

*Huom.* Tehtävä 3 on kotitehtävä, jonka mallivastaus käydään läpi vasta seuraavissa laskuharjoituksissa. Palauta vastauksesi ennen seuraavia harjoituksia (16.2.) teletekniikan labran ilmoitustaulun alla olevaan kurssin lokeroon, tai suoraan assistentille harjoituksiin 16.2.

1. 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  $\lambda_1 = 200$  pakettia/s,  $\lambda_2 = 300$  pakettia/s,  $\lambda_3 = 400$  pakettia/s ja  $\lambda_4 = 500$  pakettia/s, niin kauanko keskimäärin yksi paketti viettää kyseisessä aliverkossa?  
(*Ohje:* Käytä Littlen kaavaa.)
2. Tarkastellaan pakettiverkon tilastollista kanavointilaitetta. Tulopuolella on neljä linkkiä kapasiteetiltaan 155 Mbps. Kyseiset linkit syöttävät paketteja kanavointilaitteelle keskimäärin seuraavilla nopeuksilla: 10, 12, 5 ja 3 pakettia ms:ssa. Paketit ovat keskimäärin kooltaan 400 tavua. Mallinnetaan ko. systeemi tyyppiä M/M/1 olevana yhden palvelijan puhtaana jonotusjärjestemänä.
  - (a) Mikä on lähtöpuolen linkin kapasiteetin vähintään oltava, jotta systeemi olisi stabiili (ts. ettei paketteja tulisi nopeammin kuin kanavointilaitte pystyy niitä käsittelemään)?
  - (b) Mikä on systeemin kuorma siinä tapauksessa, että lähtöpuolen linkin kapasiteetti on 155 Mbps? Mikä on tällöin keskimääräinen kanavointilaitteessa olevien pakettien lkm? Entä niiden kokema keskimääräinen kokonaisviive (sisältäen odotuksen ja lähetyksen)?
3. *Kotitehtävä (palautus 16.2.):* Tarkastellaan ATM-verkon tilastollista kanavointilaitetta. Ulostulolinkin nopeudeksi oletetaan 155 Mbps. Lisäksi mittauksissa on todettu, että puskuriin saapuu uusia soluja keskimäärin 300 solua millisekunnissa. Mallinnetaan ko. systeemi tyyppiä M/D/1 olevana yhden palvelijan puhtaana jonotusjärjestelmänä, ts. solujen oletetaan saapuvan Poisson-prosessin mukaisesti intensiteetillä  $\lambda$ , solujen lähetysaika on vakio  $1/\mu$ , ja puskuri oletetaan äärettömäksi.
  - (a) Mikä on yhden solun (53 tavua) lähetysaika  $1/\mu$ ? Mikä on systeemin kuorma  $\rho$ ?
  - (b) Mikä on yhden solun kokema keskimääräinen viive (sisältäen sekä odotuksen että lähetyksen), kun tiedetään, että M/D/1-mallin mukaan puskurissa on keskimäärin  $\rho + \frac{\rho^2}{2(1-\rho)}$  solua (lähetyksessä oleva mukaan lukien)?