VYJADRIŤ V POJMOCH PREVÁDZKOVÉHO ZAŤAŽENIA, TAK PREJDEME NA VYJADRENIE :

$$Z' = \frac{Az}{Y} \quad Z' = \frac{Az}{Y + Az}$$

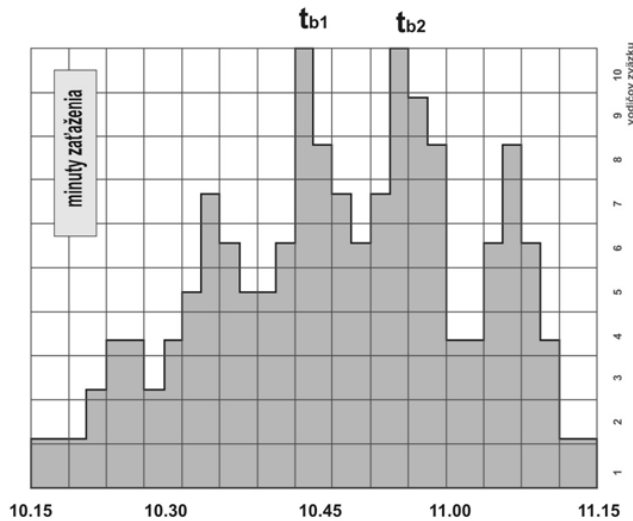
(... to je definícia strát ...)

Definícia - cez počet volaní alebo cez prevadzkovne zatazenie

Y je prenesene
Az je stratene

NEBEZPEČNÁ DOBA

ciara ohranicujuca vyplnenu plochu musi byt zhodne s vodorovnymi ciarami mriezky. Ked je plna zatazenost, tak z tohto grafu nevidim, ci este niekto dalsi v tom case chcel telefonovat.



nebezpečná doba

$$t_n = \sum_{i=1}^x t_{bi}$$

nebezpečná doba vyjadrená pomerom k HPH (T)

$$E = \frac{t_n}{T}$$

BAROŇÁK-KTL

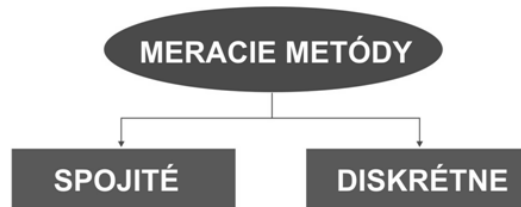
MERANIE PREVÁDZKOVÉHO ZAŤAŽENIA



PREDMET MERANIA

- POČET VOLANÍ (stredná hodnota)
- DOBA VOLANIA (stredná hodnota)
- PRIEBEH PREVÁDZKOVÉHO ZAŤAŽENIA

BAROŇÁK-KTL



PRINCÍPY MERANIA - TECHNICKÁ STRÁNKA

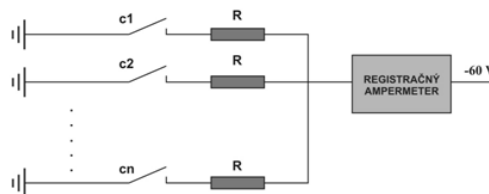
1. Registračným ampérmetrom
2. Erlangometrom
3. Časovým zapisovačom
4. Impulzným meračom

(naviac sa meria - *nebezpečná doba a počet obsadení všetkých východov*)

BAROŇÁK-KTL

MERANIE PREVÁDZKOVÉHO ZAŤAŽENIA

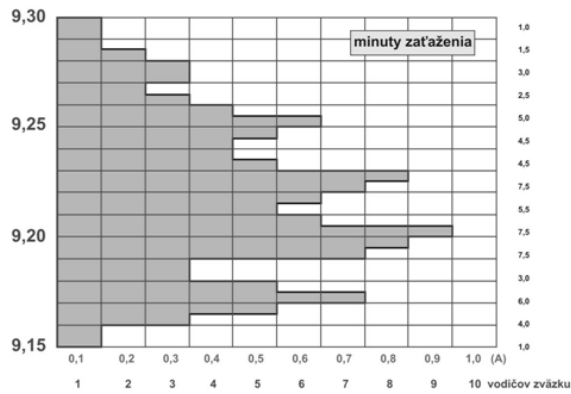
$$Y = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} N_x \cdot dt \quad N \cdot 30 \text{ mA} = N \cdot 1 \text{ erl}$$



$U = 60 \text{ V}$, $R = 2000 \text{ ohm}$, $I = 30 \text{ mA}$
(využíva sa vzťah medzi erlangami a miliamphodinami)

BAROŇÁK-KTL

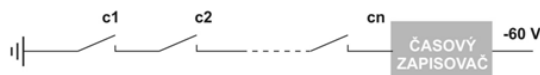
$$64/15 = 4,2 \text{ erl}$$



BAROŇÁK-KTL

ČASOVÝ ZAPISOVAČ (NEBEZPEČNÁ DOBA)

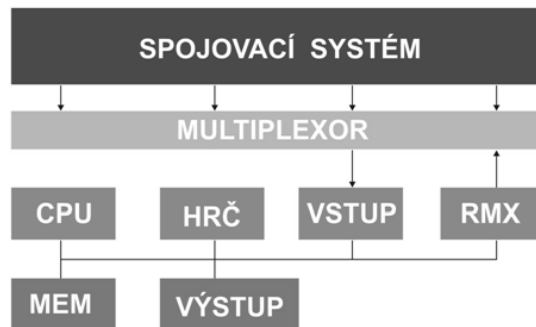
- časovým zapisovačom sa meria doba obsadenia
- ak bude počítadlo - zmeriame počet stratených volaní



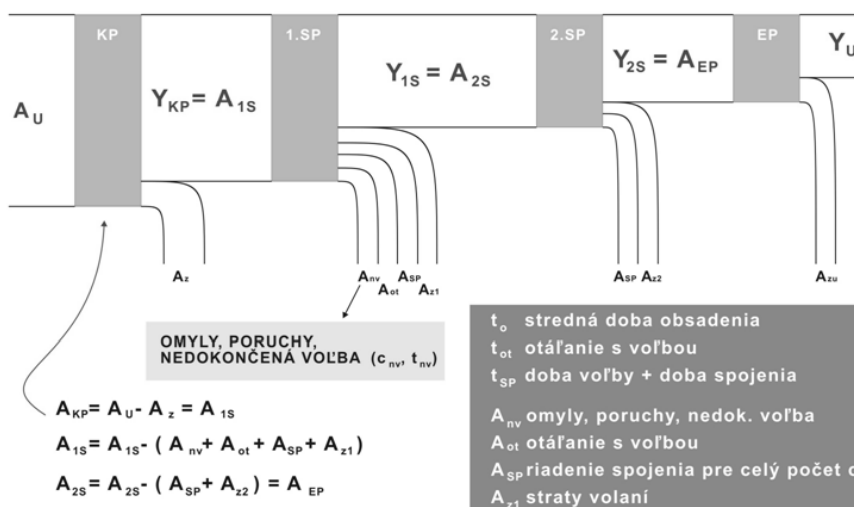
Dá sa ním merať doba obsadenia každej spojovacej cesty

BAROŇÁK-KTL

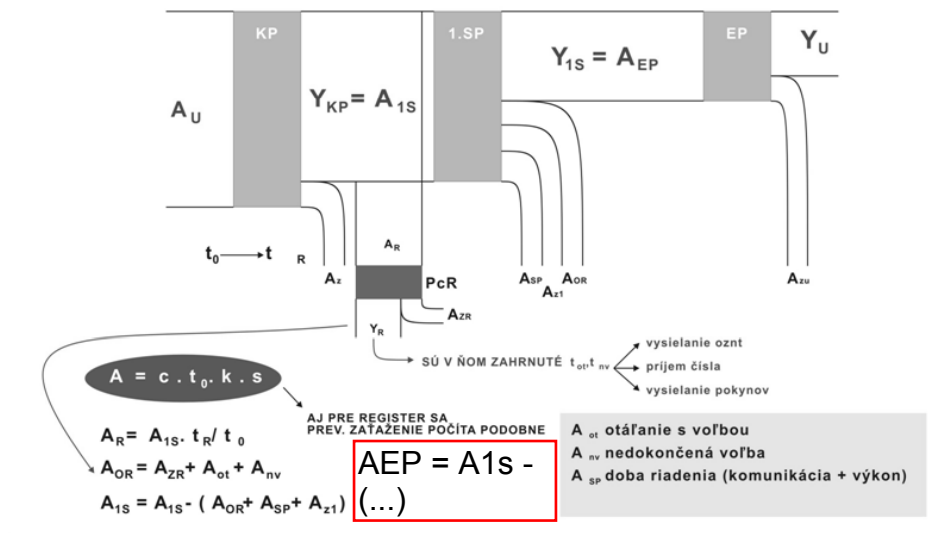
IMPULZOVÉ MERANIE



BAROŇÁK-KTL



BAROŇÁK-KTL



Ďakujem za pozornosť

Erlang - závislosť medzi počtom vedení(n)-prevádzkovej zataženie (A alebo Y)-stratou(Z)

Skúma pravdepodobnosť vzniku poruchy.

Na niektoré situácie sa používa extrémne Bernoulliho => Poisson

Vychádzal z Bernoulliho - tlak veľkiny napchal do jeho vzorca... rozdelenie pravdepodobnosti

1. Erlangova veta je pre systém so stratami - je výsledkom úpravy

2. Erlangova - systém sa definuje pre systém s čakacími radami.

Erlang veľmi dobre funguje pre TDM

Nie veľmi má opodstatnenie pre moderné-multimedialné technológie - tam má väčšie opodstatnenie Markovské reťazce - lepší nástroj na modelovanie týchto systémov.

Aj niektoré IP protokoly sa snažia používať signalizáciu, ktorá sa blíži späť ku TLK signalizáciám (napr. MPLS)