

Huom. Tehtävä 3 on kotitehtävä, jonka mallivastaus käydään läpi vasta seuraavissa laskuharjoituksissa. Palauta vastauksesi ennen seuraavia harjoituksia (28.3.) tietoverkkolaboratorion ilmoitustaulun alla olevaan kurssin lokeroon (G-siipi, 2. kerros), tai suoraan assistentille seuraavien harjoitusten (28.3.) alussa.

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 (kts. luento 2 kalvot 34-36), missä n 1-kanavaista linkkiä keskitetään m :lle 1-kanavaisele 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* (deadline 28.3. klo 9.00):

Oletetaan, että yrityksellä X on keskitetty palvelukeskus (call center), jossa on kaksi rinnakkaista puhelinlinjaa. Lisäksi systeemissä on kaksi odotuspaikkaa. Jos siis asiakas soittaessa molemmat linjat ovat käytössä ja korkeintaan yksi kutsu on jo odottamassa, ko. asiakasta kehoitetaan jäämään odottamaan linjan vapautumista. Mutta jos tällaisessa tilanteessa on jo kaksi muuta kutsua odottamassa, uusi kutsu estyy ja se menetetään. Oletetaan, että palvelukeskuksen asiakkaat generoivat uusia kutsuja Poisson-prosessin mukaisesti intensiteetillä λ . Oletetaan lisäksi, että asiakaspuhelujen kestoajat 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 mahdolliset odottavat asiakkaat). 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 siinä tapauksessa, että asiakaspuhelujen saapumisintensiteetti on $\lambda = 0.1$ kutsua minuutissa ja keskimääräinen asiakaspuhelun kesto on $1/\mu = 10$ minuuttia.