

5. Ruuhkan valvonta

- **yleistä ruuhkan valvonnasta**
- **ruuhkan estäminen**
 - liikenteen tasoittaminen
 - vuotava ämpäri, vuoromerkkiämpäri
 - liikennevirran määrittely
- **ruuhkan säätely**
 - kuorman rajoittaminen
 - pääsyvalvonta, hidastuspaketit
 - kuorman purkaminen
 - pakettien tuhoaminen

10/15/2002

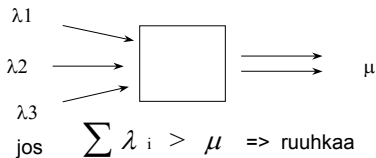
106

Yleistä ruuhkasta

- **suorituskyvyn rajat**
 - palvelijaketju (reititin, linkki, reititin, ...)
 - ketjun maksimiteho korkeintaan hitaimman palvelijan teho
 - suoritusteho: sanoma/aikayksikkö
 - hitain palvelija on pullonkaula
 - jos hitainta tehostetaan => missä / mikä on uusi pullonkaula?

10/15/2002

107



ruuhkan valvonta \Leftrightarrow vuon valvonta

- **ruuhkanvalvonta**
 - verkon selvittävä tarjotusta kuormasta
 - globaali ongelma
 - monta lähettäjä, monta vastaanottajaa
- **vuonvalvonta**
 - lähettäjä ei saa lähettää enempää kuin vastaanottaja pystyy käsittelemään
 - kaksipisteysteys
 - suora palaute vastaanottajalta lähettäjälle

10/15/2002

109

'open-loop' control

- **järjestelmä suunnitellaan sellaiseksi, ettei ruuhkaa synny**
 - uuden asiakkaan hyväksyminen
 - pakettien hävittäminen
 - skedulointiperiaatteet
- **järjestelmän tila ei vaikuta päätöksentekoon**

10/15/2002

110

'closed-loop' control

- **palautesilmukka (feed back loop)**
- **seurataan järjestelmän tilaa**
 - puskurien täyttöaste
 - uudelleenlähetyksen lukumäärät, viipeet, viipeiden vaihtelu
- **ongelman havaintaja ilmoittaa**
 - pakettien alkuperäiselle lähettäjälle, kaikille
- **reitittimet aktiivisesti kyselevät**
 - nopeampi reagointi mahdollista

10/15/2002

111

-
-
-

lähetyskäyttäytymisen muuttaminen ruuhkan vähentämiseksi

- liian hidaskäyttäytyminen => ruuhka kasvaa
- liian nopea käyttäytyminen => heiluriliikettä

10/15/2002

112

-
-
-

Toiminnan säätö ruuhkatilanteessa

- **lisää kapasiteettia**
 - kiintiön nostaminen
 - varajärjestelmän käyttö
- **vähennä kuormaa**
 - ei uusia käyttäjiä, huonompi palvelu, jne
 - sopii hyvin virtuaalipiireihin
 - virtuaalipiirit => verkkokerroksella
 - datasahteet => kuljetuserroksella

10/15/2002

113

-
-
-

Ruuhkanvälttämispoliitikat

- **siirtoyhteyskerros**
 - uudelleenlähetyspolitiikka
 - epäjärjestyksessä saapuneiden talletuspolitiikka
 - kuittauspolitiikka,
 - vuon valvontapolitiikka,
- **verkkokerros**
 - virtuaalipiiri <=> tietosäke
 - pakettien jonotuspolitiikka
 - pakettien poistamispolitiikka
 - reititysalgoritmi
 - pakettien elinikä

10/15/2002

114

-
-
-

kuljetuserros

- uudelleenlähetyspolitiikka
- epäjärjestyksessä saapuneiden talletuspolitiikka
- kuittauspolitiikka
- **vuon valvontapolitiikka**
- ajastinaikojen asetukset

10/15/2002

115

-
-
-

Päästäpäähän ruuhkanvalvonta (end-to-end)

- **TCP käyttää**
 - Kaikki tieto lähettäjän ja vastaanottajan välillä
 - Verkkokerros ei anna mitään lisätietoa eikä avusta ruuhkanvalvonnassa
 - IP-kerros ei välitä ruuhkainformaatiota
 - Poikkeuksena ehdotettu ECN ja RED-jono

10/15/2002

116

-
-
-

Verkonavustama ruuhkanvalvonta

- **Reitittimet antavat lähettäjiille tietoa verkon ruuhkautumisesta**
 - Yksittäinen bitti kertoo ruuhkasta linkissä
 - Reititin kertoo, millä nopeudella linkillä voi lähettää
 - Tieto voidaan lähettää suoraan lähettäjäille
 - Hillintäpaketti (Choke packet)
 - tai liittää se vastaanottajalle menevään pakettiin
 - ECN-ehdotus
 - Hitaaampi tapa

10/15/2002

117

Liikenteen tasoitus (traffic shaping)

- liikenne tyypillisesti pusrkeista
 - juuri pusrkeisuus aiheuttaa ruuhkaisuutta
- tasoitetaan liikennevirtaa puskurilla
 - puskuri toimii jonona
 - vuotava ämpäri
 - vuoromerkkiämpäri
- liikennevirran määrittely
 - määrittelee asiakkaan oikeudet ja velvollisuudet
 - ABR: peak cell rate, minimum cell rate

10/15/2002

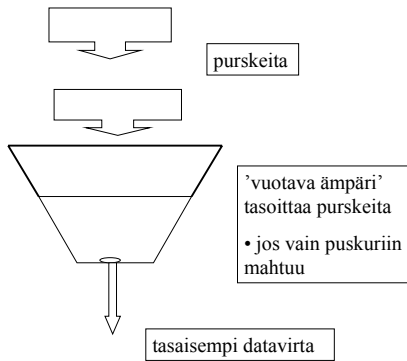
118

Vuotava ämpäri (leaky bucket)

- pusrkeisuutta tasoittaa iso puskuri, josta liikenne valuu tasaisesti
 - 'vuotava ämpäri'
 - yksi tavu / yksi paketti lähtee jossain aikayksikössä, jos on lähetettävää
- jos datapusrke mahtuu puskuriin, se aikanaan pääsee matkaan
 - äärellinen jono
 - yläraja saapumistiheydelle

10/15/2002

119

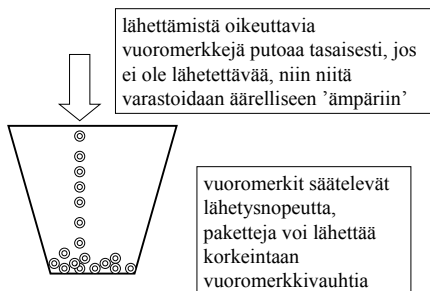


Vuoromerkkiämpäri (Token bucket)

- lähettäminen vaatii vuoromerkin
- vuoromerkkejä generoituu tasaisella nopeudella
- jos ei lähetettävää, merkkejä jää säästöön
 - korkeintaan niin paljon kuin ämpäriin mahtuu
 - => sallii rajoitetut 'minipusrkeet'
- joustavampi kuin vuotava ämpäri
 - pusrkeet voivat aiheuttaa ruuhkaa => vuotava ämpäri vuoromerkkiämpärin perään

10/15/2002

121



lähettää saa kerralla korkeintaan niin suuren pusrkeen kuin ämpäriin on vuoromerkkejä

Liikenteen määrittely (flow specification)

- sovitaan liikennevirrasta yhteyttä muodostettaessa
 - asiakas esittää kuorma- ja palvelutoiveet
 - palvelija: ok/ ei käy/ vastaehdotus
 - pyydetty palvelu
 - pakettien katoamisen sietokyky (loss sensitivity): missä määrin asiakas sietää pakettien tuhoamista
 - viiveherkkyys (delay, delay variation)
 - takuu: onko toive vai ehdoton vaatimus
 - asiakas ei aina tiedä mitä todella haluaa

10/15/2002

123

Virtuaalikanavan ruuhkanvalvonta

- **pääsynvalvonta (admission control)**
 - jos ruuhkaa, ei uusia virtuaalikanavia
 - uusi kanava ok, jos kiertää ruuhka-alueen
 - **virtuaalikanavaa avattaessa**
 - sovitaan liikennekuormituksesta ja palvelun laadusta
 - verkosta varataan tarvittavat resurssit
 - **resurssien varaus**
 - milloin varataan, paljonko varataan
 - liikenne on purskeista
- 10/15/2002 • turha varaus tuhlaa resursseja 124

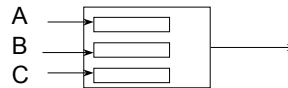
hidastuspaketti (choke packet)

- **voidaan käyttää kaikenlaisissa verkoissa**
 - **reititin tarkkailee kuormitusta**
 - ulosmenolinjojen käyttöastetta
 - jonopituuksia
 - esim
 $U_{new} = aU_{old} + (1-a)f$
a kuinka nopeasti aikaisempi historia unohtuu
f kuormitettu vai ei (0 tai 1)
- 10/15/2002 125

- **jos liikaa kuormaa, reititin huolestuu**
 - lähettäjälle hidastuspaketti
 - lähettäjä hidastaa lähetystään
 - vähentää ensin puoleen
 - ja sitten taas puoleen
 - perustuu vapaaehtoisuuteen
 - reilu jonotus
- **useita kynnsarvoja**
 - lievä, vakava, erittäin vakava varoitus
- **muista ruuhkan 'mittoja'**
 - jonon pituus
 - puskurikäyttö

Hidastuspaketin ongelmia:

- **lähettäjän hidastus vapaaehtoista**
 - reilu jonotus:
 - kullakin lähettäjällä oma jono jokaiseen ulosmenolinjaan



Lähetetään vuorotellen eri jonoista.

10/15/2002

127

- **Hidastuspaketin vaikutuksen hitaus pitkillä linjoilla**

- **Ratkaisu:**
 - ei pelkästään lähettäjälle
 - myös välissä olevat reitittimet alkavat hidastaa

10/15/2002

128

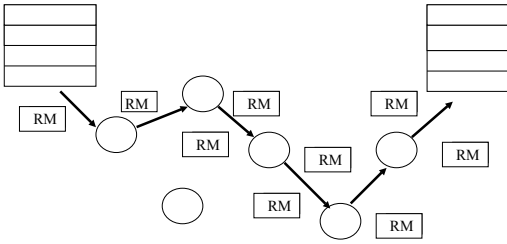
Atm ABR -ruuhkanvalvonta

- **ABR (available bit rate)**
- **Atm-soluja ('pieniä paketteja') kuljetetaan lähettäjältä vastaanottajalle useiden kytkimien ('reitittimien') läpi.**
- **Soluvirrassa on datasolujen lisäksi erityisiä hallintasoluja RM-soluja**
 - Välittävät mm. ruuhkaan liittyviä tietoja reitittimien ja isäntäkoneiden välillä

10/15/2002

129

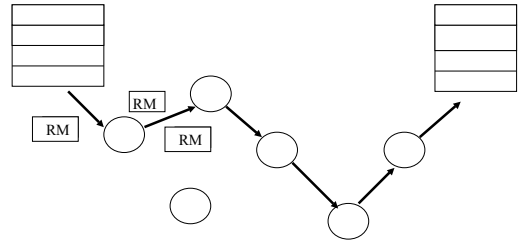
Tieto ensin vastaanottajalle



10/15/2002

130

Tieto suoraan lähettäjälle



10/15/2002

131

Ruuhkanvalvontamekanismit

vastaanottajalle tietoa ruuhkasta

1. EFCI-bitti (explicit forward congestion indication bit)
 - tavallisessa datasolussa ilmoittaa vastaanottajalle ruuhkasta;
 - ruuhkautunut reititin asettaa
 - vastaanottaja lähettää ruuhkasta kertovan RM-solun lähettäjälle (CI-bitti (congestion indication) asetettuna)

10/15/2002

132

2. RM-solun CI -ja NI -bitit (no increase)
 - reititin asettaa: NI-bitti = lievä ruuhka
CI-bitti = vakava ruuhka
 - vastaanottaja palauttaa RM-solun lähettäjälle
3. RM-solun ER-kenttä (explicit rate)
 - kertoo todellisen siirtonopeuden
 - ruuhkainen reititin voi asettaa kentän arvon pienemmäksi
 - kaikille ko. reitin reitittimille alempi arvo

10/15/2002

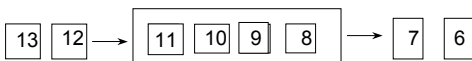
133

Kuorman kevennys (Load Shedding)

- tuhotaan paketteja => kuorma kevenee

- reititin täyttyy:
 - mitä paketteja tuhotaan?

reititin



FTP: tuhotaan 8 => paketit 8-11 uudelleen
tuhotaan 11 => paketti 11 uudelleen
video: ?

10/15/2002

134

- riippuu sovelluksesta
 - viini: vanha parempi kuin uusi
 - maito: uusi parempi kuin vanha
- eriarvoiset paketit
 - perusdata/muutokset
 - teksti / kuva
- käyttäjä ilmoittaa prioriteetin
 - arvokkaita ei tuhota
 - prioriteetin käytön valvonta: hinta/sallitun lähetyksen ylittävät paketit
- paketti tuhottu, entä sanoma
 - mitä tehdään ko. sanomalle