

■ kynnysarvo (threshold)

- 'varoitussarvo' = tästä lähtien syytä varoa ruuhkaa
- aluksi 64 K
- kynnysarvoon saakka voidaan kasvattaa ruuhkaikkunaa eksponentiaalisesti
- kynnysarvon saavuttamisen jälkeen kasvatetaan ruuhkaikkunaa vain lineaarisesti
 - = kasvatetaan kuittausten jälkeen vain yhdellä
 - edetään hyvin varovaisesti!

6.2.2002

79

■ jos ajastin ehtii laueta => ruuhkatilanne

- kynnysarvoksi puolet nykyisestä ruuhkaikkunan arvosta
- hitaalla aloituksella etsitään taas uusi sopiva ruuhkaikkunan arvo
 - ruuhkaikkunan arvoksi 1 segmentti
 - ruuhkaikkunaa kasvatetaan aluksi eksponentiaalisesti eli kaksinkertaistetaan kun ikkunallinen on kuitattu
- kynnysarvon saavuttamisen jälkeen kasvatetaan vain segmentti kerrallaan
- kunnes taas havaitaan ruuhka ja aloitetaan ruuhkaikkunan uuden arvon etsiminen

6.2.2002

80

Uudelleenlähetyksajastimen hallinta

- uudelleenlähetyksajastin (retransmission timer)
 - asetetaan aina kun segmentti lähetetään
 - ruuhkaa, jos kuittaus ei saavu ajoissa
- mikä on sopiva ajastimen aika?
 - kuittaus aika vaihtelee suuresti
 - vaihtelu on myös nopeaa
- dynaaminen arvo
 - saadaan jatkuvien verkon suorituskykymittauksien perusteella

6.2.2002

81

■ RTT

- arvio kiertoviiveelle (round-trip time)
- mitataan jokaisen lähetetyn segmentin kiertoviive M
$$RTT = \alpha RTT + (1-\alpha)M$$
, tyypillisesti $\alpha = 7/8$
- uudelleenlähetyksajastimen arvo βRTT
 - aluksi β oli aina 2
 - parannus: otetaan huomioon myös poikkeama D (deviation) oletetun ja saadun kiertoviiveen välillä $|RTT-M|$
$$D = \alpha D + (1-\alpha)|RTT-M|$$
 - ajastimen arvo = $RTT + 4 \cdot D$

6.2.2002

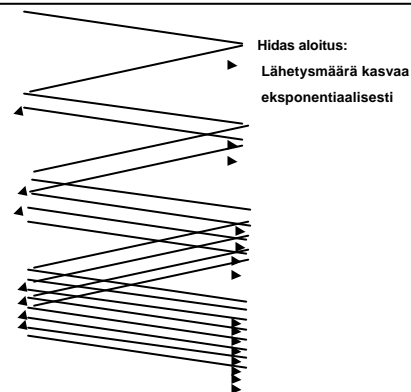
82

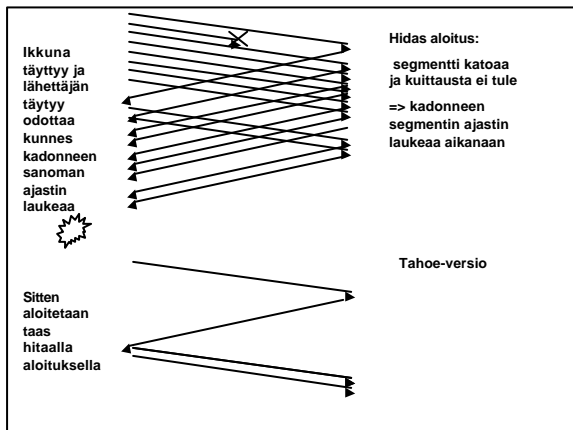
■ uudelleenlähetyksen vaikutus ajastimeen

- kumpaan segmenttiin kuittaus kohdistuu?
- Karnin algoritmi
 - ei oteta huomioon uudelleenlähetyksen segmenttien kuittauksia RTT:n laskemisessa

6.2.2002

83





Parannuksia ruuhkanvalvontaan

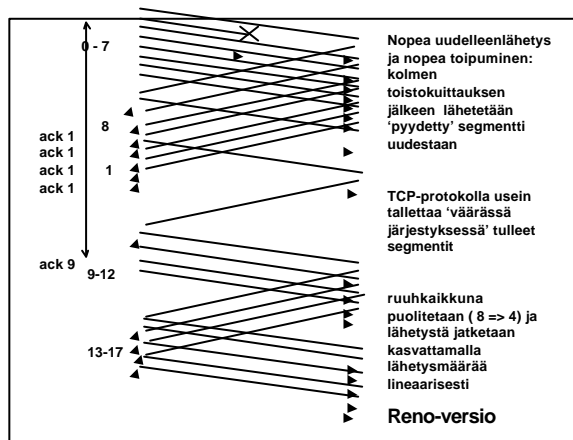
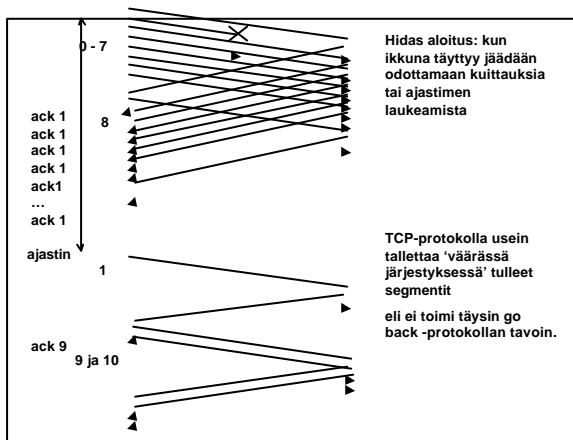
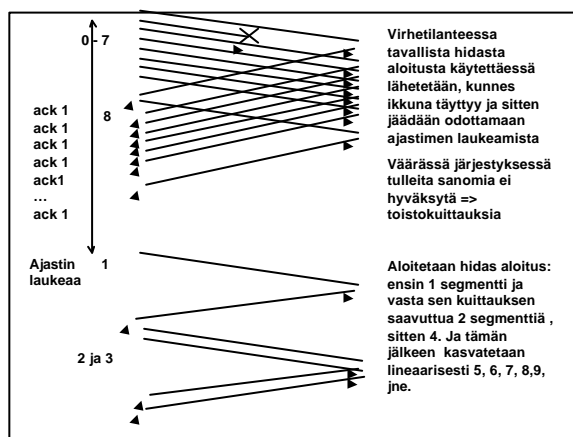
- Nopea uudelleenlähetyks (Fast Retransmit)
 - ei odoteta ajastimen laukeamista ennen uudelleenlähetyks
 - vastaanottaja kuittaa jokaisen paketin
 - kun vastaanottaja huomaa puuttuvan paketin, se lähettää uudelleen edellisen paketin kuittauksen
 - Duplicate ACK (~ NAK)
 - kun lähettäjä saa useita (3) peräkkäisiä saman paketin toistokuittauksista => se havaitsee tästä paketin puuttuvan ja lähettää sen heti uudelleen
 - => nopeampi uudelleenlähetyks

6.2.2002 86

■ Nopea toipuminen (Fast Recovery)

- kun kadonnut paketti huomataan nopealla toipumisella, ei aloiteta alusta hitaalla aloituksella
 - vaan pudotetaan ruuhkaikkuna puoleen
 - ja jatketaan normaalilla lineaarisella kasvattamisella
- Mitä hyötyä tästä on?
- Miksi voidaan huoletta tehdä näin?

6.2.2002 87



- hidas aloitus ja ruuhkan valvonta ongelmallisia langattomassa yhteydessä
 - Miksi?
- Lisäparannuksia ruuhkanhallintaan
 - esim. Vegas
 - ruuhkan ennustaminen ennen ajastimen laukeamista
 - ruuhkaikkunaa ei kasvateta aina ruuhkaan asti
 - RED (random early detection)
 - entä UDP?

6.2.2002

91

TCP langattomassa verkossa

- monet TCP-toteutukset optimoitu luotettaville lankaverkoille => suorituskyky langattomissa verkoissa erittäin huono
 - ruuhkanvalvonta-algoritmi olettaa ajastimen laukeamisen johtuvan ruuhkasta
 - lähettämistä hidastetaan, jotta verkon kuormitus pieneneisi ja ruuhkaa ei syntyisi
 - langattomat yhteydet ovat epäluotettavia ja paketteja katoaa
 - kadonneet paketit syytä lähettää nopeasti uudelleen
 - lähetystä pitäisi päinvastoin nopeuttaa!

6.2.2002

92

TCP-yhteyden hallinta

- yhteys muodostetaan kolminkertaisella kättelyllä
- passiivinen osapuoli kuuntelee
 - SOCKET
 - BIND
 - LISTEN
 - ACCEPT
- aktiivinen osapuoli aloittaa yhteydenmuodostuksen
 - CONNECT

6.2.2002

93

CONNECT-primitiivi

- parametreina
 - IP-osoite ja porttinumero
 - suurin hyväksyttävä segmentin koko
 - muuta tietoa, esim. salasana

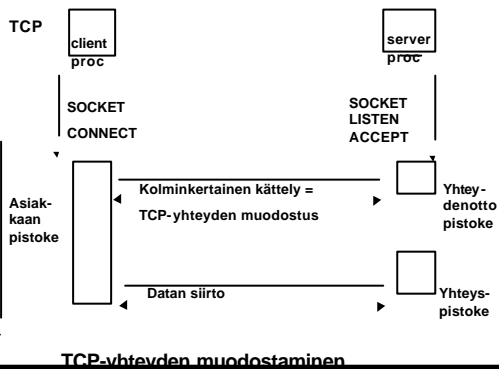


TCP-segmentti, jossa SYN-segmentti

- SYN = 1
- ACK = 0

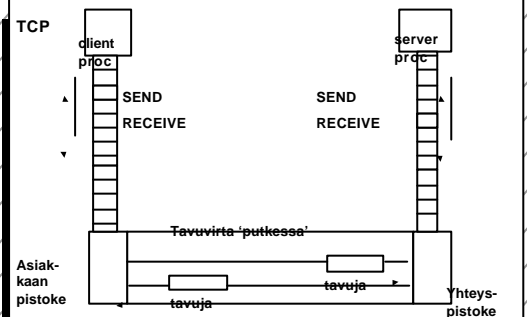
6.2.2002

94



6.2.2002

95



6.2.2002

96

Yhteenveto

■ Kuljetuskerroksen palvelut

- UDP

- TCP

- luotettava tavuvirta

- yhteyden muodostus ja purku

- numerointi, tarkistussumma,

- kuittaus, uudelleenlähetyt, Go-back N

- vuonvalvonta: vastaanottoikkuna (liukuva ikkuna)

- ruuhkanhallinta: hidas aloitus

- pistokeohjelmointi