

Huom. Tehtävä 3 on kotitehtävä, jonka mallivastaus käydään läpi vasta seuraavissa laskuharjoituksissa. Palauta vastauksesi ennen seuraavia harjoituksia (7.2.) tietoverkkolaboratorion ilmoitustaulun alla olevaan kurssin lokeroon (G-siipi, 2. kerros), tai suoraan assistentille seuraavien harjoitusten (7.2.) 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 7.2. klo 9.00): Oletetaan, että yrityksellä X on keskitetty palvelukeskus (call center), jossa on kaksi rinnakkaista puhelinlinjaa. Mittauksissa on todettu, että ruuhka-aikana molemmat linjat ovat käytössä yhtäaikaan 10 % kokonaisajasta. Toisaalta on havaittu, että puhelut kestävät keskimäärin 10 minuuttia. Laske systeemin kutsuesto siinä tilanteessa, että puhelun keskimääräinen pitoaika kasvaa 10 minuutista 15 minuuttiin. (*Ohje:* Käytä mallina puhdasta menetysjärjestelmää, johon saapuu uusia kutsuja Poisson-prosessin mukaisesti vakiointensiteetillä.)