

D2/1 Tarkastellaan puhelinliikennettä yksittäisellä linkillä aikavälillä $[0, T]$, missä $T = 20$ (aikayksikkönä min). Tänä aikana systeemiin saapuu uusia kutsuja seuraavilla ajanhetkillä:

- 1, 2, 4, 5, 6, 9, 12 ja 14.

Näiden kutsujen kestoajat ovat vastaavasti:

- 9, 5, 4, 2, 7, 2, 4 ja 4.

Linkin kapasiteetti on $n = 3$ kanavaa. Hetkellä $t = 0$ systeemi on tyhjä eli kaikki kolme kanavaa ovat vapaina.

- (a) Piirrä kuva, josta selviävät kutsujen saapumishetket, kutsujen kestoajat sekä käynnissä olevien kutsujen lukumäärä (eli liikenneprosessi) ajan t funktiona, $t \in [0, T]$.
- (b) Mikä on keskimääräinen käynnissä olevien kutsujen lukumäärä?
- (c) Mikä on estyneiden kutsujen osuus kaikista kutsuista?
- (d) Minkä osuuden kokonaisuudesta systeemi on täynnä?

D2/2 Tarkastellaan dataliikennettä pakettitasolla aikavälillä $[0, T]$, missä $T = 20$ (aikayksikkönä μs). Reitittimen ulostuloportille, joka hetkellä 0 on vapaana, saapuu paketteja seuraavilla ajanhetkillä:

- 1, 2, 4, 5, 6, 9, 12 ja 14.

Vastaavasti näiden pakettien lähetysajat ovat:

- 2, 4, 1, 2, 1, 4, 2 ja 1.

Yhtään pakettia ei menetetä puskurin täyttymisen vuoksi ja paketit lähetetään saapumisjärjestyksessä.

- (a) Piirrä kuva, josta selviävät pakettien saapumishetket, pakettien odotus- ja lähetysajat sekä systeemissä olevien pakettien lukumäärä (eli liikenneprosessi) ajan t funktiona, $t \in [0, T]$.
- (b) Mikä on keskimääräinen pakettien lukumäärä??
- (c) Mikä on keskimääräinen paketin odotusaika?
- (d) Entä keskimääräinen kokonaisviive (sisältäen sekä odotus- että lähetysajan)?

D2/3 Tarkastellaan elastista dataliikennettä vuotasolla aikavälillä $[0, T]$, missä $T = 20$ (aikayksikkönä s). Linkkiä, jonka kapasiteetti on 10 Mbps, saapuu kuormittamaan uusia voita seuraavilla ajanhetkillä:

- 1, 2, 5, 7 ja 13.

Näiden voiden koot ovat (yksikkönä Mb):

- 20, 90, 20, 20 ja 20.

Linkin kapasiteetti jaetaan reilusti tasan kilpailevien voiden kesken. Hetkellä 0 linkki on vapaa.

- Piirrä kuva, josta selviävät voiden saapumishetket, voiden kokonaisviiveet sekä systeemissä olevien voiden lukumäärä (eli liikenneprosessi) ajan t funktiona, $t \in [0, T]$.
- Mikä on keskimääräinen voiden lukumäärä?
- Entä keskimääräinen vuon kokema kokonaisviive?

D2/4 Tarkastellaan virtaavaa dataliikennettä vuotasolla aikavälillä $[0, T]$, missä $T = 20$ (aikayksikkönä min). Tänä aikana systeemiin saapuu uusia voita seuraavilla ajanhetkillä:

- 1, 2, 4, 5, 6, 9, 12 ja 14.

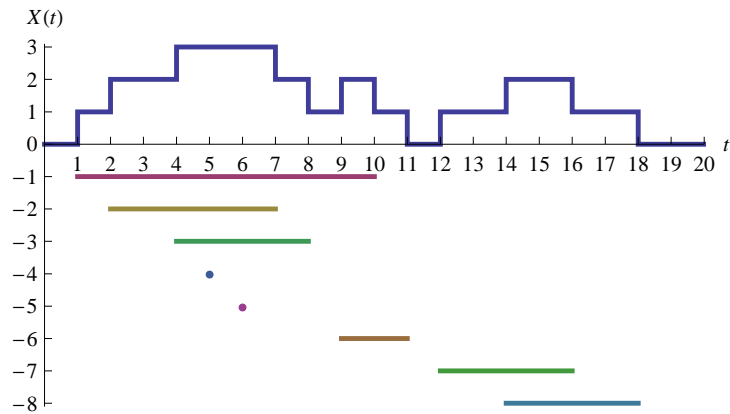
Näiden voiden kestoajat ovat vastaavasti:

- 9, 5, 4, 2, 7, 2, 4 ja 4.

Hetkellä $t = 0$ systeemi on tyhjä.

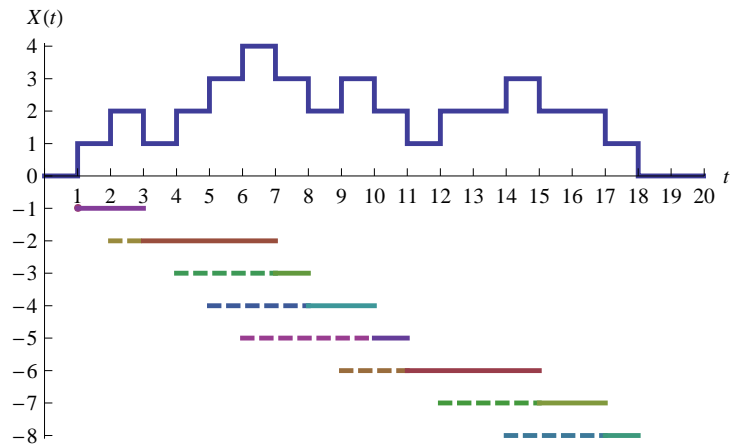
- Piirrä kuva, josta selviävät voiden saapumishetket, voiden kestoajat sekä systeemissä olevien voiden lukumäärä (eli liikenneprosessi) ajan t funktiona, $t \in [0, T]$.
 - Mikä on keskimääräinen voiden lukumäärä?
 - Minkä osuuden kokonaisajasta systeemissä on yli kolme vuota?
-

- D2/1** (a) Kuva 1, vrt. L2/15.
 (b) Keskimääräinen kutsujen lukumäärä: $28/20 = 1.40$ kutsua
 (c) Estyneiden kutsujen osuus: $2/8 = 1/4 = 0.25$
 (d) Systeemi täynnä aikaosuuden: $3/20 = 0.15$



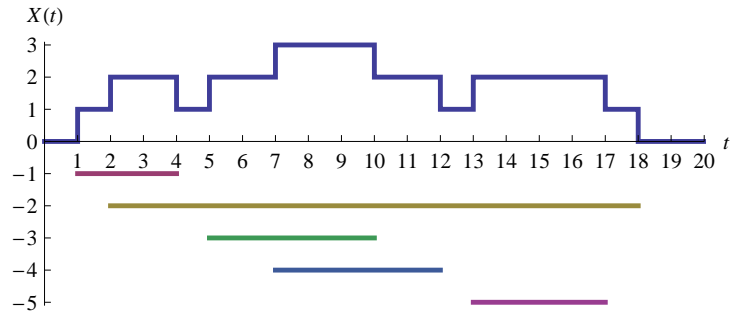
Kuva 1: [D2/1] Liikenneprosessi $X(t)$ ajan t funktiona (x -akselin yläpuolella). Kutsujen saapumishetket ja kestot (x -akselin alapuolella). Hetkillä 5 ja 6 saapuvat kutsut estyvät.

- D2/2** (a) Kuva 2, vrt. L2/20.
 (b) Keskimääräinen pakettien lukumäärä: $36/20 = 1.80$ pakettia
 (c) Keskimääräinen paketin odotusaika: $19/8 = 2.37 \mu s$
 (d) Keskimääräinen kokonaisviive: $36/8 = 4.50 \mu s$



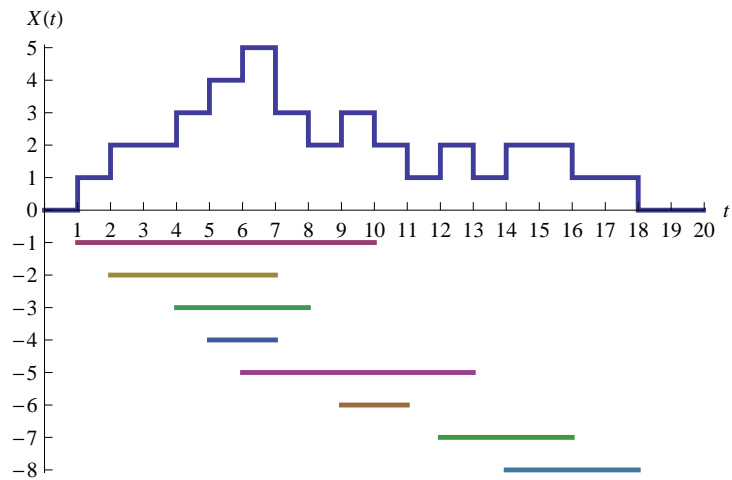
Kuva 2: [D2/2] Liikenneprosessi $X(t)$ ajan t funktiona (x -akselin yläpuolella). Pakettien saapumishetket sekä odotus- ja lähetysajat (x -akselin alapuolella).

- D2/3** (a) Kuva 3, vrt. L2/30.
 (b) Keskimääräinen voiden lukumäärä: $33/20 = 1.65$ vuota
 (c) Keskimääräinen vuon kokema viive: $33/5 = 6.60$ s



Kuva 3: [D2/3] Liikenneprosessi $X(t)$ ajan t funktiona (x -akselin yläpuolella). Voiden saapumishetket ja kokonaisviiveet (x -akselin alapuolella).

- D2/4** (a) Kuva 4, vrt. L2/34.
 (b) Keskimääräinen voiden lukumäärä: $37/20 = 1.85$ vuota
 (c) Systemissä yli kolme vuota aikaosuuden: $2/20 = 0.10$



Kuva 4: [D2/4] Liikenneprosessi $X(t)$ ajan t funktiona (x -akselin yläpuolella). Voiden saapumishetket ja kestot (x -akselin alapuolella).