

Tehtävät 2, 5 ja 6 ovat kotitehtäviä. Palautus viimeistään ti 24.1. klo 10.00 kurssin laatikkoon (G-siipi, 2. kerros) tai laskareiden alussa ti 24.1. klo 10.15 assistentille.

1. *Demo*

Tarkastellaan runkoverkon osaa, jossa mittausten mukaan on keskimäärin 1000 pakettia. Tämä aliverkko on yhteydessä muuhun runkoverkkoon neljän solmun kautta. Jos saapumisintensiteetit muualta verkosta näihin solmuihin ovat $\lambda_1 = 200$ pps, $\lambda_2 = 300$ pps, $\lambda_3 = 400$ pps ja $\lambda_4 = 500$ pps (pps = pakettia sekunnissa), niin kauanko keskimäärin yksi paketti viettää kyseisessä aliverkossa?

(Ohje: Käytä Littlen kaavaa.)

2. *Kotitehtävä*

Tarkastellaan estollista jonotusjärjestelmää (kts. Luentokalvo 1/27), jossa on 3 rinnakkaista palvelijaa ja 3 odotuspaikkaa. Asiakkaita saapuu keskimäärin 4 minuutin välein. Saapuvista asiakkaista menetetään 10 %. Asiakkaan keskimääräinen odotusaika on 3 minuuttia ja keskimääräinen palveluaika 10 minuuttia.

- (a) Montako asiakasta on keskimäärin odottamassa palveluun pääsyä?
- (b) Montako asiakasta on keskimäärin yhtäaikaa palvelussa?
- (c) Tästä estollisesta jonotusjärjestelmästä lähtevä liikenne ohjataan puhtaaseen yhden palvelijan jonotusjärjestelmään (kts. Luentokalvo 1/26). Kerro mitä tapahtuu, jos tämän jälkimmäisen systeemin palveluaika on keskimäärin 5 minuuttia.

3. *Demo*

Funet-verkon liikennemittaustietoja löytyy osoitteesta

<http://www.csc.fi/suomi/funet/noc/looking-glass/wm>

Klikkaa solmujen `helsinki0-rtr` ja `NORDUnet` välistä linkkiä. Aukeavalta sivulta pääset käsiksi ko. linkin mittaustietoihin. Kaikki tiedot on esitetty vain graafisina käyriä. Käyrät ovat aina pareittain kuvaten kummankin suunnan liikenteen (in = Tukholmasta Helsinkiin ja out = Helsingistä Tukholmaan). Yksittäinen piste käyrällä kertoo keskimääräisen liikenteen kyseisellä hetkellä ja annetulla resoluutiolla. Jos resoluutiota ei mainita tai puhutaan "raw" resoluutiosta, niin kyseessä on 3 minuutin liikenteen keskiarvo. Etsi käyrät, joista voit arvioida seuraavat tiedot (kumpaankin suuntaan):

- (a) Perjantain 13.1.2006 vilkkaimman ja hiljaisimman 3 minuutin pituisen jakson liikenne ja kellonaika.
- (b) Perjantain 13.1.2006 vilkkaimman ja hiljaisimman 1 tunnin pituisen jakson liikenne ja kellonaika.
- (c) Marraskuun 2005 vilkkaimman ja hiljaisimman 1 vuorokauden pituisen jakson liikenne ja ko. päivä.

4. *Demo*

Tarkastellaan puhelinliikennettä yksittäisellä linkillä aikavälillä $[0, T]$, missä $T = 16$ (aikayksikkönä minuutti). Tänä aikana systeemiin saapuu uusia kutsuja seuraavilla ajanhetkillä: 1, 2, 4, 5, 6, 9 ja 12. Näiden kutsujen pitoajat ovat vastaavasti: 9, 5, 4, 2, 7, 2 ja 4. Linkin kapasiteetti on $n = 3$ kanavaa. Hetkellä $t = 0$ systeemi on tyhjä eli kaikki kolme kanavaa ovat vapaina.

- (a) Piirrä kuva, josta selviävät kutsujen saapumishetket, kanavakohtainen varaustilanne sekä varattujen kanavien lukumäärä eli liikenneprosessi ajan t funktiona, $t \in [0, T]$.
- (b) Mikä on estyneiden kutsujen osuus kaikista kutsuista?
- (c) Minkä osuuden kokonaisuudesta systeemi on täynnä?

(Ohje: Vrt. Luentokalvo 2/15)

5. *Kotitehtävä*

Tarkastellaan dataliikennettä pakettitasolla aikavälillä $[0, T]$, missä $T = 20$ (aikayksikkönä μs). Reitittimen ulostuloportille, joka hetkellä 0 on vapaana, saapuu paketteja ajanhetkillä: 1, 3, 4, 14 ja 15. Näiden pakettien lähetysajat ovat vastaavasti: 5, 5, 1, 2 ja 2. Paketit lähetetään saapumisjärjestyksessä. Yhtään pakettia ei menetetä.

- (a) Piirrä kuva, josta selviävät pakettien saapumishetket, kaikkien pakettien odotus- ja lähetysajat sekä systeemissä olevien pakettien lukumäärä eli liikenneprosessi ajan t funktiona, $t \in [0, T]$.
- (b) Mikä on keskimääräinen paketin odotusaika?
- (c) Entä keskimääräinen kokonaisviive (sisältäen sekä odotus- että lähetysajan)?

(Ohje: Vrt. Luentokalvo 2/20)

6. *Kotitehtävä*

Tarkastellaan elastista dataliikennettä vuotasolla aikavälillä $[0, T]$, missä $T = 20$ (aikayksikkönä sekunti). Linkkiä, jonka kapasiteetti on 10 Mbps, saapuu kuormittamaan uusia voita ajanhetkillä 2, 4, 6 ja 10. Näiden voiden koot ovat vastaavasti 100, 20, 25 ja 15 megabittiä. Linkin kapasiteetti jaetaan reilusti tasan kilpailevien voiden kesken. Hetkellä 0 linkki on vapaa.

- (a) Piirrä kuva, josta selviävät voiden saapumishetket, kaikkien voiden viipeet sekä systeemissä olevien voiden lukumäärä eli liikenneprosessi ajan t funktiona, $t \in [0, T]$.
- (b) Mikä on keskimääräinen vuon kokema viive?
- (c) Entä keskimääräinen voiden lukumäärä aikavälillä $[0, T]$?

(Ohje: Vrt. Luentokalvo 2/30)