

1. Tarkastellaan kahden reitittimen välistä elastista dataliikennettä vuotasolla. Liikenne muodostuu TCP-voista, joita syntyy intensiteetillä λ ja jotka jakavat yhteisen runkoverkon linkin. Merkitään vuon kokoa L :llä ja linkin kapasiteettia C :llä. Ko. yhteisen linkin lisäksi jokaisen vuon nopeutta rajoittaa sen oma liityntälinkki. Oletetaan nämä liityntälinkit samantyyppisiksi kapasiteettinaan r . Yksittäistä vuota siis palvellaan nopeudella $\min\{r, C/n\}$, missä n on (hetkellinen) voiden lukumäärä yhteisellä linkillä. Mallinna ko. järjestelmä syntymä-kuolema-prosessina, ja laske vuon läpimeno θ eli keskimääräinen lähetysnopeus tapauksessa $\lambda = 100$ vuota/s, $E[L] = 1$ Mb, $C = 150$ Mbps ja $r = 100$ Mbps. (*Ohje:* Kyseessä on M/M/1-mallin muunnos, jossa yksi "kuolemantensiteetti" on muuttunut.)
2. Tarkastellaan edelleen kahden reitittimen välistä dataliikennettä vuotasolla. Liikenne muodostuu TCP-voista, joita syntyy intensiteetillä λ ja jotka jakavat yhteisen runkoverkon linkin. Merkitään vuon kokoa L :llä ja linkin kapasiteettia C :llä. Oletetaan, että vuon kokojakauma on eksponentiaalinen. Lisäksi oletetaan, että vuon siirto voi loppua käyttäjän kärsimättömyyden vuoksi. Yksittäisen käyttäjän kärsimättömyyttä kuvaa riippumaton ja eksponentiaalisesti jakautunut satunnaismuuttuja, jonka intensiteettiä merkitään γ :lla. Jos siis n on (hetkellinen) voiden lukumäärä yhteisellä linkillä, niin käyttäjien kärsimättömyyden vuoksi voiden lukumäärä vähenee yhdellä intensiteetillä $n\gamma$. Mallinna ko. järjestelmä syntymä-kuolema-prosessina, ja osoita, että systeemi on stabiili linkin nopeudesta C riippumatta. (*Ohje:* Todistukseksi riittää tasapainojakauman olemassaolo tapauksessa $C \rightarrow 0$.)
3. Jatkuvaa jakaumaa, jonka arvojoukko on $(0, \infty)$ ja kertymäfunktio

$$F(x) = 1 - \left(\frac{1}{1 + bx} \right)^\beta, \quad x > 0,$$

kutsutaan Pareto(β, b)-jakaumaksi ($\beta, b > 0$). Generoi luennoilla esitetyllä 'kertymäfunktion käänös' -menetelmällä neljä satunnaislukua Pareto(2, 1)-jakaumasta. (*Ohje:* Voit käyttää hyväksi demotehtävässä D11/1 generoituja (pseudo)satunnaislukuja.)