

*Huom.* Tehtävä 3 on kotitehtävä, jonka mallivastaus käydään läpi vasta seuraavissa laskuharjoituksissa. Palauta vastauksesi ennen seuraavia harjoituksia (8.3.) teletekniikan labran ilmoitustaulun alla olevaan kurssin lokeroon, tai suoraan assistentille harjoitukseen 8.3.

1. Tarkastellaan puhelinliikennettä keskusten välisellä linkillä aikavälillä  $[0, T]$ , missä  $T = 16$  (aikayksikköä). Tänä aikana systeemiin saapuu 7 uutta kutsua ajanhetkinä

- 1, 2, 4, 5, 6, 9 ja 12 (aikayksikköä).

Näiden kutsujen pitoajat (siinä tapauksessa että ne eivät esty) ovat vastaavasti

- 9, 5, 4, 1, 7, 2 ja 6 (aikayksikköä).

Linkin kapasiteetti on  $n = 3$  kanavaa. Oletetaan, että hetkellä  $t = 0$  systeemi on tyhjä. Piirrä kuva, mistä selviävät kutsujen saapumishetket, kanavakohtainen varaustilanne sekä varattujen kanavien lkm eli liikenneprosessi ajan  $t$  funktiona,  $t \in [0, T]$ . Montako tarjotuista kutsuista estyy? Mikä on liikennemäärä tällä välillä?

2. Tarkastellaan dataliikennettä tilastollisessa kanavointilaitteessa aikavälillä  $[0, T]$ , missä  $T = 16$  (aikayksikköä). Tänä aikana systeemiin saapuu 6 uutta pakettia ajanhetkinä

- 1, 2, 4, 5, 9 ja 14 (aikayksikköä).

Paketit syötetään menopuolen linkkiin saapumisjärjestyksessä. Eri pakettien lähetysajat menopuolen linkissä ovat vastaavasti

- 5, 1, 1, 2, 1 ja 3 (aikayksikköä).

Oletetaan, että hetkellä  $t = 0$  kanavointilaitteen puskuri on tyhjä. Piirrä kuva, mistä selviävät pakettien saapumishetket, puskurissa olevien pakettien lkm (lähetyksessä oleva paketti mukaanlukien) sekä menopuolen linkin varaustilanne eli liikenneprosessi ajan  $t$  funktiona,  $t \in [0, T]$ . Mikä on näiden pakettien kokema keskimääräinen odotusaika? Mikä on linkin käyttöaste tällä välillä?

3. *Kotitehtävä (palautus 8.3.):* ATM-liikennettä solutasolla voidaan mallintaa ns. jaksollisilla lähteillä, so. lähde generoi uuden (kiinteänpituisen) solun säännöllisin (kiinteänpituinen) väliajoin. Tarkastellaan nyt ATM-verkon tilastollista kanavointilaitetta, jossa on kolme sisääntulolinjaa, puskuri ja yksi ulosmenolinja. Kaikkien linjojen kapasiteetiksi oletetaan  $C$ . Otetaan aikayksiköksi yhden solun lähetykseen kuluva aika (tällaisella linkillä). Oletetaan, että jokaista sisääntulolinjaa kuormittaa lähde, joka lähettää uuden solun joka neljännessä aikavälissä.

a) Kuinka paljon puskuritilaa tarvitaan pahimmassa mahdollisessa liikennetilanteessa (so. miten eri lähteiden vaiheet tulee valita, jotta tarvittava puskuritila maksimoituisi)? Piirrä kuva, mistä selviävät solujen saapumishetket, puskurissa olevien solujen lkm (lähetyksessä oleva solu mukaanlukien) sekä menopuolen linkin varaustilanne eli liikenneprosessi ajan  $t$  funktiona,  $t \in [0, 16]$ .

b) Kuinka vähän puskuritilaa tarvitaan parhaassa mahdollisessa liikennetilanteessa (so. miten eri lähteiden vaiheet tulee valita, jotta tarvittava puskuritila minimoituisi)? Piirrä vastaava kuva kuin a)-kohdassa.