

## TEKNILLINEN KORKEAKOULU

Tietoliikenne- ja tietoverkkotekniikan laitos

S-38.1145 Liikenneteorian perusteet, Kevät 2009

Tentti  
12.5.2009  
Aalto

1. Tarkastellaan puhelinverkon 2-kanavaisella linkillä kulkevaa puhelinliikennettä. Uusia kutsuja saapuu Poisson-prosessin mukaisesti intensiteetillä 1 kutsu/min. Kutsun keskimääräinen kes-  
toaika on 3 min. Laske
  - (a) tarjottu liikenne,
  - (b) kutsuesto ja
  - (c) kuljetettu liikenne.
2. Pysäkillä saapuu busseja Poisson-prosessin mukaisesti keskimäärin 15 minuutin välein. Tulee pysäkillä satunnaisena ajanhetkenä. Et siis tiedä, milloin edellinen bussi on mennyt ja milloin seuraava bussi tulee.
  - (a) Merkitään  $T$ :llä aikaa, jonka joudut odottamaan ennen seuraavan bussin saapumista. Mikä on satunnaismuuttujan  $T$  jakauma ja odotusarvo?
  - (b) Millä todennäköisyydellä saapumistasi seuraavan 15 minuutin aikana pysäkillä saapuu ainakin yksi bussi.
3. Tarkastellaan jonosysteemiä, jossa on 6 rinnakkaista palvelijaa ja 4 odotuspaikkaa. Keski-  
määräinen palveluaika on 3 min, ja asiakkaat palvelaan saapumisjärjestyksessä. Oletetaan, että systeemiin pyrkii niin paljon asiakkaita, että joka kerta, kun asiakas poistuu systeemistä, vapautuvalle odotuspaikalle tulee heti uusi asiakas, ts. systeemi on aina täysi. Kuinka kauan yksittäinen asiakas keskimäärin viettää aikaa systeemissä?
4. Tarkastellaan tyyppiä  $M/M/1$  olevaa liikenneteoreettista mallia, jossa asiakkaiden saapumisten väliaika on keskimäärin  $1/\lambda$  aikayksikköä ja jossa asiakkaan keskimääräinen palveluaika on  $1/\mu$  aikayksikköä. Merkitään  $X(t)$ :llä systeemissä olevien asiakkaiden lukumäärää hetkellä  $t$ .
  - (a) Piirrä Markov-prosessin  $X(t)$  tilasiirtymäkaavio.
  - (b) Johda  $X(t)$ :n tasapainojakauma. Onko systeemillä stabiilisuusehtoja?
  - (c) Oletetaan nyt, että  $\mu = 3\lambda$ . Millä todennäköisyydellä saapuva asiakas joutuu odottamaan ennen palveluun pääsyä?
5. Tarkastellaan tietoliikenneverkkoa, jossa on 3 reitintä. Yksittäinen reititin pysyy kunnossa eksponentiaalisesti jakautuneen ajan odotusarvolla  $1/\nu$ . Voittuneen reitittimen korjaus kestää eksponentiaalisesti jakautuneen ajan odotusarvolla  $1/\mu$ . Jos useampi reititin on voittuneena yhtäaikaan, reitittimet korjataan yksitellen. Merkitään  $X(t)$ :llä voittuneena olevien reitittimien lukumäärää hetkellä  $t$ .
  - (a) Piirrä Markov-prosessin  $X(t)$  tilasiirtymäkaavio.
  - (b) Johda  $X(t)$ :n tasapainojakauma. Onko systeemillä stabiilisuusehtoja?
  - (c) Montako reitintä on keskimäärin kunnossa yhtäaikaan tapauksessa  $\mu = \nu = 1$ ?