

1. Tietoliikenneverkkoon saapuu paketteja eri lähteistä yhteensä miljoona kappaletta sekunnissa. Lähde- kohdeosoiteparin perusteella määräytyvien reittien pituudet vaihtelevat huomattavasti. Pakettien verkossa viettämä aika riippuu paitsi kuljetun reitin pituudesta myös verkon ruuhkaisuudesta. Kyseisellä ajalla oletetaan olevan jakauma: 1 ms (90 %), 10 ms (7 %), 100 ms (3 %). Kuinka monta pakettia verkossa keskimäärin on kerrallaan matkalla?
2. Viiden johdon muodostamaan Erlangin menetysjärjestelmään ($M/M/5/5$ -järjestelmä) saapuvan liikenteen intensiteetti on $a = 5$ erl. Estyneet kutsut tarjotaan kuljetettavaksi ylivuotojohdolla. a) Mikä on ylivuotoliikenteen intensiteetti? b) Mikä osuus ylivuotoliikenteestä estyy ylivuotojohdolla? Ohje: Alkuperäinen systeemi ja ylivuotojohto yhdessä muodostavat $M/M/6/6$ -järjestelmän. c) Mikä olisi ylivuotojohdon esto, jos sille tarjottu ylivuotoliikenne olisi poissonista? Selitä ero.
3. Järjestetty haku $n:n$ palvelimen Erlangin järjestelmässä: Oletetaan, että palvelimet on numeroitu $1, \dots, n$ ja tarjottu kuorma on a erl. Jokainen saapuva asiakas ottaa käyttöönsä järjestysluvultaan pienimmän vapaana olevan palvelimen. Minkä osan ajasta palvelin i on käytössä? Ohje: Totea, että kaikki palvelimet $1, \dots, i$ ovat käytössä todennäköisyydellä $E(i, a)$, ja päättelee tästä keskimääräinen saapumisnopeus palvelimien $i + 1, \dots, n$ joukkoon ja edelleen saapumisnopeus kuhunkin palvelimeen erikseen.
4. Tutkitaan 2×1 - ja 4×2 -keskittimiä, joissa kuhunkin sisääntuloon saapuu tarjottuja kutsuja Poisson-prosessin mukaisesti intensiteetillä γ . Keskimääräinen pitoaika on $1/\mu$ ja $\hat{a} = \gamma/\mu = 0.1$. Vertaa näissä keskittimissä todennäköisyyksiä, joilla vapaaseen tulolinjaan saapunut kutsu estyy sen vuoksi, että kaikki lähtölinjat ovat varattuja.
5. Oletetaan, että terveyskeskuksessa on paikalla aina yksi lääkäri (24 tuntia vuorokaudessa) ja asiakkaita saapuu Poisson-prosessi mukaisesti intensiteetillä λ . Kunkin asiakkaan palveluaika noudattaa eksponentiaalijakaumaa keskiarvolla 30 minuuttia. Määrää maksimisaapumisintensiteetti, siten että 95% asiakkaista pääsee palveluun kolmen vuorokauden sisällä ensimmäisestä yhteydenotosta (vrt. hoitotakuu).
6. Tarkastellaan $M/M/1/K$ -jonoa, jonka tilat ovat $0, 1, \dots, K$. Johda todennäköisyys P_n sille, että jono, joka alkuhetkellä on tilassa n , tulevaisuudessa tyhjenee aikaisemmin kuin vuotaa ensimmäisen kerran yli. Ohje: Lisää systeemiin kuvitteellinen tila $K + 1$; siirtyminen tilaan $K + 1$ tarkoittaa samaa kuin, että systeemi vuotaa yli. Päte $P_0 = 1$ ja $P_{K+1} = 0$. Kirjoita tiloille $n = 1, \dots, K$ todennäköisyys P_n todennäköisyyksien P_{n-1} ja P_{n+1} avulla. Ratkaise yhtälöt.