

Huom. Tehtävä 3 on kotitehtävä, jonka mallivastaus käydään läpi vasta seuraavissa laskuharjoituksissa. Palauta vastauksesi ennen seuraavia harjoituksia (5.4.) teletekniikan labran ilmoitustaulun alla olevaan kurssin lokeroon, tai suoraan assistentille harjoituksiin 5.4.

1. Tarkastellaan seuraavanlaista yksinkertaista liikenneteoreettista mallia:

- asiakkaat saapuvat Poisson-prosessin mukaisesti intensiteetillä λ ,
- palveluajat ovat riippumattomia ja samoin jakautuneita noudattaen $\text{Exp}(\mu)$ -jakautumaa,
- käytössä on yksi palvelija,
- odotuspaikkojen lkm m on äärellinen,
- jonokurina on FIFO.

Mikä jonomalli on kyseessä (Kendallin merkinnöin)? Merkitään $X(t)$:llä systeemissä olevien asiakkaiden lkm:ää hetkellä t . Prosessi $X(t)$ on Markov-prosessi. Piirrä sen tilakaavio. Johda lisäksi prosessin tasapainojakauma.

2. Jatketaan edellisen tehtävän järjestelmän tarkastelua. Mikä on ko. järjestelmän aikaesto B_t ? Entä kutsuesto B_c ? Entä mikä on todennäköisyys p_W , että saapuva asiakas joutuu odottamaan. Laske järjestelmän aikaesto B_t , kutsuesto B_c ja odottamaanjoutumistodennäköisyys p_W seuraavissa tapauksissa:

- a) $\lambda = 1/2$ asiakasta per aikayks., $\mu = 1$ asiakas per aikayks., $m = 4$;
- b) $\lambda = 1$ asiakas per aikayks., $\mu = 1$ asiakas per aikayks., $m = 4$.

3. *Kotitehtävä (palautus 5.4.):* Tarkastellaan kahden reitittimen välistä dataliikennettä (reitittimeltä R1 reitittimelle R2). Liikenne muodostuu paketeista, joita saapuu keskimäärin t :n sekunnin välein reitittimen R1 ulosmenolinkille. Paketin lähetysaika riippuu paketin koosta ja linkin kapasiteetista. Merkitään keskimääräistä paketin kokoa L :llä ja linkin kapasiteettia C :llä. Oletetaan lisäksi, että puskurissa on tilaa B :lle paketille.

a) Mallinna ko. järjestelmä M/M/1/B-jonomallilla. Laske menetystodennäköisyys p_L (ts. todennäköisyys, että puskurissa on täynnä paketin saapuessa) tapauksessa $t = 0.15$ sekuntia, $L = 400$ tavua, $C = 64$ kbps ja $B = 5$ pakettia. Laske myös keskimääräinen viive (niiden pakettien osalta, joita ei menetetä) kyseisessä tapauksessa.

b) Ko. järjestelmää voidaan myös yrittää approksimoida M/M/1-jonomallilla. Menetystodennäköisyyttä p_L vastaa tällöin lähinnä todennäköisyydet $P\{X \geq B\}$ ja $P\{X > B\}$, missä X on M/M/1-jonon pituus (tasapainotilanteessa). Laske nämä todennäköisyydet kohdan a) tapauksessa, ja vertaa tuloksia kohdassa a) laskettuun tarkkaan menetystodennäköisyyteen p_L . Laske myös keskimääräinen viive M/M/1-mallille ja vertaa tulosta kohdassa a) laskettuun keskimääräiseen viiveeseen.