

Huom. Tehtävä 3 on kotitehtävä, jonka mallivastaus käydään läpi vasta seuraavissa laskuharjoituksissa. Palauta vastauksesi ennen seuraavia harjoituksia (29.3.) teletekniikan labran ilmoitustaulun alla olevaan kurssin lokeroon, tai suoraan assistentille harjoituksiin 29.3.

1. Tarkastellaan piirikytkentäisen järjestelmän n -kanavaista linkkiä. Oletetaan, että linkkiä syöttävät liikennelähteet generoivat uusia kutsuja Poisson-prosessin mukaisesti (kutsu varaa yhden kanavan). Uusien kutsujen väliaika on keskimäärin t aikayksikköä ja kutsujen keskimääräinen kesto-aika on h aikayksikköä. Mallinna ko. järjestelmä Erlang-mallilla. Laske tarjottu liikenne, aikaesto, kutsuesto ja kuljetettu liikenne tapauksissa
 - a) $n = 2$, $t = 3$ min ja $h = 3$ min,
 - b) $n = 2$, $t = 4$ min ja $h = 3$ min.
2. Tarkastellaan piirikytkentäisen järjestelmän keskitintä (ks. luento 2 kalvot 34-36), missä n 1-kanavaista linkkiä keskitetään m :lle 1-kanavaiselle linkille ($n > m$). Tulopuolen linkkejä syöttävät identtiset on-off-tyyppiset lähteet (yksi lähde per linkki). Ollessaan joutilaana lähde generoi kutsuja keskimäärin t :n aikayksikön välein. Kutsujen keskimääräinen kesto-aika on h aikayksikköä. Mallinna ko. järjestelmä Engset-mallilla. Laske tarjottu liikenne, aikaesto, kutsuesto ja kuljetettu liikenne tapauksissa
 - a) $n = 4$, $m = 2$, $t = 9$ min ja $h = 3$ min,
 - b) $n = 3$, $m = 2$, $t = 9$ min ja $h = 3$ min.
3. *Kotitehtävä (palautus 29.3.):* Oletetaan, että yrityksellä X on keskitetty palvelukeskus (call center), jossa on n rinnakkaista puhelinlinjaa. Lisäksi systeemissä on yksi odotuspaikka ($m = 1$). Jos siis asiakaan soittaessa kaikki n linjaa ovat käytössä, mutta yhtään muuta kutsua ei ole odottamassa, ko. asiakasta kehoitetaan jäämään odottamaan linjan vapautumista. Mutta jos tällaisessa tilanteessa jokin toinen kutsu on jo odottamassa, uusi kutsu estyy ja se menetetään. Oletetaan, että palvelukeskuksen asiakkaat generoivat uusia kutsuja Poisson-prosessin mukaisesti intensiteetillä λ . Oletetaan lisäksi, että asiakaspuhelujen pitoajat ovat riippumattomia ja samoin jakautuneita noudattaen $\text{Exp}(\mu)$ -jakaumaa.
 - a) Mikä jonomalli on kyseessä (Kendallin merkinnöin)? Merkitään $X(t)$:llä systeemissä olevien asiakkaiden lkm:ää hetkellä t (so. palvelussa olevat ynnä mahdollinen odottava asiakas). Prosessi $X(t)$ on Markov-prosessi. Piirrä sen tilakaavio. Johda lisäksi prosessin tasapainojakauma.
 - b) Laske järjestelmän aikaesto B_t , kutsuesto B_c ja odottamaanjoutumistodennäköisyys p_W tapauksessa $n = 2$, $\lambda = 1/3$ kutsua minuutissa ja $\mu = 1/3$ kutsua minuutissa. Vertaa tuloksia Erlang-mallin antamiin tuloksiin (ts. kun $m = 0$).