

7. Palvelun laatu (QoS) Internetissä

- ◆ Sovellus ei saa mitään takuita palvelun laadusta: IP tarjoaa tasapuolisen palvelun (best effort) kaikille)
 - joskus kaikki toimii hyvin, joskus ei
 - sovellus ei voi paljoa siihen vaikuttaa
- ◆ Tällainen palvelu ei sovi monille multimediasovelluksille!
- ◆ QoS-ajattelu myös Internetiin?
 - viive, viipeen vaihtelu
 - virheettömyys

Tosiaikainen interaktiivinen lähetys

- ◆ viiveherkkä (delay-sensitive)
- ◆ huojuntaherkkä (jitter-sensitive): viiveen vaihtelu
- ◆ kohtalaisesti hävikkiä sietävä (loss-tolerant)
 - Internet-puhelin (viive 150-400 ms, hävikki 10-20 %)
 - videokonferenssi (viive muutama sata ms)

Internet-puhelin

Lähetetään vain puheryöppyjä ei taukoja:

- 20 ms välein 160 tavun lohkoja



Vastaanotossa viivettä, viiveen vaihtelua (=> huojuntaa) sekä **virheellisiä** tai **puuttuvia** lohkoja

Datavirta (stream)

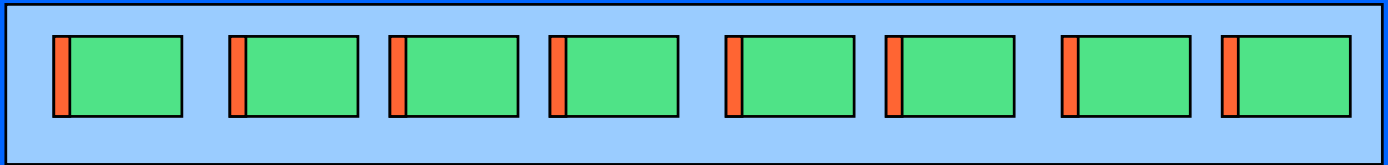
- ◆ video (tilausvideo, urheilukilpailun suora lähetys), audio (musiikin lataus, sinfoniaorkesterin konsertin suorälähetys)
- ◆ sietää jonkinverran sanomien katoamisia
 - FEC-korjaus, interpolointi, entisen toistaminen
- ◆ aikarajat, joita noudatettava
 - uudelleenlähetys ei yleensä toimi
- ◆ Tasainen, riittävän nopea lähetys
 - TCP:n ruuhkanhallinta haittaa
 - UDP-segmentit saapuvat epäjärjestyksessä ja voivat juuttua ruuhkaan

RTP (Real-time Transport Protocol) (RFC 1889)

- ◆ välineet, joilla vastaanottaja huomaa puuttuvat sanomat ja pystyy rekonstruoimaan sanomien lähetysjärjestyksen
 - järjestysnumerot, aikaleimat
 - kuormatiedot (payload)
- ◆ ei takaa sanomien saapumista ajoissa eikä muuta palvelunlaatua (qos)
- ◆ yleensä toimii UDP-protokollan päällä
- ◆ ei täydellinen protokolla; ei omaa kerrosta, vaan osa sovellusta
 - » profiilimäärittely: eri sovelluksille tarpeelliset lisät
 - » kuoman muoto: miten tietty koodaus kuljetetaan RTP:ssä

RTP: Datakanava ja kontrollikanava

- ◆ datakanavassa kulkee pieniä datapaketteja



» joihin on liitetty RTP-otsake

- ◆ kontrollikanavassa RTCP-sanomia (Real-time Transport Control Protocol)
 - lähettäjien ja vastaanottajien välillä
 - lähetys- ja vastaanottoraportteja

RTP-datavirrat ja RTP-istunto

- ◆ videokonferenssi
 - neljä eri datavirtaa:
 - » kaksi äänelle; yksi kumpaankin suuntaan
 - » kaksi videokuvalle; yksi kumpaankin suuntaan
 - yksi yhdistetty, koodattu datavirta (esim. MPEG1 (Moving Picture Experts Group) ja MPEG2)
- ◆ myös monelta lähettäjältä monelle vastaanottajalle
 - lähettäjillä sama monilähetyksryhmä
- ◆ RTP-istunto
 - yhteenkuuluvat datavirrat
 - » esim. videokonferenssin audio- ja videodatavirrat

RTP-otsakkeen kentät

kuorma- tyyppi	järjestys- numero	aikaleima	lähteen tunniste	muita kenttiä
7 bittiä	16 bittiä	32 bittiä	32 bittiä	

Kuorman tyyppi audiolle tai videolle ilmoittaa äänen tai videokuvan koodaustavan (esim. PCM tai MPEG1); lähettäjä voi ilmoittaa koodauksen muuttumisesta myös lähetyksen keskellä!

Jokainen lähetetty paketti kasvattaa järjestysnumeroa yhdellä

-
- ◆ aikaleima kertoo RTP-paketin 1. tavun otoshetken. Aikaleimakello käy, vaikka lähde ei lähetäkään.
 - ◆ lähteen tunnistekenttä
 - jokaisella datavirralla on satunnainen tunnistenumero; jos jo käytössä valitaan uusi
 - ◆ sekalaisia muita kenttiä

RTP:n toteuttava sovellus

- ◆ voidaan kirjoittaa käsin
 - RTP-kapselointi lähettäjän puolella ja purkaminen vastaanottajalla
- ◆ RTP-kirjastojen (C) ja valmiiden Java-luokkien avulla
 - Java Media Framework (JMF) sisältää täydellisen RTP-toteutukse

RTCP (Real-time Transport Control Protocol) (RFC 1889)

- ◆ kaikki RTP-istuntoon osallistuvat voivat lähettää RTCP-sanomia
 - yleensä käyttäen RTP-istunnon yhteistä monilähetysosoitetta
 - paketteja lähetetään ajoittain
 - niissä kerrotaan lähetyksiin liittyviä tilastoja (montako pakettia lähetetty, paljonko havaittu huojuntaa)
 - standardi ei määrittele, mitä sovelluksen pitää tälle datalle tehdä

RTCP (Real-time Transport Control Protocol) (RFC 1889)

◆ viisi erilaista sanomaa

– **Sender report:**

- » Aktiivisen lähettäjän tiedot tietyn aikavälin lähetyksistä ja vastaanotoista
- » Absoluuttinen aikaleima (sekunteja 1.1.1970 lähtien), jotta pystytään yhdistämään audio- ja videovirrat

– **Receiver report**

- » Passiivinen vastaanottaja raportoi palvelunlaadusta (”miten suuri osa jäi saapumatta”, ”keskim. huojunta” jne)

– **Source description message**

- » Lähde kertoo itsestään: lähteen ja sen valvojan kontaktitietoja

– **Bye message:** lähde ilmoittaa lopettavansa lähetyksen

– **Application-specific message:** voi määritellä uusia sanomatyyppejä

RTCP:n skaalausongelma

- ◆ RTP-pakettien määrä ei kasva, vaikka vastaanottajien määrä kasvaa, mutta RTCP-pakettien määrä kasvaa
 - » kukin lähettäjä lähettää omat raporttinsa
- ◆ RTCP-liikenne korkeintaan 5% kaistan kapasiteetista
 - 75% vastaanottajille ja 25 % lähettäjäille
 - kukin vastaanottaja saa saman osuuden

UDP kuljettaa sekä RTP- että RTCP-sanomia

- ◆ tilapäinen porttinumero
 - RTP: parillinen numero
 - RTCP: seuraava parillinen numero
- ◆ UDP-segmentit kuljetetaan IP-datagrammeissa

Istunnon kontrolliprotokollat

- ◆ video- tai audioistunnon kontrollointi
 - yhteyden muodostus
 - yhteyden ylläpitäminen
 - yhteyden purkaminen
- ◆ Esim. Videokonferenssikokous
 - Sovittava käytetty koodaus ja kuljetusprotokolla
 - Tiedettävä osoitteet ja portit
 - Valvottava kokouksen aikana

SIP (Session Initiation Protocol) (RFC 3261)

- ◆ IP-puheluiden soittamiseen ja vastaanottamiseen
 - vastaanottajan IP-osoitteen selvittäminen
 - » tilapäisiä osoitteita
 - » useita eri laitteita, joilla eri IP-osoite
 - puhelun aloittaminen , koodauksesta sopiminen ja puhelun päättäminen
 - puhelun hallinta
 - » uusien mediavirtojen lisääminen
 - » koodauksen muuttaminen
 - » uusien osallistujien mukaanottaminen
 - » call transfer, call holding
- ◆ myös videokonferenssit ja muut multimediatyhteydet
 - monen pelaajan pelit

-
- ◆ puhelinnumerot esitetään SIP URL:eina
 - » sip: pekka@cs.helsinki.fi
 - » sip: maija@195.156.43.67
 - » sip: simo@358 0 19144240
 - ◆ protokolla HTTP-tyyppinen tekstipohjainen
 - ◆ INVITE, ACK, BYE, OPTIONS, CANCEL, REGISTER
 - ◆ + paljon muita piirteitä

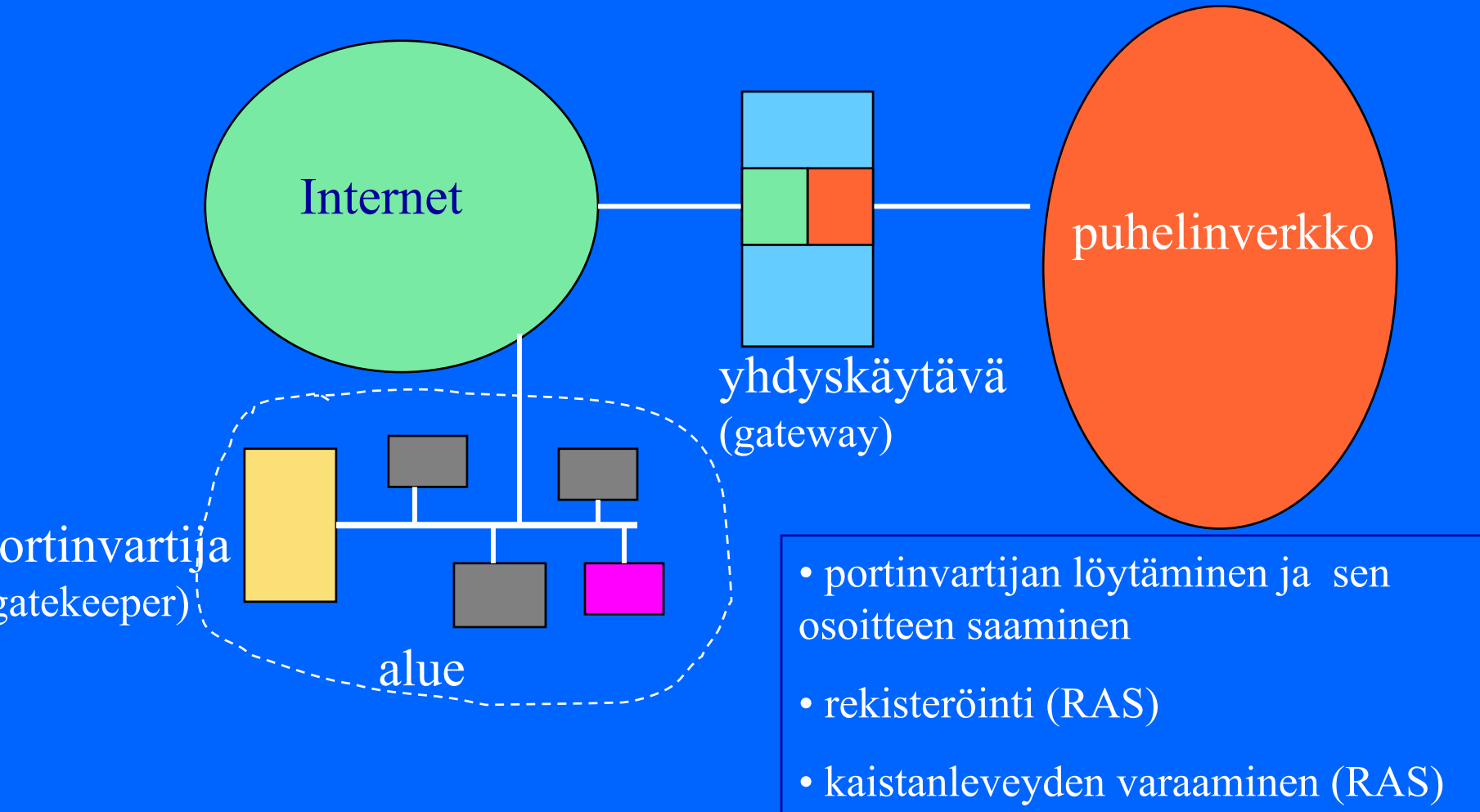
SIP-rekisteröijä

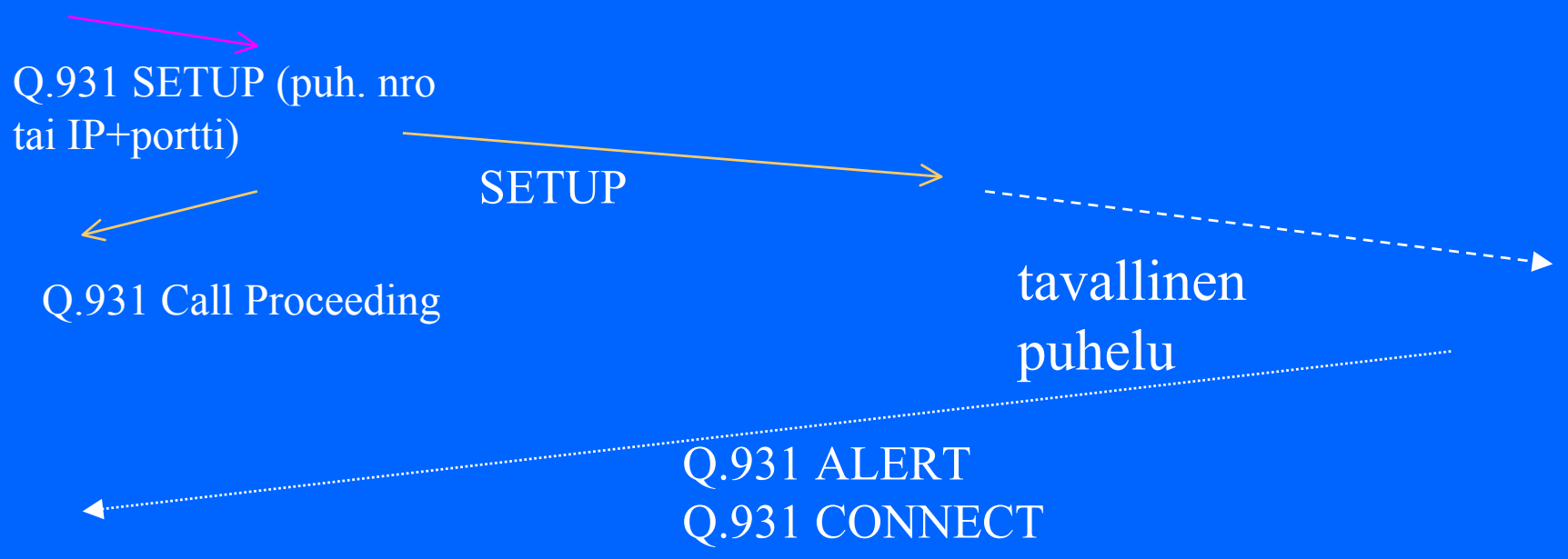
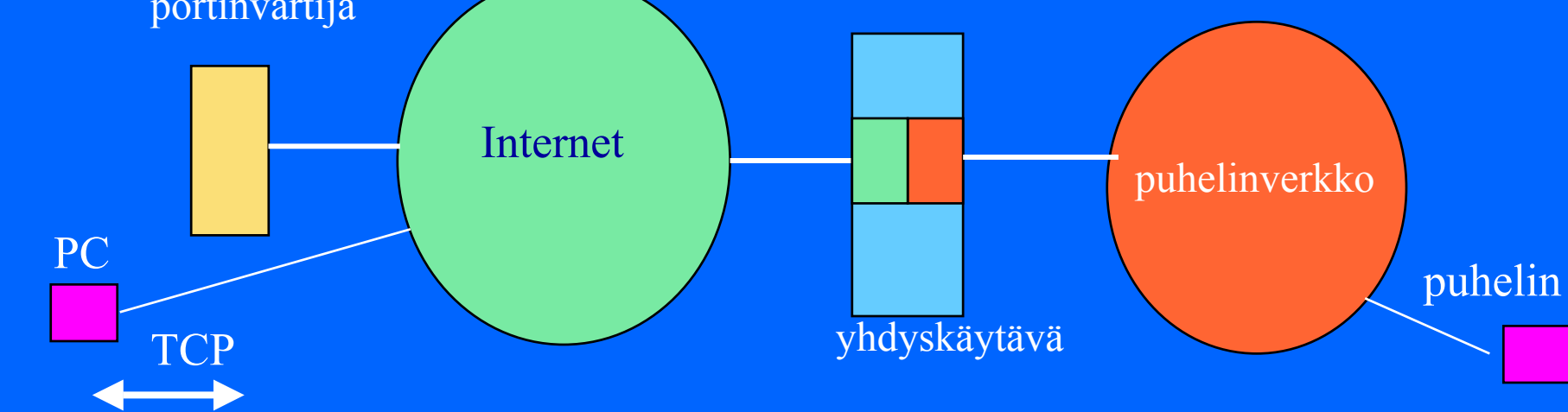
- ◆ on SIP-laitteessa
 - kun käyttäjä käynnistää SIP-sovelluksen, sovellus ilmoittaa oman IP-osoitteensa rekisteröijälle
 - » 'käyttäjä on tavoitettavissa täältä'
 - ilmoitus vahvistetaan tietyin väliajoin ja kun käyttäjä siirtyy uudelle laitteelle, laite ilmoittaa uuden osoitteen
 - uudelleenohjaus toiseen rekisteriin, jos käyttäjä ei ole enää rekisteröitynyt

H.323 (Visual Telephone systems and Equipment for Local Area Networks Which Provide a Non-Quaranteed Quality of Service)

- ◆ arkkitehtuuri IP-puheluun ja videokonferenssiin tarvittavista standardeista
 - ITU:n vaihtoehto SIP-protokollalle (*KISS; 250 sivua*)
 - sisältää suuren joukon eri toimintoihin tarvittavia
 - » puheenkoodaus (PCM) ja tiivistys
 - » puhelunvalvonta
 - » puhelun signallointi
 - » rekisteröinti
 - » tiedonsiirto (RTP) ja sen valvonta (RTCP)
 - monimutkainen ja laaja standardi (1400 sivua)
 - Ensimmäisten Internet-puhelinjärjestelmien käyttämä

H.323:n Internet-puhelimen arkkitehtuuri

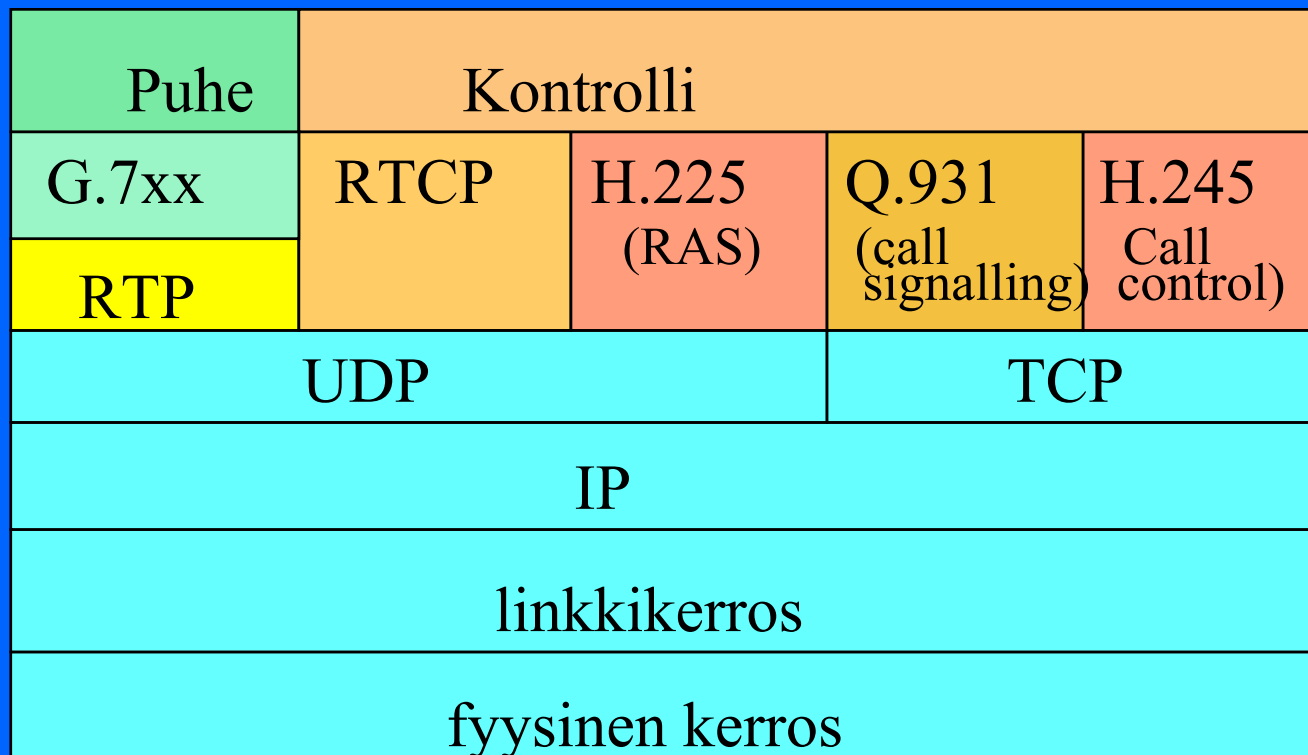




Tuloksena 'bittiputki' puhelimen ja PC:n välillä (fyysinen taso)

-
- ◆ puhelun parametrit H.245-protokollan avulla (oma kanava)
 - mitä ominaisuuksia pystyy hoitamaan
 - ◆ tämän jälkeen 2 datakanavaa, jossa RTP-protokollan viestit kulkevat
 - ◆ + kontrollia varten RTCP-kanava
 - ◆ puhelu puretaan Q.931-signallointikanavaa käyttäen

H.323-protokollapino



G.7XX äänen koodaus; G711 = PCM + muita koodausstadardeja

RAS (registration/admission/status): liittyminen, kaistan pyytäminen yms

(Musiikki)mediapalvelimen tehtävät

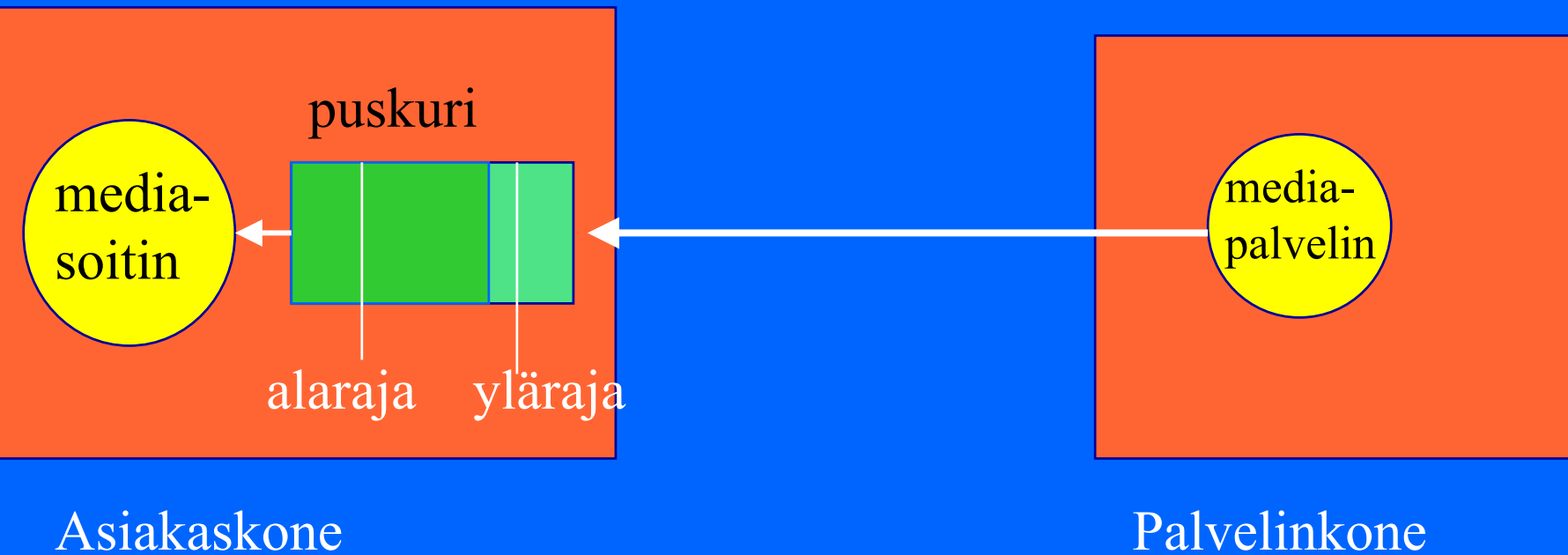
- ◆ käyttäjäliitännät
 - stereoliitännän kaltainen, usein räätälöityissä
- ◆ siirtovirheet
 - parittomat ja parilliset näytteet eri paketeissa (a' 5 ms)
 - interpolointi
- ◆ musiikin purkaminen
- ◆ huojunnan estäminen
 - puskurin avulla

Huom. MP3 esitys on noin 4 MB, 56 kbps linjalla sen siirtäminen kestää noin 10 minuuttia. => lähetysvirta palvelimelta

RTSP (Real-time Streaming Protocol) (RFC 2326)

- ◆ lähetysvirran esittämisen kontrollia ('kaukosäädin' soittimen ja mediapalvelimen välissä)
 - esittäminen (play) ja pysäyttäminen (pause)
 - yhteyden muodostaminen palvelimeen (setup) ja sen purkaminen (teardown)
 - tallentaminen (record)
 - mediaparametrien listaus (describe)

Puskurointi tarpeen (10 –15 ms)



Kun puskurin yläraja ylittyy, niin mediasoitin pyytää mediapalvelinta keskeyttämään lähetyksen, kun alaraja alittuu, niin mediasoitin pyytää mediapalvelinta lähettämään lisää.

7.2 Paremmat takeet palvelun laadulle

◆ **Integrated Services** (IntServ)

- sovelluksilla erilaisia datavoita, joilla erilaiset tarpeet
- varataan etukäteen resurssit, jotta eri datavoiden vaatimukset voidaan täyttää

◆ **Differentiated Services** (DiffServ)

- erilaisia paketteja, joilla erilaiset tarpeet
- reititin kohtelee näitä paketteja eri tavoin
 - ◆ esim. omat ulosmenojonot tärkeille paketeille

Palvelunlaadun varmistaminen

- ◆ Mitä vaaditaan, jotta qos mahdollista
 - reitittimen on pystyttävä erottamaan eri prioriteetin paketit ja datavirrat
 - erilainen käsittely reitittimissä eri prioriteetin paketeille
 - 'väärinkäyttäytyvät' datavirrat eivät saa häiritä toisia
 - kapasiteetin varaaminen
 - tehokkuus ei saa kärsiä

Reitittimen jonot

- ◆ FIFO-jono: ei erottele prioriteettejä
- ◆ prioriteettijonot: kullekin prioriteetille omansa
- ◆ vuorotellen (round robin)
- ◆ painotettu vuorotellen: kullakin prioriteetilla oman painotus (eri aikamäärä)

IntServ eli Integroidut palvelut (Integrated Services)

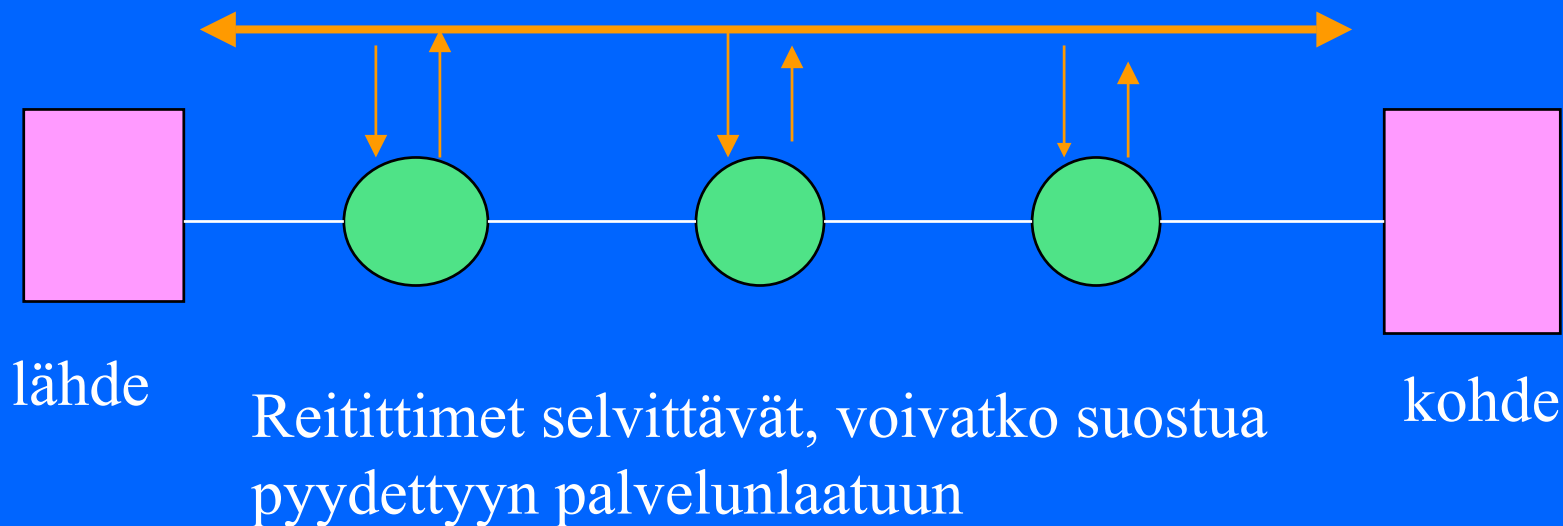
- ◆ Integrointi eli palvelun laatuajattelun liittäminen Internetiin
- ◆ Käyttäjä voi valita erilaisia palveluluokkia ja yhteyden laatutasoja
 - » kullekin sovellukselle palveluja sen tarpeiden mukaan
 - » laadusta joutuu yleensä maksamaan
- ◆ yhteysajattelu (liikennevuo)
 - sovitaan ensin yhteydellä käytettävän palvelun laadusta
 - verkko (= reitittimet) huolehtivat siitä, että sovellus saa tarvitsemansa palvelunlaadun

Takuu perustuu resurssien varaamiseen

- ◆ Jokainen reititin yhteyden reitillä päättää, pystyykö se antamaan yhteydelle sen haluaman palvelun
- ◆ yhteyden muodostusvaiheessa (Call Setup) kunkin reitittimen on
 - tunnettava yhteyttä haluavan sovelluksen liikennevuo
 - tiedettävä millaista palvelua sovellus tälle liikennvuolle haluaa
 - tiedettävä oma tilansa eli pystyykö täyttämään vaatimukset
 - ◆ miten paljon resursseja on vielä jäljellä
 - ◆ miten paljon resursseja on jo varattu

Yhteyden muodostusvaihe

‘Signallointi’ yhteyden muodostamiseksi



Yhteyden muodostuksessa tarvitaan

- ◆ Liikennekuvaus (traffic characterization)
 - Tspec (RFC 2210)
- ◆ Halutun palvelunlaadun määrittely (specification of the desired QoS)
 - Rspec (RFC 2215)
- ◆ Yhteydenmuodostuksessa käytetty protokolla (signaalointiprotokolla)
 - kuljettaa liikennekuvauksen ja palvelumäärittelyn reitin reittimeltä toiselle
 - valittu protokolla **RSVP** (Resource reSerVation Protocol) (RFC 2205)

Tspec: Token_Bucket_Tspec



31

0

Liikenteen tasoitus (traffic shaping)

- ◆ liikenne tyypillisesti purskeista
 - » aiheuttaa ruuhkaisuutta
- ◆ tasoitetaan liikennevirtaa puskurilla
 - » puskuri toimii jonona
 - vuotava ämpäri
 - vuoromerkkiämpäri
- ◆ liikennevirran määrittely
 - määrittelee asiakkaan oikeudet ja velvollisuudet

Vuotava ämpäri (leaky bucket)

- ◆ purskeisuutta tasoittaa iso puskuri, josta liikenne valuu tasaisesti
 - » ‘vuotava ämpäri’
 - » yksi tavu / yksi paketti lähtee jossain aikayksikössä, **jos on lähetettävää**
- ◆ jos datapurske mahtuu puskuriin, se aikanaan pääsee matkaan
 - » äärellinen jono
 - » yläraja saapumistiheydelle
 - » jos saapumistiheys liian suuri, niin dataa katoaa

Vuoromerkkiämpäri (Token bucket)

- ◆ lähettäminen vaatii vuoromerkin
- ◆ vuoromerkkejä generoituu tasaisella nopeudella
- ◆ jos ei lähetettävää, merkkejä jää säästöön
 - » korkeintaan niin paljon kuin ämpäriin mahtuu
 - » => sallii rajoitetut 'minipurskeet', maksimissaan ämpärin kokoiset
- ◆ joustavampi kuin vuotava ämpäri
 - » purskeet voivat aiheuttaa ruuhkaa => vuotava ämpäri vuoromerkkiämpäriin perään

Kahdenlaista palvelua

◆ **Taattu palvelu** (quaranteed service) (RFC 2212)

- takaa rajat jonotusviiveille reitittimen jonoissa
 - » kokonaissiirtoviive riippuu käytetystä reitistä ja linkkien nopeuksista

◆ **Valvotun kuorman palvelu** (controlled-load service) (RFC 2211)

- “vastaava palvelunlaatu, jonka sama vuo suunnilleen saisi kuormittamattomalta reitittimeltä”

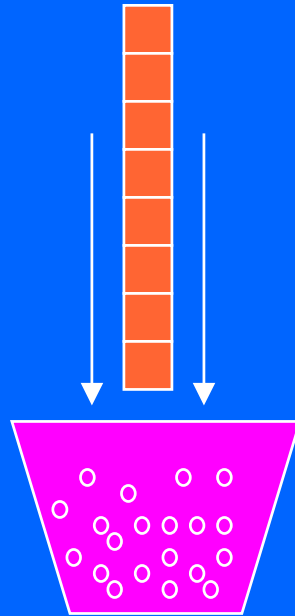
Taatun palvelun perusidea:

- ◆ Liikenne kuvataan vuoromerkkiämpärin avulla
 - lähetyslupien määrä sekunnissa = r
 - vuoromerkkiämpärin koko = b lähetyslupaa
- ◆ palvelu haluttuna siirtonopeutena R bps
- ◆ \Rightarrow maksimiviive reitittimessä on rajoitettu
 - Jotta puskuri ei vuotaisi yli lähettäjä saa lähettää t :n mittaisena aikana t korkeintaan $r \cdot t + b$ bittiä
 - Jos siirtonopeus jonosta on vähintään R ($> r$), niin maksimiviive on korkeintaan b/R

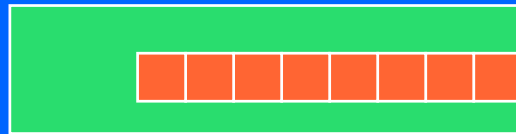
Oletetaan
alkutilanteeksi
ämpäri täynnä
lupia.

$$R' > r$$

Maksimissaan voi
tulla b :n paketin
kokoinen ryöppy



Ryöpyn kaikki b
pakettia siirtyvät
reitittimen
ulosmenojoonoon



Esim. $b = 20$ lupaa
 $r = 2$ lupaa/s

Yhdellä luvalla saa
lähettää yhden paketin

Jos paketeille on luvattu
siirtonopeus R' pakettia /s,
niin jonon purkaminen
kestää b/R' sekuntia eli
viimeisenkin paketin viive
on rajoitettu.

Todellisuus on hieman
monimutkaisempi!

Valvotun kuorman palvelu

- ◆ Hyvä ‘best-effort’-palvelu:
 - lähes kaikki paketit ehjinä perille
 - jonotusviive reitittimissä on lähes olematon
- ◆ sovellus ilmoittaa Tspec:insä ja kukin reititin varmistuu siitä, että sillä on tarpeeksi resursseja
 - ◆ kaistanleveyttä , puskuritilaa ja käsittelykapasiteettia
 - jos resurssit eivät riitä, niin ei hyväksytä
- ◆ sovellus ei voi esittää mitään erityisiä vaatimuksia virheettömyydelle tai viipeelle₄₁

-
- ◆ Yksinkertainen tapa toteuttaa monien nykyisten sovellusten tarpeet
 - sovellukset toimivat periaatteessa hyvin nykyisessä Internetissä, mutta eivät kestä verkon ruuhkautumista
 - esim. monet tosiaikaiset multimediasovellukset
 - » ‘joustavat’ sovellukset

RSVP (Resource reSerVation Protocol)

- ◆ Sovellukset voivat varata itselleen resursseja Internetistä
 - tietovuot, monilähetykset, multimediasovellukset
 - ◆ esim. videolähetys usealla vastaanottajalle
 - resurssi ~ kaistanleveys, (puskuritila)
- ◆ vastaanottaja huolehtii varauksista
- ◆ resurssit varataan monilähetyksissä

-
- ◆ Protokolla kaistanleveyden varaamiseen
 - ei varausten toteuttamiseen verkossa
 - » on reitittimien asia huolehtia siitä, että tietovuot todella saavat niille varatun kaistanleveyden
 - ◆ skedulointi
 - ei myöskään määrää, mille linkeille varaukset tehdään
 - » reititysprotokollat huolehtivat reittien valitsemisesta
 - ‘signaalointiprotokolla’
 - ◆ isäntäkoneet voivat varata siirtokapasiteettia tietovuolle

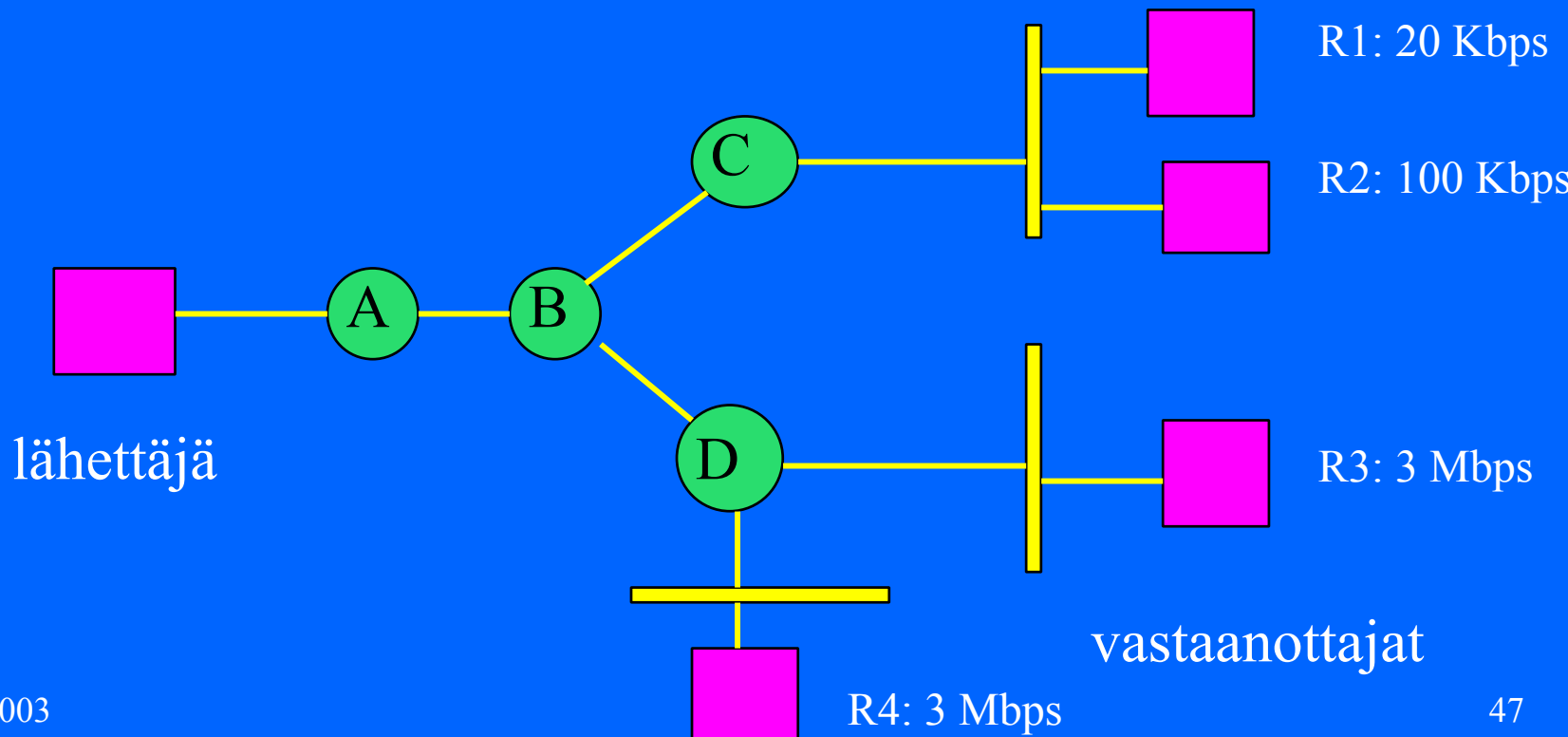
Heterogeenisyys

- ◆ Tietovuon vastaanottajat voivat olla hyvin heterogeenisia
 - pystyvät vastaanottamaan eri nopeudella
 - ◆ Videota voidaan vastaanottaa nopeudella 28.8 Kbps, 128 Kbps tai 10 Mbps
 - ◆ koodataan video useana eri kerroksena
 - lähettäjän tarvitsee tietää vain vastaanottajajoukon korkein siirtonopeus

Esimerkki: videolähetys urheilukilpailusta

- ◆ ‘sessio’ (istunto, Session)
 - useita monilähetysdatavoita
 - useita lähettäjiä
 - joka vuolla sama monilähetysosoite
 - reitittimet tunnistavat paketeista, mihin sessioon ja mihin vuohon ne kuuluvat
 - ◆ esim. Monilähetysosoite => sessio
 - ◆ IPv6:n vuonimiö => vuo
 - lähettäjä lähettää usealle vastaanottajalle videokuva kilpailusta
 - ◆ joka paketissa monilähetysosoite => vastaanottajat

- ◆ Monilähetysprotokolla on muodostanut monilähetyspuun lähettäjältä vastaanottajille



◆ Jokainen vastaanottaja lähettää
varaussanomian

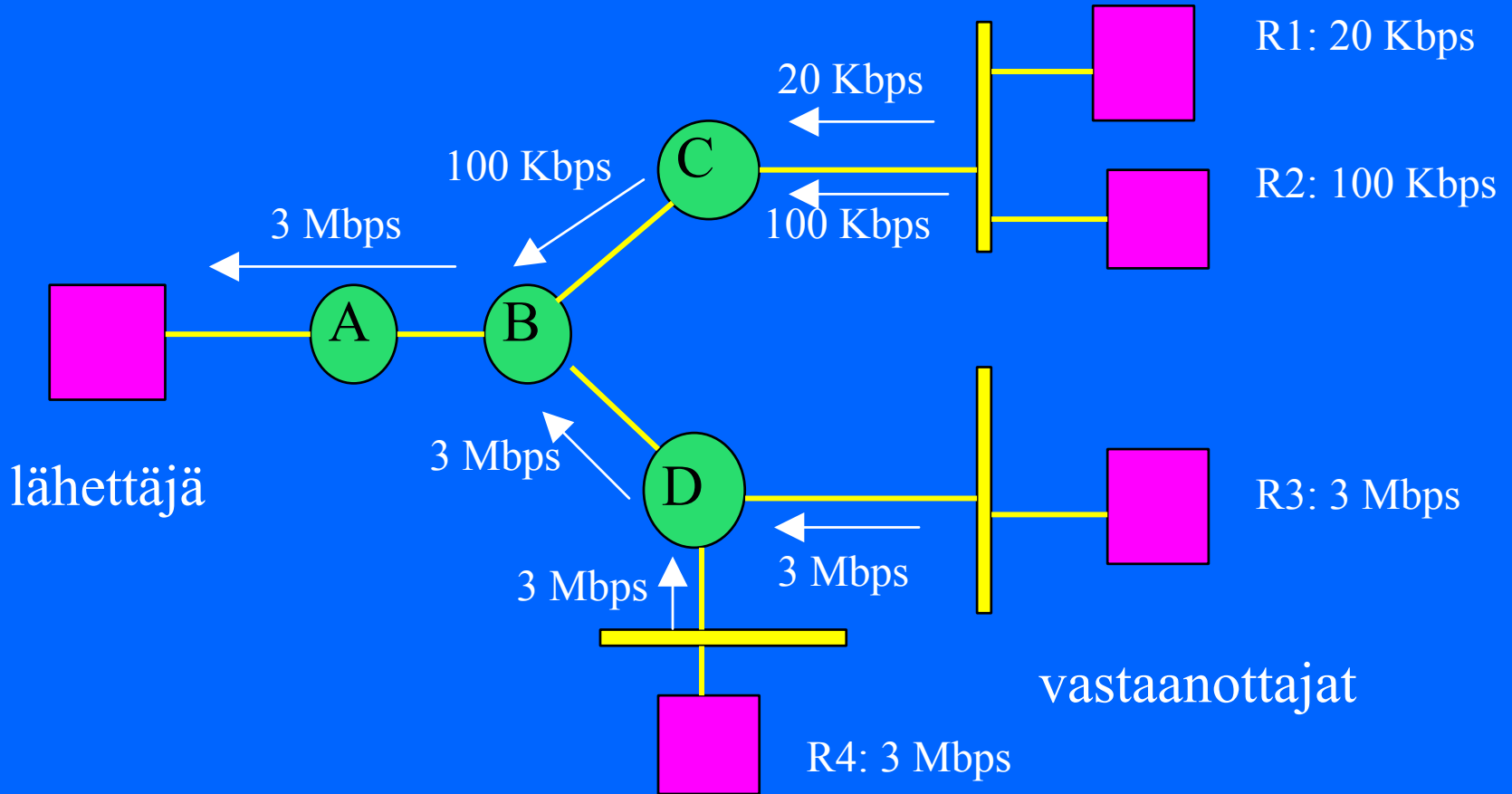
- ◆ käyttäen esim. reverse path forwarding algoritmia
- ◆ kertoo millä nopeudella haluaa vastaanottaa lähettäjältä

◆ sanoman saanut reititin varautuu antamaan
pyydetyn kapasiteetin

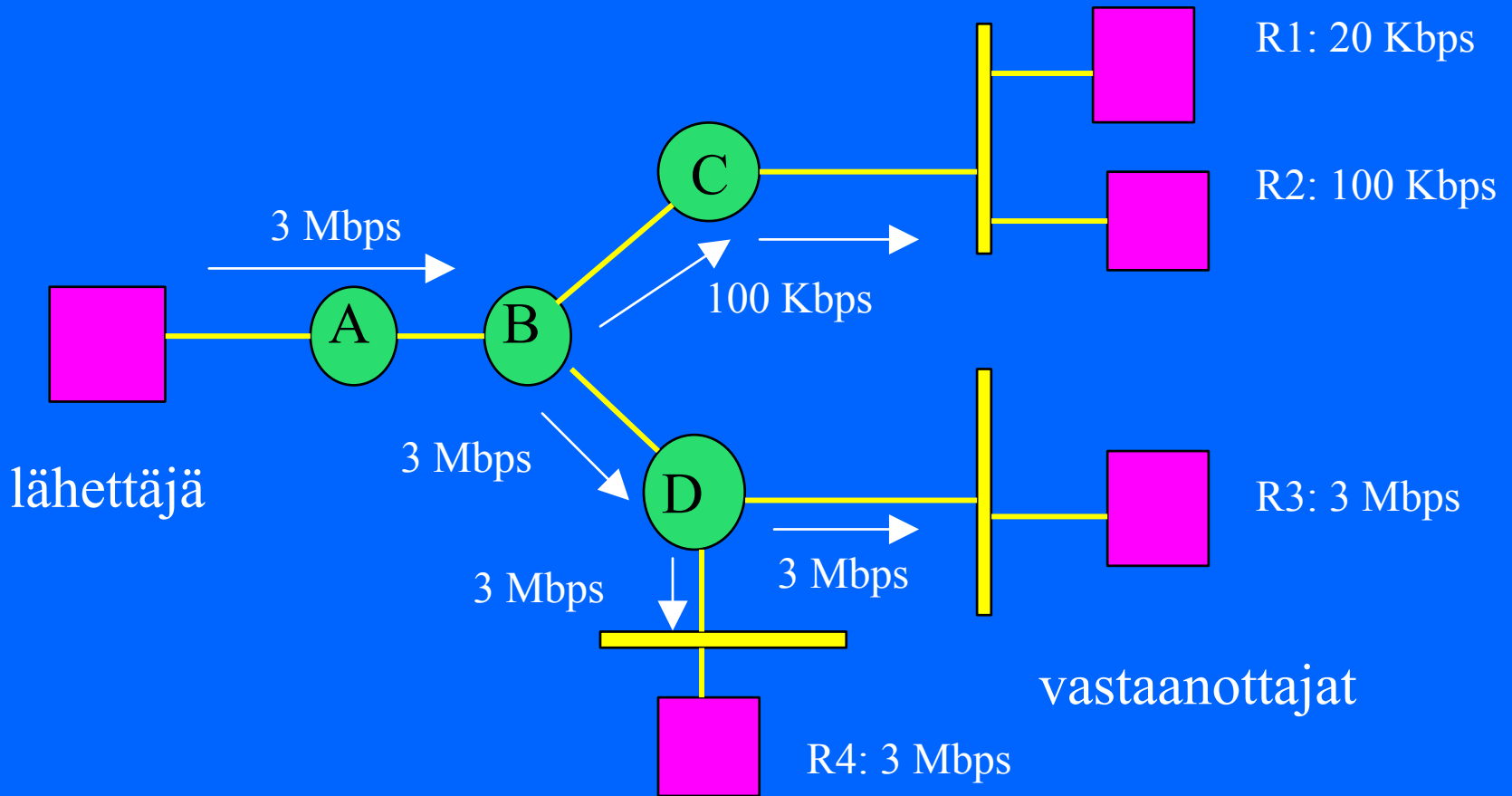
- ◆ pakettien skeduloija

◆ reititin lähettää eteenpäin vain suurimman
saamistaan varauksista

Varaussanommat

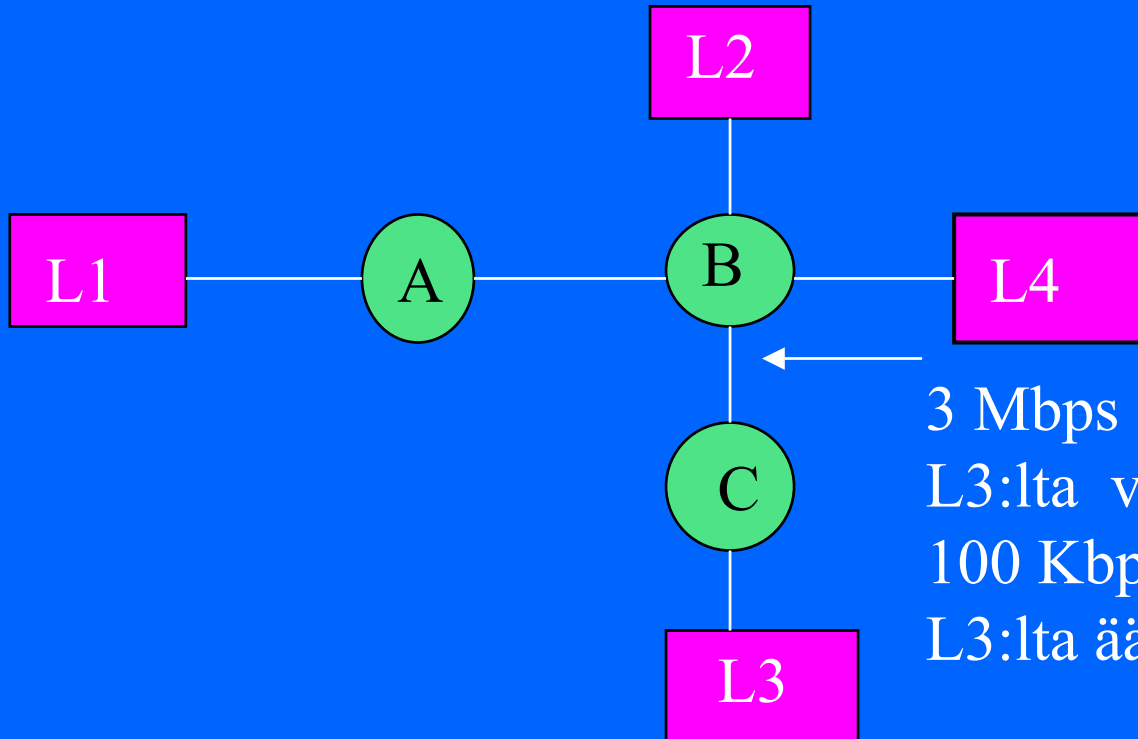


Tehdyt varaukset



Videokonferenssi, jossa 4 osallistujaa

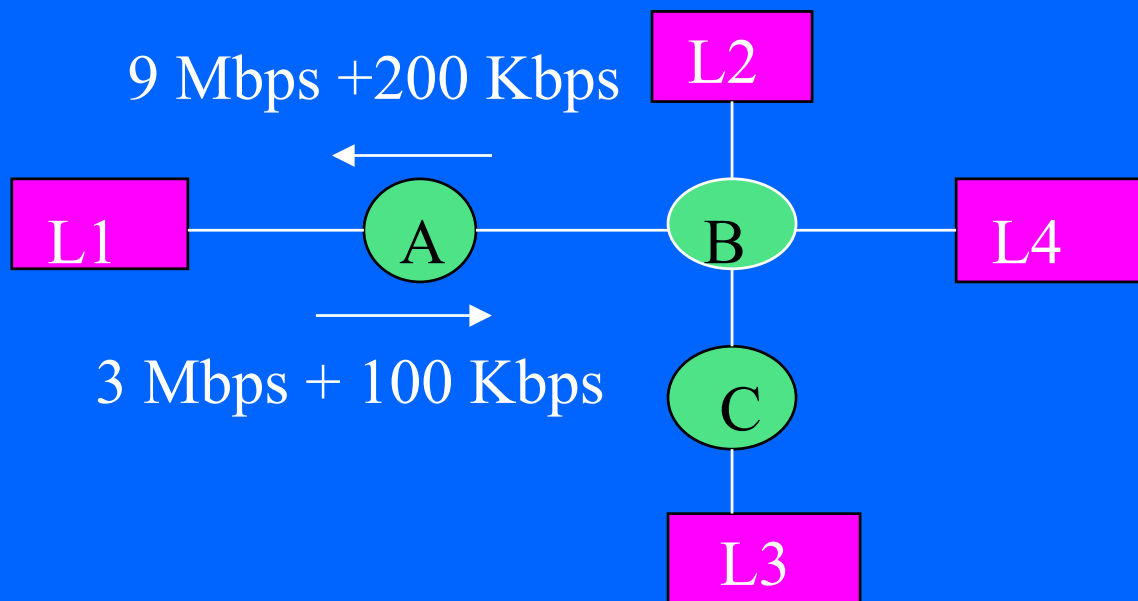
- ◆ kullakin videokuva- ja audioyhteys muihin
 - videokuva tarvitsee 3 Mbps ja audioyhteys 100 Kbps



3 Mbps L1:ltä, L2:lta ja
L3:lta videokuva varten
100 Kbps L1:ltä, L2:lta ja
L3:lta ääntä varten

Reitittimet varaavat seuraavasti:

- ◆ videokuvaa varten kullekin tulee $3 * 3$ Mbps eli 9 Mbps ja kullakin lähtee 3 Mbps
- ◆ audioyhteyksiä varten riittää $2 * 100$ Kbps (korkeintaan kaksi samanaikaista ääniyhteyttä) tulevaan ja 100 Kbps lähtevään audiovirtaan



◆ Pääsytesti (admission test)

- testaa, voidaanko varaus hyväksyä
- jos ei => hylkäys
- RSVP ei määrää millainen testin pitää olla

◆ Polkusanomat (path messages)

- lähettäjät ilmoittavat, mitä reittiä varaukset tulee lähettää
- kulkevat monilähetyspuuta
- reititin A kertoo IP-osoitteensa ja lähetyksensä

Varaustyyliä

- ◆ Tyyli ilmoittaa

- saako varauksia yhdistää
- keiltä lähettäjiltä halutaan vastaanottaa

- ◆ kolme eri varaustyyliä

- kaikilta lähettäjiltä ja varattu kaista on kaikkien lähetysten yhteiskäyttöön
- listan lähettäjiltä, kullekin ilmoitettu oma kaistaleveys
- listan lähettäjiltä, kaista kaikkien yhteiskäytössä

- ◆ pakettiradio /videokonferenssi

10/23/2005 ◆ vain samalla tyylillä varattuja saa yhdistää

Intservin ongelmia

- ◆ Intservissä QoS on vuokohtainen
 - ◆ resurssit varataan koko vuolle päästä päähän
 - ◆ palvelunlaatu on vuokohtainen
- ◆ resurssivaraukset ja kirjanpito jokaisesta reitittimen kautta kulkevasta vuosta
 - ◆ OC-3-linkillä noin 256 000 yhteyttä yhdessä minuutissa runkoreitittimellä!
- ◆ Joukko ennalta määriteltyjä palveluluokkia, ei näiden keskinäisiä eroja
 - » ensimmäinen luokka <=> turistiluokka
 - » platinakortti > kultakortti > standardiluottokortti

Diffserv eli eriytyneet palvelut (Differentiated Services)

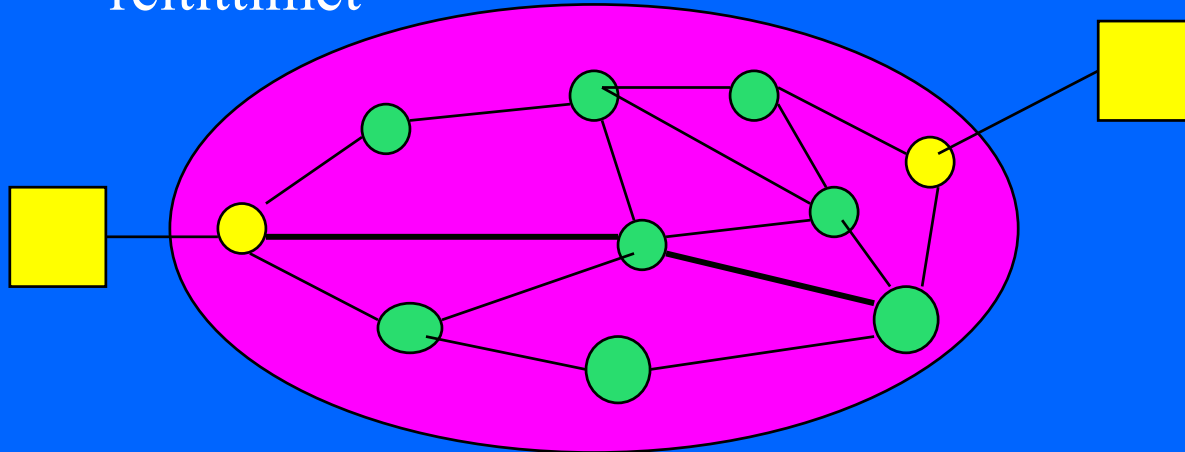
- ◆ Internetiin skaalautuva ja joustava palvelun eriyttäminen
 - » verkossa pystytään käsittelemään eri liikennettä eri tavoin
 - » uusia palveluluokkia voi syntyä ja vanhoja poistua
- ◆ ei määritellä eri palveluita eikä palveluluokkia
 - vaan toiminnalliset komponentit, joilla tällaiset palvelut voidaan toteuttaa

Diffserv-arkkitehtuurin kulmakivet

◆ Kahdenlaisia toimintoja

– reunatoiminnot (edge functions)

» isäntäkoneet tai ensimmäiset diffserv-taitoiset reitittimet



– ydintoiminnot (core functions)

» muut reitittimet

Reunatoiminnot

◆ Pakettien luokittelu

– merkitsee saapuneet paketit

» DS-kenttä (differentiated service) saa tietyn arvon

» merkintä kertoo, mihin liikenneluokkaan paketti kuuluu

◆ “behavior aggregate”

» eri merkinnöin varustetut paketit saavat eri palvelun verkon reitittimissä

◆ Liikenteen valvonta (traffic conditioning)

– merkitty paketti joko lähetetään heti verkkoon, sitä viivästetään tai se jopa hävitetään

Ydintoiminnot

◆ Pakettien eteenpäin reitittäminen

– kun merkitty paketti saapuu diffserv-kykyiseen reitittimeen, se ohjataan eteenpäin paketin luokan mukaisesti kohdeltuna (per-hop behavior)

- ◆ miten paketti saa käyttöönsä linjakapasiteettiä

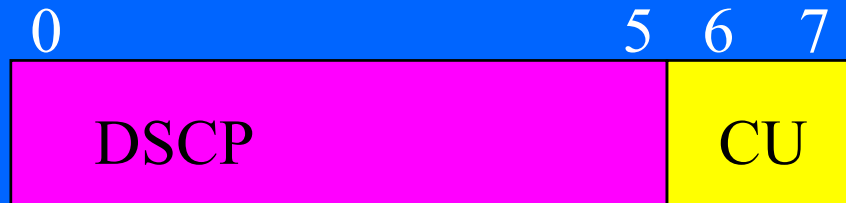
- ◆ miten sitä kohdellaan puskureissa

» paketin kohtelu riippuu **vain** sen merkinnästä, ei sen kohteesta tai lähteestä

- ◆ ei tarvita tilatietoja eri yhteyksistä!

DS-kenttä

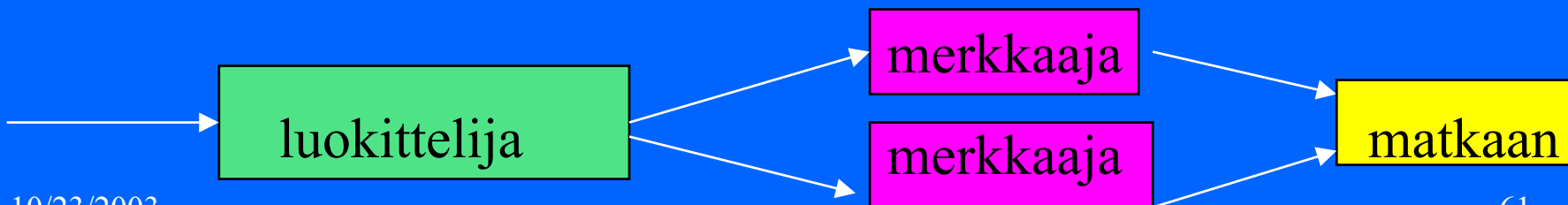
- ◆ IPv4: TOS-kenttä (Type of Service)
- ◆ IPv6: liikenneluokkakenttä (Traffic Class Field)



- DSCP (Differentiated service code point)
 - CU (currently unused) ei toistaiseksi käytössä
- ◆ DS-kenttä määrää paketin kohtelun muissa reitittimissä

Pakettien luokittelu ja merkkaus

- ◆ Luokittelija lajittelee paketit jonkin kentän perusteella
 - » lähde- tai kohdekone,
 - » lähde- tai kohdeportti
 - » protokolla, jne
- ◆ ja lähettää ne kyseisen luokan merkkajaalle, joka laittaa DS-kenttään sopivan arvon



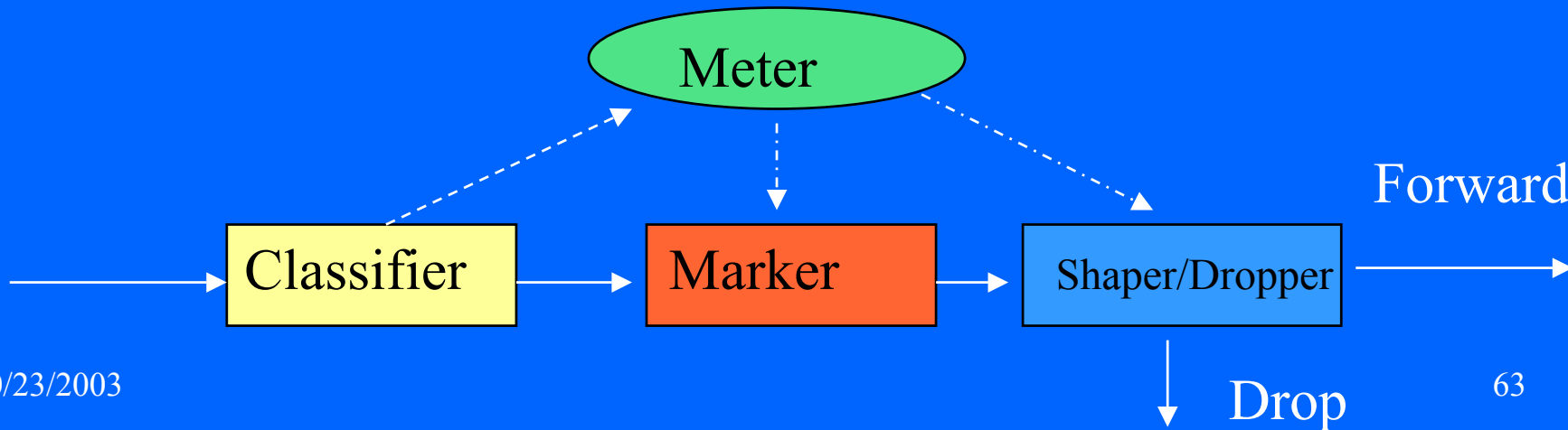
Liikenneprofiili ja liikenteen valvonta

- ◆ Lähettäjä voi myös sopia käytetystä liikenneprofiilista
 - » huippunopeus
 - » purskeisuus
- ◆ jos lähetys poikkeaa sovitusta , niin
 - » ne voidaan merkitä eri tavoin
 - » niitä voidaan viivyttää
 - » tai ne voidaan hävittää

Liikenteen mittaus

- ◆ Liikenteenmittaaja vertaa pakettivuota sovittuun ja päättelee, onko se sovituksen mukaista

» Diffserv-arkkitehtuuri ei määrittele, mitä poikkeavan vuon paketeille tapahtuu



Ydintoiminnot (Per-Hop Behaviors)

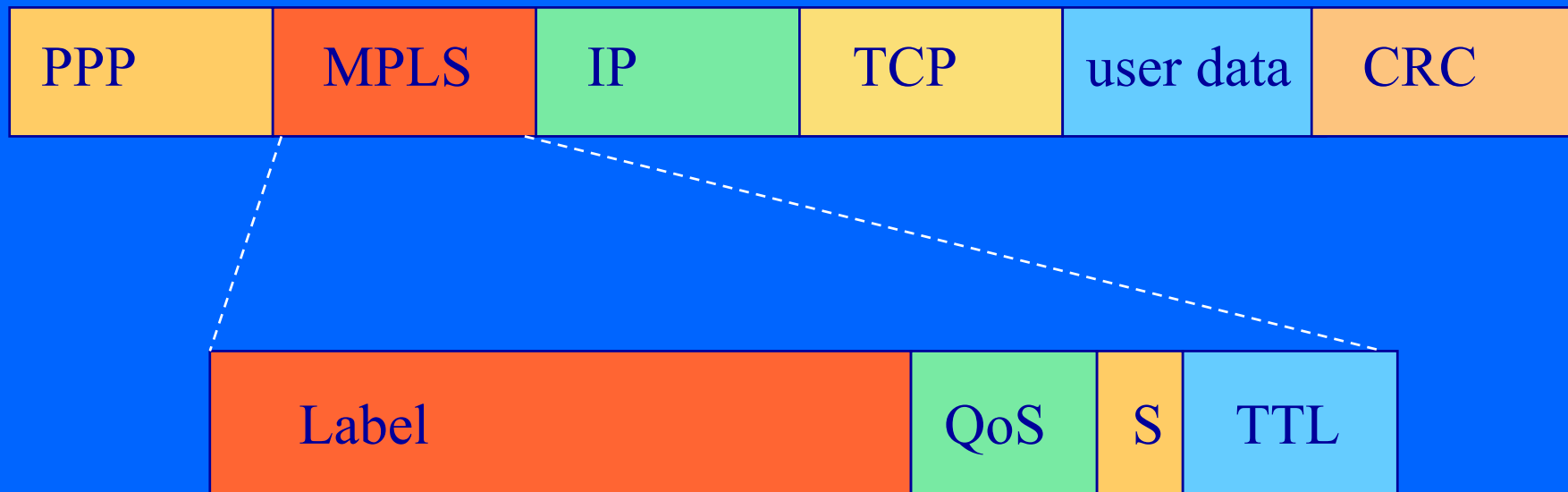
- ◆ Ulkoisesti havaittava eri käsittely eri luokan paketeille
 - eri luokan paketeille eri suorituskyky
 - ◆ mitattavissa oleva ominaisuus
- ◆ Voidaan toteuttaa eri menetelmin
 - ◆ etuilua puskurijonoissa
 - ◆ taataan tietty prosentti linkkikapasiteetista
 - nopeutettu edelleenlähetys
 - ◆ aina vähintään tietyllä nopeudella eteenpäin
 - taattu edelleenlähetys
 - ◆ eri luokkia, joista kullekin vähintään tietty määrä puskurikapasiteettia ja kaistanleveyttä
 - ◆ luokkien sisällä kolme eri ‘pudotusluokkaa’

DiffServ-kritiikkiä

- ◆ vuosien varrella useita yrityksiä tuoda QoS pakettiverkkoon
 - atm-verkko
 - TCP + RSVP
- ◆ Diffserv usean teleoperaattorin välillä
 - yhteistyö tarpeen
- ◆ Laskutus, tarkistukset, rangaistukset
- ◆ Onko palveluiden välillä oikeasti eroa?

MPLS (Multiprotocol Label Switching)

- ◆ reititinvalmistajat kehittivät nopeuttamaan pakettien reititystä
- ◆ paketeissa on nimiö (label), jonka perusteella reititetään
 - ~ piirikytkentäisen verkon virtuaalipiirin numero
 - mutta ei varsinaista virtuaalipiirin muodostusvaihetta
 - useita eri datavoita voidaan yhdistää antamalla niille sama nimiö
 - » viime pätkän reititys kohdeosoitteen avulla
- ◆ sekä IP- että atm-pakettien reitittämiseen
- ◆ useita eri tason nimiöitä
- ◆ Useita RFC:itä jo laadittu ja monta tekeillä



QOS = palveluluokka

S = nimiön taso

TTL = elinaika

