

*Tehtävät 3–4 ovat kotitehtäviä. Merkkää ratkaisemasi kotitehtävät laskuharjoitusten alussa kiertävään listaan.*

1. *Demo*

Tarkastellaan piirikytkentäisen järjestelmän  $n$ -kanavaista runkoverkon linkkiä. Linkkiä syöttävät liikennelähteet generoivat uusia kutsuja Poisson-prosessin mukaisesti. Uusien kutsujen väliaika on keskimäärin  $t$  aikayksikköä ja kutsujen keskimääräinen kesto-aika on  $h$  aikayksikköä. Mikä jonomalli on kyseessä? Laske aikaesto, kutsuesto ja kuljetettu liikenne tapauksessa  $n = 2$ ,  $t = 4$  min ja  $h = 3$  min.

2. *Demo*

Tarkastellaan piirikytkentäisen järjestelmän  $n$ -kanavaista liityntäverkon linkkiä. Linkkiä syöttää  $k$  identtistä on-off-tyyppistä käyttäjää. Käyttäjän joutojakso kestää keskimäärin  $t$  aikayksikköä, minkä jälkeen hän generoi uuden kutsun. Kutsujen keskimääräinen kesto-aika on  $h$  aikayksikköä. Mikä jonomalli on kyseessä? Laske aikaesto, kutsuesto ja kuljetettu liikenne tapauksessa  $n = 2$ ,  $k = 4$ ,  $t = 9$  min ja  $h = 3$  min.

3. *Kotitehtävä (1 piste)*

Yrityksellä  $X$  on keskitetty puhelinpalvelukeskus, jossa on kolme rinnakkaista puhelinlinjaa. Jos asiakaan soittaessa kaikki linjat ovat käytössä, uusi kutsu estyy ja se menetetään. Asiakkaat generoivat uusia kutsuja Poisson-prosessin mukaisesti intensiteetillä 0.1 kutsua minuutissa. Puhelujen kestoajat ovat riippumattomia ja eksponentiaalisesti jakautuneita kestäen keskimäärin 10 minuuttia. Mikä jonomalli on kyseessä? Laske järjestelmän aikaesto ja kutsuesto.

4. *Kotitehtävä (2 pistettä)*

Sovellusohjelmalla on kaksi verkkolisenssiä ja kolme käyttäjää. Ohjelman käyttö kestää eksponentiaalisesti jakautuneen ajan. Lopetettuaan ohjelman käytön käyttäjä vapauttaa yhden verkkolisenssin. Seuraavan kerran käyttäjä yrittää päästä käyttämään sovellusta eksponentiaalisesti jakautuneen ajan jälkeen. Päästäkseen käyttämään sitä hän tarvitsee yhden vapaan verkkolisenssin. Istunto kestää keskimäärin 1.0 aikayksikköä, kun taas joutojakson keskipituus on 2.0 aikayksikköä. Kaikki istunnot ja joutojaksot ovat toisistaan riippumattomia.

- Merkitään  $X(t)$ :llä käytössä olevien verkkolisenssien lukumäärää hetkellä  $t$ . Mikä jonomalli on kyseessä (Kendallin merkinnöin)? Prosessi  $X(t)$  on Markov-prosessi. Piirrä sen tilasiirtymäkaavio. Johda lisäksi prosessin tasapainojakauma.
- Montako lisenssiä on keskimäärin käytössä? Millä todennäköisyydellä molemmat lisenssit ovat käytössä yhtäaikaan? Kuinka kauan tällainen tilanne keskimäärin kestää? Millä todennäköisyydellä uusi istunto ei onnistu?