

Huom. Tehtävä 3 on kotitehtävä, jonka mallivastaus käydään läpi vasta seuraavissa laskuharjoituksissa. Palauta vastauksesi ennen seuraavia harjoituksia (3.5.) teletekniikan labran ilmoitustaulun alla olevaan kurssin lokeroon, tai suoraan assistentille harjoitukseen 3.5.

1. (Verkon optimointi) Jatketaan edellisten harjoitusten tehtävissä 2 ja 3 käsitellyn symmetrisen puhelinverkon tarkastelua. Jos linkkien mitoitus tehdään kuten tehtävän 3 kohdassa b) (mikä takaa kutsueston ylärajaksi 1% kullakin linkillä erikseen) päästä-päähän eston ylärajaksi tulee ns. *tulorajamenetelmän* mukaan 3% (koska pisin reitti koostuu kolmesta linkistä).

Tämä ei kuitenkaan ole ainoa (eikä välttämättä edes optimaalinen) tapa jakaa kapasiteettia eri linkeille niin, että kyseinen kriteeri päästä-päähän estolle toteutuu. Parempi resurssien allokatio on mahdollista löytää esim. ns. *Moen periaatteella*. Mitoita ensin kaikki linkit niin, että kutsuesto kullakin linkillä erikseen on korkeintaan 3%. Lisää tämän jälkeen linkkien kapasiteetteja kierros kierrokselta seuraavasti:

1. Laske kummankin tason i linkille vertailuluku H_i kaavalla

$$H_i = \frac{\text{Erl}(C_i, a_i) - \text{Erl}(C_i + 1, a_i)}{l_i},$$

missä l_i viittaa tason i linkkien kokonaismäärään.

2. Valitse se taso, jolla tämä vertailuluku on suurempi, ja lisää kaikkiin ko. tason linkeihin yksi kanava.
3. Laske päästä-päähän eston yläraja tulorajamenetelmällä, ja lopeta kapasiteetin lisäys heti kun se on korkeintaan 3%.

Vertaa saamaasi lopputulosta (edellisten harjoitusten) tehtävän 3b) tulokseen.

2. Tarkastellaan on-off-tyyppisiä VBR-lähteitä (ATM-verkossa), jotka lähettävät nopeudella $r = 64$ kbps todennäköisyydellä $p = 1/2$ (ja nopeudella 0 tn:llä $1/2$). Kuinka monta tällaista lähdetä voidaan kanavoida samaan VP:hen, jonka kapasiteetti on $C = 4$ Mbps, kun solutason laatuvaatimus on $\text{CLR} \leq 10^{-4}$.
3. *Kotitehtävä (palautus 3.5.):* Tarkastellaan ns. elastisia lähteitä, jotka käyttävät ABR-palveluluokkaa. Oletetaan, että uusia tällaisia yhteyksiä syntyy Poisson-prosessin mukaisesti intensiteetillä $\lambda = 100$ yhteyttä sekunnissa. Kunkin yhteyden tarkoituksena on siirtää tiedosto, jonka koon oletetaan noudattavan eksponenttijakaumaa keskiarvonaan $L = 1$ Mbit, linkin J kautta pisteestä A pisteeseen B. Oletetaan linkin J kapasiteetiksi $C = 150$ Mbit/s. Ideaalitapauksessa ABR-vuonohjaus jakaa linkin kaistaa tasapuolisesti eri yhteyksille. Yhteystasolla tämä vastaa M/M/1-PS jonomallia (PS = Processor Sharing -jonokuri): kun n yhteyttä kilpailee linkin kaistasta C , jokainen saa siitä n :nnen osan eli C/n . Laske yhteyden saama keskimääräinen kaista eli läpimeno (throughput).

Ohje: Laske ensin yhteyden keskimääräinen päälläoloaika (so. tiedoston keskimääräinen siirtoaika).