



**19. konferenca
Dnevi slovenske informatike**

**Analiza učinkovitosti
klicnega centra z uporabo
stohastičnih modelov
množične strežbe**

Alenka Brezavšček, Andrej Saje, Jure Šumi

18. 04. 2012



Vsebina

□ Teorija množične strežbe

- ✓ Komponente sistema množične strežbe
- ✓ Optimiranje sistema množične strežbe
- ✓ Stohastični matematični modeli za popis sistemov množične strežbe

□ Klicni center kot sistem množične strežbe

- ✓ Analiza obstoječega stanja
- ✓ Izbira ustreznega matematičnega modela
- ✓ Izbira relevantnih karakteristik
- ✓ Izračun ustreznega števila aktivnih operaterjev

□ Sklep in perspektive nadaljnjega dela



Teorija množične strežbe

Komponente sistema množične strežbe

- eno ali več strežnih mest
- proces prihajanja strank, ki želijo strežbo
- proces strežbe

Težave

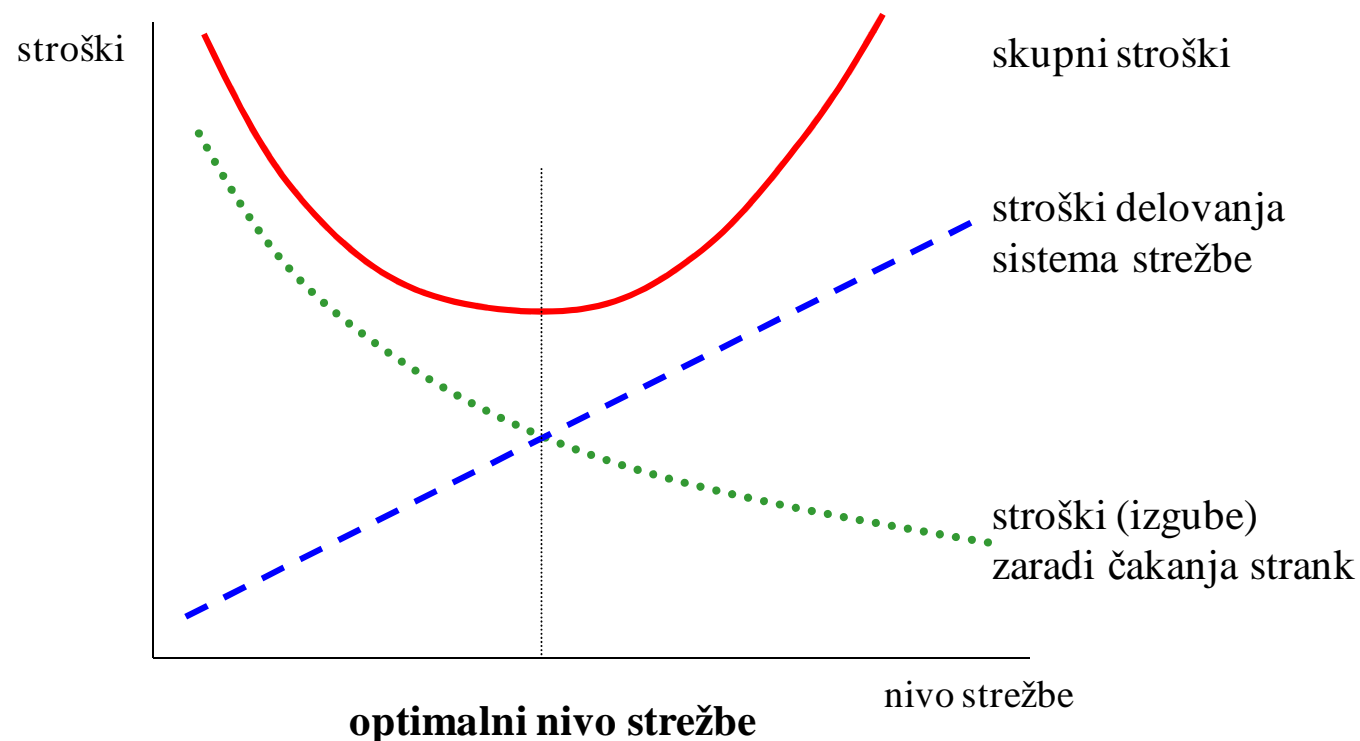
- kadar ni možno vseh strank, ki strežbo želijo, postreči hkrati, se tvorijo vrste
- nastanejo stroški (izgube) zaradi čakanja strank, ki s številom čakajočih strank naraščajo





Teorija množične strežbe

Optimiranje sistema množične strežbe



Ključni problem:

določitev minimalnega števila strežnih mest tako, da je zadoščeno vnaprej izbranemu kriteriju



Teorija množične strežbe

Kvantitativne karakteristike sistemov množične strežbe

- ❑ verjetnost, da je po določenem času v sistemu določeno število strank
- ❑ verjetnost, da mora stranka na strežbo čakati
- ❑ čas bivanja v sistemu ali čas čakanja stranke v vrsti
- ❑ število strank v sistemu ali število strank v vrsti
- ❑ ...

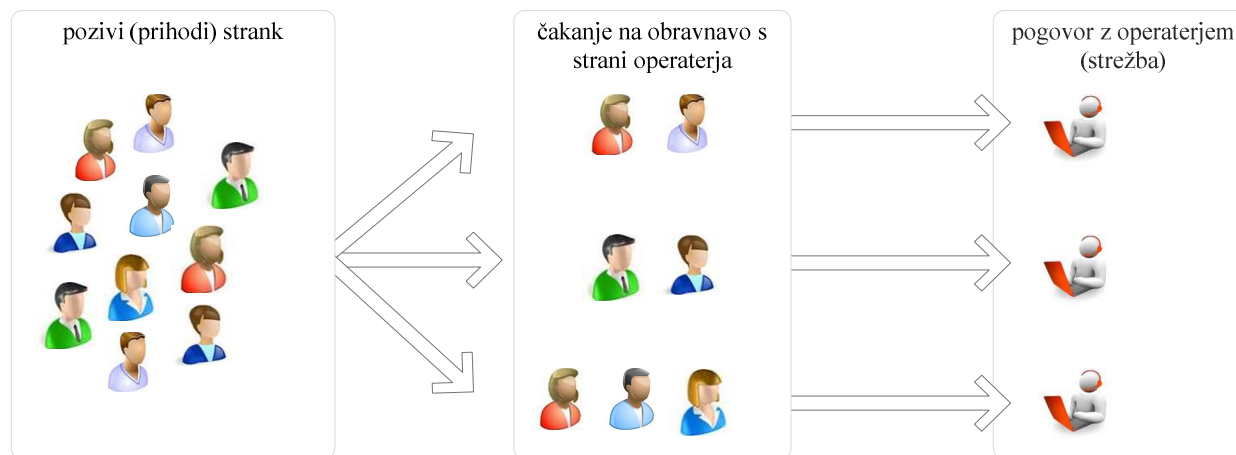
Stohastični matematični modeli za popis sistemov množične strežbe

- ❑ **vhodni tok strank** - verjetnostna porazdelitev časov med dvema zaporednima prihodom!
- ❑ **mehanizem strežbe** - verjetnostna porazdelitev časov strežbe!
- ❑ **disciplina v sistemu** - FIFO, LIFO, prioritete, naključno, ...

- ❑ analitične rešitve za modele tipa **M/M/1** in **MM/r**; simulacijske metode za bolj splošne modele



Klicni center kot sistem množične strežbe



- prihodi v sistem strežbe ⇒ pozivi strank
- strežba ⇒ pogovor z operaterjem
- število strežnih mest ⇒ število sočasno aktivnih operaterjev, ki odgovarjajo na klice strank

Bistveni dejavnik učinkovitosti predstavlja optimalno število operaterjev, ki odgovarjajo na klice strank.



Klicni center kot sistem množične strežbe

Analiza stanja na primeru klicnega centra enega izmed ponudnikov telekomunikacijskih storitev v Sloveniji

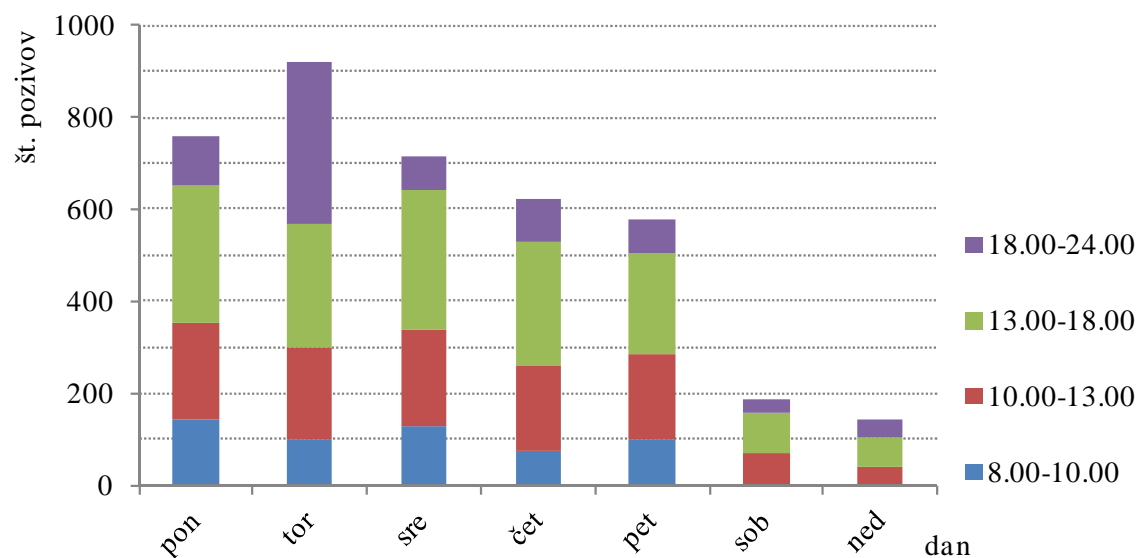
- Deluje vsak dan med 8.00 in 24.00 uro.
- Redno zaposlenih 8 operaterjev, po potrebi se najema dodatna pomoč študentov.
- Razporeditev operaterjev preko delovnega dne določena "na palec", po občutku.
- Stranke kličejo na enotno telefonsko številko.
- Če je ob klicu stranke vsaj eden od operaterjev prost, ta sprejme njen klic.
- Če so vsi operaterji že zasedeni, je stranki omogočeno počakati na prostega operaterja ne glede na to, koliko strank že čaka na obravnavo.
- Tehnologija omogoča avtomatsko beleženje podatkov o pozivih strank in časih pogovorov.



Klicni center kot sistem množične strežbe

Analiza stanja na primeru klicnega centra enega izmed ponudnikov telekomunikacijskih storitev v Sloveniji

- Analizirali smo podatke o številu pozivov strank v različnih delih delovnega dne tekom tipičnega delovnega tedna.



Ugotovitve

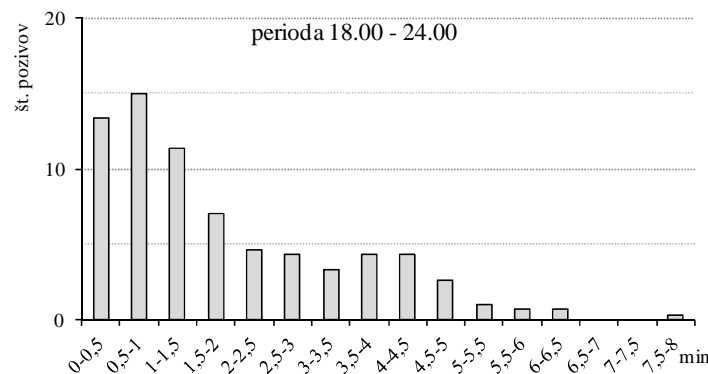
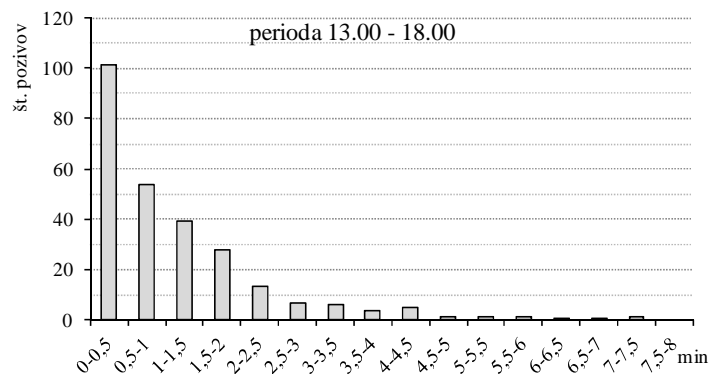
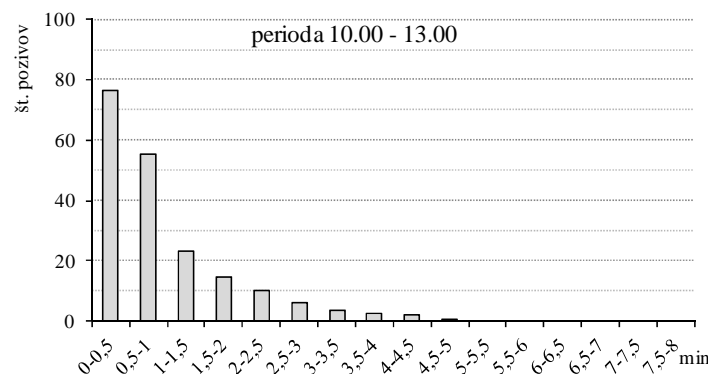
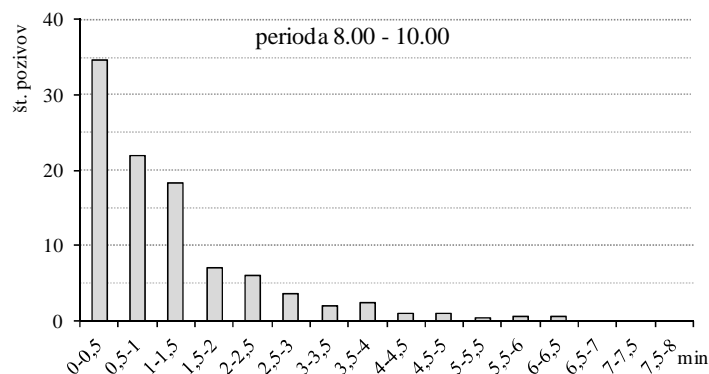
- Med vikendom je število pozivov v vseh periodah precej manjše kot v delovnih dneh.
- Število pozivov znotraj določene periode se od ponedeljka do petka ne razlikuje bistveno.
- Obremenjenost je največja v tretji periodi, sledi druga perioda, najmanjša (približno enaka) pa je v jutranji in v večerni periodi.



Klicni center kot sistem množične strežbe

Izbira ustreznega matematičnega modela

Frekvenčna porazdelitev za čase med pozivi strank po posameznih periodah tekom povprečnega delovnega dne



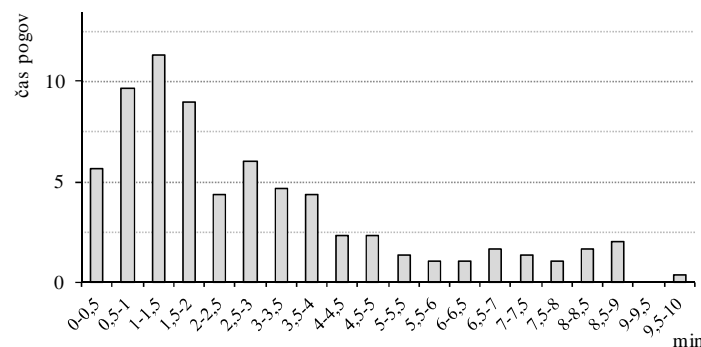
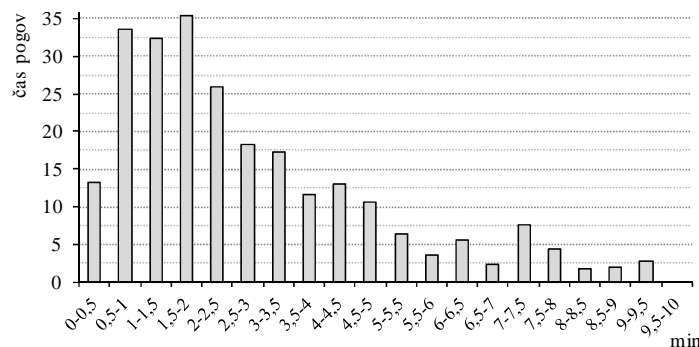
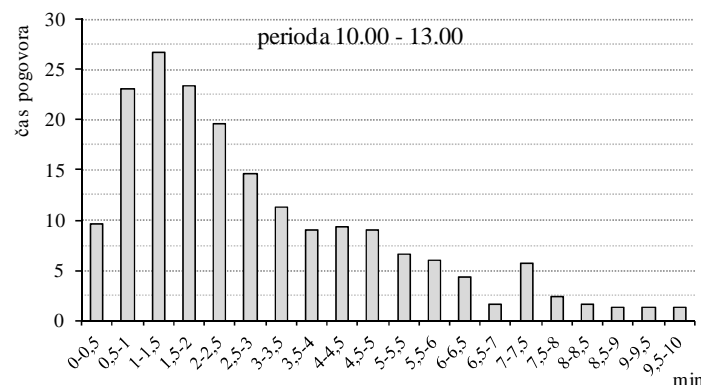
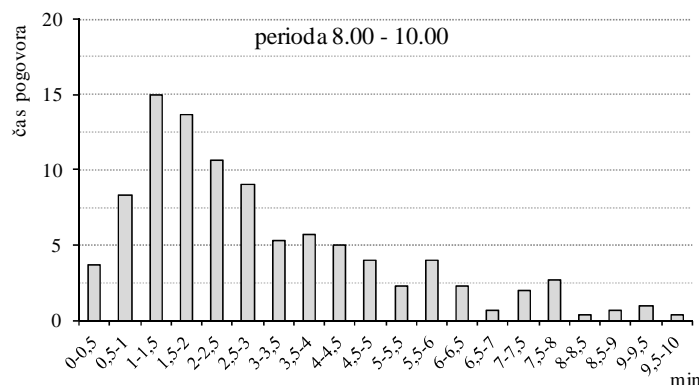
EkspONENTNA porazdelitev časov med dvema zaporednima pozivoma v vseh periodah delovnega dne



Klicni center kot sistem množične strežbe

Izbira ustreznega matematičnega modela

Frekvenčna porazdelitev za čase časa pogovorov z operaterjem po posameznih periodah tekom povprečnega delovnega dne



EkspONENTNA porazdelitev časov pogovorov z operaterjem v vseh periodah delovnega dne



Klicni center kot sistem množične strežbe

Izbira ustreznega matematičnega modela

- M/M/r , osnovni model (brez omejitev), FIFO

Izbira relevantnih karakteristik

- povprečni čas čakanja stranke v vrsti $E(W_q)$

$$E(W_q) = \frac{1}{S} \frac{(r\rho)^r}{r!(1-\rho)^2 r\sigma} \quad S = 1 + r\rho + \frac{(r\rho)^2}{2!} + \dots + \frac{(r\rho)^{r-1}}{(r-1)!} + \frac{(r\rho)^r}{r!} \cdot \frac{1}{1-\rho} \quad \rho = \frac{\alpha}{r\sigma}$$

Cilj

- v posamezni periodi tekom delovnega dne želimo določiti **minimalno število operaterjev** tako, da bo zadoščeno kriteriju

$$E(W_q) \leq 20 \text{ sek}$$



Klicni center kot sistem množične strežbe

Rešitev

Izračun števila aktivnih operaterjev ob upoštevanju izbranega kriterija

perioda	Pogostost prihodov α	Pogostost zaključkov strežbe σ	r_{min}	r	$E(W_q)$
8.00 – 10.00	0,847 / min	0,336 / min	3	5	0,16 min
10.00 – 13.00	1,053 / min	0,342 / min	4	6	0,11 min
13.00 – 18.00	0,877 / min	0,356 / min	3	5	0,14 min
18.00 – 24.00	0,532 / min	0,356 / min	2	4	0,08 min



Sklep in perspektive nadaljnjega dela

□ Ugotovitve

- ✓ stohastični modeli množične strežbe predstavljajo primerno in uporabno orodje za analizo učinkovitosti klicnega centra
- ✓ na razmeroma enostaven način lahko določimo ustrezno število operaterjev glede na izbrani kriterij učinkovitosti
- ✓ tako število operaterjev zagotavlja nižje stroškov delovanja klicnega centra
- ✓ sodobna tehnologija zagotavlja zadostno bazo podatkov, ki predstavljajo osnovo za matematično analizo

□ Perspektive nadaljnjega dela

- ✓ detajlnejša analiza z uporabo podatkov o stroških dela operaterjev in stroških (izgubah) zaradi čakanja strank na prostega operaterja
- ✓ preskus drugih, bolj kompleksnih stohastičnih matematičnih modelov množične strežbe



Hvala za vašo pozornost !

Vprašanja?

Pripombe?

Predlogi?