

*Huom.* Tehtävä 3 on kotitehtävä, jonka mallivastaus käydään läpi vasta seuraavissa laskuharjoituksissa. Palauta vastauksesi ennen seuraavia harjoituksia (19.4.) teletekniikan labran ilmoitustaulun alla olevaan kurssin lokeroon, tai suoraan assistentille harjoituksiin 19.4.

1. Eräessä simuloinnissa havaittiin, että vaadittava tulosten tarkkuus saavutettiin, kun havaintojen  $X_i$  lukumäärä oli  $n = 100$ . Tietyllä varianssin redusointimenetelmällä pystyttiin havainnon varianssia  $D^2[X_i]$  pienentämään puoleen. Kuinka monta simulointitoistoa tämän jälkeen tarvittiin (saman tarkkuustason saavuttamiseksi)? Perustele.
2. Tarkastellaan sellaista symmetristä puhelinverkkoa, missä on kaksi hierarkiatasoa. Merkitään  $n_1$ :llä ylemmän tason (transit)keskusten lkm:ää. Oletetaan, että nämä  $n_1$  keskusta on kyteetty täydellisesti toisiinsa kaksisuuntaisin linkein. Oletetaan lisäksi, että jokainen ylemmän tason (transit)keskus palvelee  $n_2$ :ta alemman tason (paikallis)keskusta. Nämä  $n_2$  keskusta on kyteetty kaksisuuntaisin linkein vastaavaan ylemmän tason keskukseen (tähtitopologia). Sanotaan, että ne muodostavat liikennealueen. Tilaaajat liittyvät verkkoon paikalliskeskusten kautta. Oletetaan vielä, että liikennematriisi  $T = T(i, j)$ , missä siis  $i$  ja  $j$  käyvät läpi kaikki mahdolliset paikalliskeskukset, on seuraavanlainen:

$$T(i, j) = \begin{cases} t_1, & \text{jos keskukset } i \text{ ja } j \text{ kuuluvat eri liikennealueisiin,} \\ t_2, & \text{jos keskukset } i \text{ ja } j \text{ kuuluvat samaan liikennealueeseen, mutta } i \neq j, \\ t_3, & \text{jos } i = j. \end{cases}$$

Laske yksittäisen paikalliskeskuksen tilaajien generoima liikenneintensiteetti  $a$  (so. tarjottu liikenne)?

3. *Kotitehtävä (palautus 19.4.):* Jatketaan edellisessä tehtävässä kuvatun hierarkkisen verkon tarkastelua. Oletetaan nyt, että  $n_1 = 3$ ,  $n_2 = 6$ ,  $t_1 = 0.1$  erlangia,  $t_2 = 1.0$  erlangia ja  $t_3 = 10.0$  erlangia. Oletetaan lisäksi, että puhelun keskimääräinen pitoaika on  $h = 3$  minuuttia.
  - a) (Verkon solmujen mitoitus) Millä keskimääräisellä nopeudella eri keskuksiin saapuu uusia yhteyspyyntöjä? Laske lisäksi kullekin keskukselle kutsujen käsittelynopeuden vähimmäisarvo, kun vaaditaan, että kutsujen käsittelystä aiheutuva liikennekuorma on korkeintaan 0.5.
  - b) (Linkkien mitoitus) Laske kullekin linkille tarjottu liikenne. Laske lisäksi kunkin linkin vähimmäiskapasiteetti, kun vaaditaan, että kutsuesto kullakin linkillä erikseen on korkeintaan 1%.