

Капацитет (пропусна моћ) бродске преводнице

дефиниција

... “маса терета који прође кроз бродску преводницу у изабраној јединици времена” (најчешће годину дана)

[t/god]

(алтернативно, “број пловила која прођу кроз преводницу у изабраној јединици времена”)

Капацитет (пропусна моћ) бродске преводнице

ММО – дефиниција

ММО – Методе Масовног Опслуживања:

**стохастички приступ димензионисања система опслуживања
и анализе њиховог понашања у експлоатацији**

Капацитет (пропусна моћ) бродске преводнице

елементи система МО



Капацитет (пропусна моћ) бродске преводнице

улазни поток клијената

Претпоставке:

- **Ординарност** – мала вероватноћа појаве два догађаја у истом тренутку
- **Одсуство последица** – догађаји су међусобно независни

Капацитет (пропусна моћ) бродске преводнице

улазни потток клијената

Једнопараметарска Пуасонова (Poisson) расподела (дискретна променљива)

$$f(X) = \frac{\lambda^X}{X!} \cdot e^{-\lambda} \quad (X = 0, 1, 2, \dots)$$

где је X - број приспелих бродова у серији од N случајно генерисаних догађаја), а $\lambda = \bar{X} = \sigma_X^2$ - средња вредност серије, истовремено и варијанса.

Капацитет (пропусна моћ) бродске преводнице

улазни потток клијената

Значење параметра λ

... просечан број приспелих бродова у јединици времена $[1/\text{dan}]$, $[1/\text{mes}]$

„ интензитет (густина) улазног потока”

ако је: $\lambda \neq \lambda(t)$, $\lambda = \text{const.}$, случајни процес је “*стационаран*”,
а улазни потток “*прост*”.

Капацитет (пропусна моћ) бродске преводнице

улазни поток клијената

ако се уместо броја приспелих клијената (бродова), посматра расподела временског интервала између два наласка (t_d), онда се Пуасонов поток дефинише **експоненцијалном** расподелом:

$$f_1(t_d) = \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot t_d} \quad (t_d > 0)$$

где је t_d - време између наласка клијената (бродова)

$$\lambda = \frac{1}{\bar{t}_d}$$

где је \bar{t}_d - просечни интервал наласка

Капацитет (пропусна моћ) бродске преводнице

канал опслуживања - преводница

... трајање опслуживања се такође посматра као случајна променљива са одређеном расподелом (вероватноћом); искуство показује да се ова емпиријска расподела може добро апроксимирати **експоненцијалном** теоријском расподелом:

$$f_2(t_o) = \mu \cdot e^{-\mu \cdot t_o} \quad (t_o > 0)$$

где је t_o - време опслуживања

$$\mu = \frac{1}{\bar{t}_o}$$

где је \bar{t}_o - просечно трајање опслуживања (преводjenja brodova)

Капацитет (пропусна моћ) бродске преводнице

канал опслуживања - преводница

Значење параметра μ

... просечан број опслужених (преведених) бродова
у јединици времена [1/dan], [1/mes]

„ интензитет опслуживања”, или “густина излазног потока”

Капацитет (пропусна моћ) бродске преводнице

једноставни аналитички модели

Параметри стања система:

n - број канала опслуживања;

λ - интензитет доласка клијената (број приспелих клијената у јединици времена);

μ - интензитет опслуживања (број опслужених клијената у јединици времена);

$\rho = \lambda/\mu$ - фактор оптерећења система;

$\alpha = \rho/n$ - фактор оптерећења канала опслуживања.

Капацитет (пропусна моћ) бродске преводнице

једноканални систем без отказа

Стање система:

- Вероватноћа да су сви канали опслуживања слободни: $P_o = \left(\sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^n}{n!} \frac{\alpha}{1 - \alpha} \right)^{-1}$
- Вероватноћа да су сви канали опслуживања zauzeti: $P_z = \frac{\rho^n}{n!} P_o \frac{1}{1 - \alpha}$
- Вероватноћа да је бар један канал опслуживања слободан: $P_o^1 = 1 - P_z$
- Средњи број јединица у реду чекања: $\bar{k}_r = \frac{\rho^n}{n!} P_o \frac{\alpha}{(1 - \alpha)^2}$
- Средње време чекања: $\bar{t}_r = \bar{k}_r / \lambda$
- Средњи број јединица у систему (опслуживање+чекање): $\bar{k} = \bar{k}_r + \rho$
- Средње време боравка у систему (опслуживање+чекање): $\bar{t}_s = \bar{k} / \lambda$

Капацитет (пропусна моћ) бродске преводнице

прорачун вероватноће

$$P_o = \left(\sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^n}{n!} \frac{\alpha}{1 - \alpha} \right)^{-1}$$

MS Excel® функције

- zbir reda: SERIESSUM(x, k, m, \mathbf{a}), gde je ρ - promenljiva, k - početna vrednost eksponenta, m - inkrement eksponenta i \mathbf{a} - lista koeficijenata reda;
- faktorijel: FACT(broj).

$$\sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} = 1 + \sum_{k=1}^n \frac{\rho^k}{k!} = 1 + \frac{\rho}{1!} + \frac{\rho^2}{2!} + \frac{\rho^3}{3!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!}$$

može se ovako računati: $1 + \text{SERIESSUM}(\rho, 1, 1, a_1 : a_n)$, gde su koeficijenti reda: $a_1 = 1/\text{FACT}(1)$, $a_2 = 1/\text{FACT}(2)$, ..., $a_n = 1/\text{FACT}(n)$.

Капацитет (пропусна моћ) бродске преводнице

$$P_{pr} = \underbrace{\frac{T_{god}}{\bar{t}}}_{\frac{\text{min/god}}{\text{min}}} \cdot \underbrace{\Sigma G_{pl}}_t \quad [t/\text{god}]$$

просечни број превођења
у току навигационог периода

укупна носивост свих пловила
у комори при једном превођењу

Капацитет (пропусна моћ) бродске преводнице

Предност ММО

- просечно трајање боравка клијената (бродова) у систему \bar{t} садржи у себи вероватноћу!
- укључена екстремна стања система МО (периоди “нагомилавања” бродова и периоди са мало бродова)
- могућност анализе неравномерности процеса и поузданости рада система опслуживања