

Huom. Tehtävä 3 on kotitehtävä, jonka mallivastaus käydään läpi vasta seuraavissa laskuharjoituksissa. Palauta vastauksesi *ennen* seuraavia harjoituksia (30.1.) tietoverkkolaboratorion ilmoitustaulun alla olevaan kurssin lokeroon (G-siipi, 2. kerros), tai suoraan assistentille seuraavien harjoitusten (30.1.) alussa.

- a) Tarkastellaan kahden puhelinkeskuksen välisellä yhdysjohdolla kulkevaa puhelinliikennettä. Oletetaan, että käytössä on 5 rinnakkaista kanavaa. Mallinnetaan järjestelmä puhtaana menetysjärjestelmänä. Oletetaan, että uusia kutsuja saapuu Poisson-prosessin mukaisesti intensiteetillä 2 kutsua minuutissa. Keskimääräisen pitoajan oletetaan olevan 3 minuuttia. Laske tarjottu liikenne, menetetty liikenne ja kuljetettu liikenne.
b) Tarkastellaan reitittimen reititysprosessorin läpi menevää dataliikennettä. Mallinnetaan järjestelmä puhtaana yhden palvelijan jonotusjärjestelmänä. Oletetaan, että uusia reititettäviä paketteja ilmaantuu Poisson-prosessin mukaisesti intensiteetillä 2 pakettia ms:ssa. Oletetaan lisäksi, että pakettien prosessointiin kuluvat ajat ovat riippumattomasti ja eksponentiaalisesti jakautuneita odotusarvonaan 0.4 ms. Mikä on systeemin kuorma? Kuinka suuri osa paketeista pääsee suoraan prosessoitavaksi (ilman jonotusta)? Mikä on todennäköisyys, että paketti joutuu odottamaan yli 2 ms?
2. Määritellään funktio

$$\text{Erl}(n, a) = \frac{a^n/n!}{\sum_{i=0}^n a^i/i!}$$

Osoita, että pätee rekursiivinen kaava:

$$\begin{aligned} \text{Erl}(0, a) &= 1 \\ \text{Erl}(n, a) &= \frac{1}{1 + \frac{n}{a \cdot \text{Erl}(n-1, a)}} \end{aligned}$$

(*Ohje:* Laske ensin osamäärä $\text{Erl}(n, a)/\text{Erl}(n-1, a)$.)

Toteuta tämä rekursiivinen algoritmi Mathematicalla, Matlabilla tai C:llä. Laske pienin mahdollinen kanavien lkm n , kun tarjottu liikenne on $a = 1, 3, 10, 30$ ja 100 erlangia ja vaaditaan, että kutsuesto (siis $\text{Erl}(n, a)$) on korkeintaan 1%. Laske myös ”varmuussuhde” n/a eri tapauksissa.

3. *Kotitehtävä* (deadline 30.1. klo 9.00): Oletetaan, että yrityksellä X on keskitetty palvelukeskus (call center), jossa on kolme rinnakkaista puhelinlinjaa. Mittauksissa on todettu, että ruuhka-aikana uusia puheluyrityksiä tulee keskimäärin joka viides minuutti ja puhelut kestävät keskimäärin 15 minuuttia. a) Laske systeemin kutsuesto. b) Montako puhelua on keskimäärin käynnissä yhtäaikaan ruuhka-aikana?

(*Ohje:* Käytä mallina puhdasta menetysjärjestelmää, johon saapuu uusia kutsuja Poisson-prosessin mukaisesti vakiointensiteetillä.)