



FI000112421B



SUOMI – FINLAND  
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS  
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(12) PATENTTIJULKAISU  
PATENTSKRIFT

(10) FI 112421 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

28.11.2003

(51) Kv.lk.7 - Int.kl.7

H04L 12/56

(21) Patentihakemus - Patentansökning

20021921

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

29.10.2002

(24) Alkupäivä - Löpdag

29.10.2002

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

28.11.2003

(73) Haltija - Innehavare

1 •Tellabs Oy, Sinikalliontie 7, 02630 Espoo, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Väänänen, Janne, Laaksoahdentie 74, 02730 Espoo, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Seppo Laine Oy  
Itämerenkatu 3 B, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

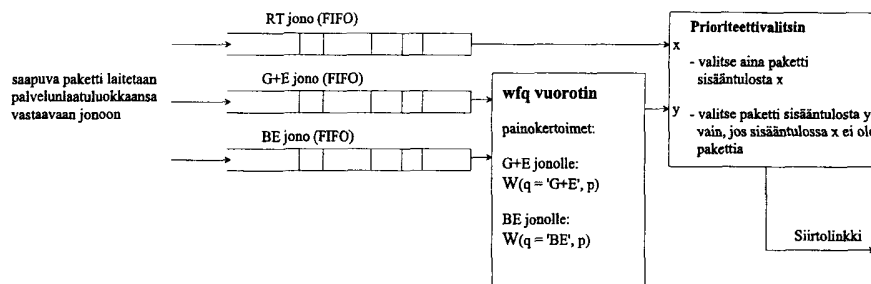
**Menetelmä ja laitteisto siirtoyhteykskapasiteetin vuorottamiseksi pakettikytkentäisten tietoliikennevoiden kesken**  
**Förfarande och anordning för tidsallokering av transmissionsförbindelsekapacitet mellan paketkopplade**  
**datakommunikationsflöden**

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

EP 0981228 A, US 2002/0044529 A, US 2001/0026535 A,  
Computer Communications, vol.24, nro 13, elokuu 2001, Elsevier, J. Cha et al., "A new per-VC scheduling scheme in ATM networks: two-phased weighted fair queuing", p. 1319-1328

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön kohteena on menetelmä ja laitteisto siirtolinkkkapasiteetin vuorottamiseksi pakettikytkentäisten tietoliikennevoiden kesken siten, että voidaan toteuttaa palvelunlaatuokkia (Class of Service), jossa pystytään hyödyntämään hetkellisesti vapaana olevaa tiedonsiirtoverkon kapasiteettia ja lisäksi voidaan taata tietty vähimmäissiirtonopeus (Guaranteed rate and Best Effort) ilman, että heikennetään sellaisten palvelunlaatuokkien toimintaa, joissa vähimmäissiirtonopeutta ei taata mutta palvelu toteutetaan hyödyntämällä hetkellisesti vapaana olevaa kapasiteettia (Best Effort). Keksintö perustuu siihen, että vuorottimen ohjauksessa käytetään palvelunlaatuokkatiedon lisäksi laatuokan sisäistä aliryhmätietoa (esim. drop preference), jota perinteisesti käytetään ruuhkanhallintamenetelmässä.



Wfq algoritminä voidaan käyttää esimerkiksi lähteessä [1] esitettyä SFQ menetelmää (Start-time Fair Queuing). Painokerroin määräytyy muuttujien  $q$  ja  $p$  perusteella, missä  $q$  riippuu palvelunlaatuokasta (G+E tai BE) ja  $p$  puolestaan pakettien jakautumisesta eri aliryhmiin.

112421

Uppfinningen avser ett förfarande och en anordning för tidsallokering av transmissionslänkkapacitet mellan paketkopplade datakommunikationsflöden på så sätt, att en tjänstekvalitetsklass (Class of Service) kan förverkligas, där en momentant fri kapacitet i ett dataöverföringsnät kan utnyttjas och där även en viss minimitransmissionshastighet (Guaranteed Rate and Best Effort) kan garanteras, utan att försämra funktionen i sådana tjänstekvalitetsklasser där en minimitransmissionshastighet inte garanteras men tjänsten förverkligas genom att utnyttja en momentant fri kapacitet (Best Effort). Uppfinningen baserar sig därpå, att för styrning av en tids-allokerare används, förutom tjänstekvalitetsklassinformation, information om undergrupper i kvalitetsklassen (t.ex. dröp preference), som traditionellt används vid ett rusningskontrollförfarande.

**Menetelmä ja laitteisto siirtoyhteyskapasiteetin vuorottamiseksi  
pakettikytkentäisten tietoliikennevoiden kesken**

Keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä  
5 siirtoyhteyskapasiteetin vuorottamiseksi pakettikytkentäisten tietoliikennevoiden kesken.

Keksinnön kohteena on myös patenttivaatimuksen 5 mukainen laitteisto  
siirtoyhteyskapasiteetin vuorottamiseksi pakettikytkentäisten tietoliikennevoiden kesken.

10 Tässä asiakirjassa käytetään niin tunnetun tekniikan kuin keksinnönkin kuvauksessa  
seuraavia lyhenteitä:

- BE           Palvelunlaatuluokka sovelluksille, jotka pystyvät hyödyntämään hetkellisesti  
vapaana olevaa tiedonsiirtoverkon kapasiteettia mutta joille ei taata  
15           käytettävissä olevaa vähimmäissiirtonopeutta eikä yläraja-arvoja  
              tiedonsiirtoviiveelle ja viiveen vaihtelulle (Best Effort),
- CoS          Palvelunlaatuluokka (Class of Service),
- DSCP        Paketin kantama tieto siitä, mihin palvelunlaatuluokkaan kyseinen paketti  
              kuuluu (Differentiated Services Code Point),
- 20    FIFO       Aikaisemmin sisään, aikaisemmin ulos -jonokuri (First In First Out -  
              discipline),
- G+E         Palvelunlaatuluokka sovelluksille, jotka pystyvät hyödyntämään hetkellisesti  
vapaana olevaa tiedonsiirtoverkon kapasiteettia ja joille taataan tietty  
vähimmäissiirtonopeus mutta ei yläraja-arvoja tiedonsiirtoviiveelle eikä  
25           viiveen vaihtelulle (Guaranteed rate and Best Effort),
- QoS         Palvelun laatu (Quality of Service),
- RT          Palvelunlaatuluokka sovelluksille, joille tiedonsiirtoviive ja viiveen vaihtelu  
              pyritään minimoimaan ja joille taataan tietty vähimmäissiirtonopeus mutta  
              jotka eivät hyödynnä hetkellisesti vapaana olevaa tiedonsiirtoverkon  
30           kapasiteettia (Real Time),
- SFQ         Start-time Fair Queuing, eräs painokerroinperusteinen vuorotusmenetelmä  
              [1],

- wfq Painokerroinperusteinen vuorotusmenetelmä, käytetään yleisnimenä (weighted fair queuing),
- WFQ Weighted Fair Queuing, eräs painokerroinperusteinen vuorotusmenetelmä [1],
- 5 WRED Painotusperusteinen ruuhkanrajoitusmenetelmä [3, 4] (Weighted Random Early Detection).

Pakettikytkentäisessä tietoliikennejärjestelmässä on usein edullista, että siirrettävät paketit luokitellaan kuuluviksi eri palvelunlaatiluokkiin (CoS) sen mukaan, millaisia tarpeita tietoliikennepalvelua käyttävillä sovelluksilla on, ja toisaalta sen mukaan, millaisia sopimuksia palvelun laadusta tietoliikennepalveluntarjoaja on tehnyt asiakkaidensa kanssa. Esimerkiksi tavallisen puhelinsovelluksen kohdalla on olennaista, että sovelluksen tarvitsema tiedonsiirtonopeus on käytettävissä tarvittavan ajan ja siirtoviive on riittävän pieni sekä siirtoviiveen vaihtelu riittävän vähäistä. Puhelinsovelluksessa ei ole hyötyä siitä, että sovellukselle tarjottavaa tiedonsiirtonopeutta voitaisiin hetkellisesti kasvattaa, mikäli tiedonsiirtoverkon kuormitus on kyseisenä ajankohtana vähäistä. Sen sijaan esimerkiksi ladattaessa www-sivua on erittäin edullista, jos voidaan hyödyntää verkon hetkellisestikin vapaana olevaa kapasiteettia täysimääräisesti.

20 Tarkasteellaan seuraavassa tilannetta, jossa tietoliikennepalvelu tarjoaa seuraavanlaisia palvelunlaatuluokkia:

- RT (Real Time): sovelluksille, joille taataan tietty vähimmäissiirtonopeus ja lisäksi tiedonsiirtoviive ja siirtoviiveen vaihtely pyritään minimoimaan, mutta sovellukselle tarjottavaa hetkellistä tiedonsiirtonopeutta ei kasvateta vaikka tiedonsiirtojärjestelmän kuormitus olisikin kyseisenä ajankohtana vähäistä.
- G + E (Guaranteed rate and Best Effort): sovelluksille, joille taataan tietty vähimmäissiirtonopeus ja lisäksi hyödynnetään kunakin ajankohtana vapaana olevaa tiedonsiirtojärjestelmän kapasiteettia. Siirtoviiveelle ja viiveen vaihtelulle ei taata yläraja-arvoja.

- BE (Best Effort): sovelluksille, joille ei taata vähimmäissiirtonopeutta mutta joille hyödynnetään kunakin ajankohtana vapaana olevaa tiedonsiirtojärjestelmän kapasiteettia. Siirtoviiveelle ja viiveen vaihtelulle ei taata yläraja-arvoja.

5 Kuvio 1 esittää yhtä tunnetun tekniikan mukaista tapaa vuorottaa yhteisen siirtolinkin kapasiteettia yllämainittuja palvelunlaatuoluokkia edustaville liikennevoille. Kuvion 1 esittämän järjestelmän toiminta on seuraava:

- 10 - Se, mihin palvelunlaatuoluokkaan yksittäinen paketti kuuluu, on identifiotavissa pakettiin liitetyn tiedon perusteella (esimerkiksi DSCP = Differentiated Services Code Point [2]).
- Paketit ohjataan palvelunlaatuoluokkakohtaisiin FIFO jonoihin (RT-, G+E- ja BE-jono).
- 15 - Jokainen G + E palvelunlaatuoluokkaa edustava paketti kuuluu palvelunlaatuoluokan sisäiseen aliryhmään, jonka perusteella voidaan päätellä vähintään se, kuuluuko kyseinen paketti siihen osaan liikennettä, joka vastaa taattua vähimmäissiirtonopeutta (jatkossa tätä osuutta kutsutaan G osuudeksi), vai kuuluuko paketti siihen osaan liikennettä, joka ylittää taatun vähimmäissiirtonopeuden (jatkossa tätä osuutta kutsutaan E osuudeksi). Tiettyyn aliryhmään kuulumisen voidaan indikoida esimerkiksi DSCP:n kantaman etuoikeustiedon (drop preference) avulla [2]. Aliryhmätietoa käytetään silloin, kun jonon ruuhkautuessa tulee päättää, mihin paketteihin ruuhkanrajoitustoimenpiteet kohdistetaan. Esimerkkinä tästä on WRED
- 20 menetelmä (Weighted Random Early Detection) [3, 4].
- 25 - Siirtolinkin kapasiteettia vuorotetaan RT-jonolle, G+E-jonolle ja BE-jonolle painokerroinperusteisella vuorotusmenetelmällä (esimerkiksi SFQ [1]) siten, että RT-jonon painokerroin on ( $W_{RT}$ ) on valittu niin suureksi G+E- ja BE- jonon painokertoimiin ( $W_{G+E}$  ja  $W_{BE}$ ) nähden, että RT luokan liikenteellä on kaikissa tilanteissa käytettävissä sille taattu vähimmäissiirtonopeus ja G+E-jonon painokerroin on valittu niin suureksi BE-jonon painokertoimeen nähden, että G+E liikenteellä on
- 30

kaikissa tilanteissa käytettävissä sille taattu vähimmäissiirtonopeus.

- RT luokan liikenne sekä G+E luokan liikenteen G osuus oletetaan rajoitetuiksi ennen vuorotinkoneistoa.

5

Kuviossa 2 esitetään toinen tunnetun tekniikan mukainen tapa vuorottaa yhteisen siirtolinkin kapasiteettia yllämainittuja palvelunlaatu luokkia edustaville liikennevoille. Kuvion 2 esittämän järjestelmän toiminta eroaa kuvion 1 esittämän järjestelmän toiminnasta siten, että siirtolinkin kapasiteettia vuorotetaan RT-jonolle prioriteettiperusteisesti ennen G+E- ja BE-jonoa. Prioriteettivuorotuksen käyttäminen RT-luokan liikenteelle on mahdollista, koska RT-luokan liikenne oletetaan rajoitetuksi ennen vuorotinkoneistoa.

Ongelmana kuvioissa 1 ja 2 esitetyissä vuorotusmenetelmissä on, että G+E luokan liikenteen E osuus kilpailee BE luokan liikenteen kanssa painokertoimella ( $W_{G+E}$ ), jonka arvo suhteessa BE luokan painokeroimeen ( $W_{BE}$ ) on valittu silmälläpitäen G+E luokalle taattua vähimmäissiirtonopeutta (G osuus). Tästä seuraa usein, että BE luokan kyky hyödyntää hetkellisesti vapaana olevaa kapasiteettia on heikko, mikäli myös G+E liikenteen E osuus pyrkii samanaikaisesti hyödyntämään vapaana olevaa kapasiteettia. Tämä on vastoin BE luokan liikenteen peruslähtökohtaa, jossa vähimmäissiirtonopeutta ei taata mutta palvelu toteutetaan hyödyntämällä hetkellisesti vapaana olevaa kapasiteettia.

Ilmiötä valotetaan kuviossa 3 esitetyissä esimerkkitalanteissa a ja b. Esimerkkitalanne a esittää siirtokapasiteetin jakautumista eri palvelunlaatu luokkia edustavien tietoliikennevoiden kesken, kun jokaista palvelunlaatu luokkaa edustavaa liikennettä siirretään niin paljon kuin mahdollista. G+E luokan liikenteen käyttämän siirtokapasiteetin osuuden ( $B_{G+E}$ ) suhde BE luokan liikenteen osuuteen ( $B_{BE}$ ) on  $W_{G+E} : W_{BE}$ . Esimerkkitalanne b esittää siirtokapasiteetin jakautumista eri palvelunlaatu luokkia edustavien tietoliikennevoiden kesken, kun sekä RT luokan liikenteelle että G+E luokan liikenteen G osuudelle varatut siirtokapasiteettiosuudet ovat samat kuin esimerkkitalanteessa a mutta RT luokan liikenteen käyttämä siirtokapasiteetti on vähäisempi kuin sille varattu kapasiteetti ja G+E sekä BE palvelunlaatu luokkia edustavaa

liikennettä siirretään niin paljon kuin mahdollista. Myös tässä tilanteessa  $B_{G+E} : B_{BE} = W_{G+E} : W_{BE}$ . Esimerkkitalanteesta b on helppo todeta, että RT luokan liikenteeltä vapaaksi jäänyt kapasiteetti menee lähes kokonaan G+E luokan liikenteen E osuuden hyväksi.

- 5 On huomattava, että G+E luokan liikenteen G- ja E-osuuksia ei voi laittaa eri jonoihin, joille siis voisi laittaa toisistaan riippumattomat vuorotuspainokertoimet, koska vuorotinkoneisto ei saa muuttaa G+E luokan liikenteen pakettien siirtojärjestystä.

Tämän keksinnön tarkoituksena on poistaa edellä kuvatun tekniikan puutteellisuudet ja  
10 aikaansaada aivan uudentyyppinen menetelmä ja laitteisto siirtoyhteyskapasiteetin vuorottamiseksi pakettikytkentäisten tietoliikennevoiden kesken. Keksinnön kohteena on menetelmä, jolla voidaan toteuttaa vuorotinkoneisto siten, että vapaa siirtokapasiteetti allokoituu G+E luokan liikenteen E osuudelle ja BE liikenteelle halutussa suhteessa (esimerkiksi 1:1).

15

Keksintö perustuu siihen, että aliryhmätietoa (esim. etuoikeustieto engl. drop preference) käytetään hyväksi vuorottimen toiminnan ohjaamisessa. Perinteisesti aliryhmätietoa käytetään ruuhkanrajoitusjärjestelmässä (esimerkiksi WRED). Keksinnön mukainen vuorotusmenetelmä ei estä aliryhmätiedon käyttämistä myös ruuhkanrajoitusjärjestelmässä.

20

Keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, mikä on esitetty patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa.

25

Keksinnön mukaiselle laitteistolle puolestaan on tunnusomaista se, mikä on esitetty patenttivaatimuksen 5 tunnusmerkkiosassa.

30

Keksinnöllä saavutetaan tunnetun tekniikan mukaisiin ratkaisuihin verrattuna se etu, että voidaan toteuttaa vuorotinkoneisto siten, että vapaa siirtokapasiteetti allokoituu G+E luokan liikenteen E osuudelle ja BE liikenteelle halutussa suhteessa (esimerkiksi 1:1).  
Tällöin voidaan toteuttaa palvelunlaatuluokka (G+E), jossa pystytään hyödyntämään hetkellisesti vapaana olevaa tiedonsiirtoverkon kapasiteettia ja lisäksi voidaan taata tietty vähimmäissiirtonopeus ilman, että heikennetään sellaisten palvelunlaatuluokkien (BE)

toimintaa, joissa vähimmäissiirtonopeutta ei taata mutta palvelu toteutetaan hyödyntämällä hetkellisesti vapaana olevaa kapasiteettia.

5 Keksintöä ryhdytään seuraavassa lähemmin tarkastelemaan oheisten kuvioiden mukaisten esimerkkien avulla.

Kuvio 1 esittää lohkokaaviona yhtä tunnetun tekniikan mukaista järjestelmää yhteisen siirtolinkin kapasiteetin vuorottamiseksi edellämainittuja palvelunlaatuluokkia (RT, G+E, BE) edustaville liikennevoille.

10

Kuvio 2 esittää lohkokaaviona toista tunnetun tekniikan mukaista järjestelmää yhteisen siirtolinkin kapasiteetin vuorottamiseksi edellämainittuja palvelunlaatuluokkia edustaville liikennevoille.

15 Kuvio 3 esittää kahta esimerkkitilannetta (a ja b) hetkellisestä siirtokapasiteetin jakautumisesta eri palvelunlaatuluokkia edustavien tietoliikennevoiden kesken. Esimerkkitilanteessa a jokaista palvelunlaatuluokkaa edustavaa liikennettä siirretään niin paljon kuin mahdollista. Esimerkkitilanteessa b RT luokan liikenteelle ja G+E luokan liikenteen G osuudelle varatut siirtokapasiteettiosuudet ovat samat kuin  
20 esimerkkitilanteessa a mutta RT luokan liikenteen käyttämä siirtokapasiteetti on vähäisempi kuin sille varattu kapasiteetti ja G+E sekä BE palvelunlaatuluokkia edustavaa liikennettä siirretään niin paljon kuin mahdollista.

Kuvio 4 esittää lohkokaaviona keksinnön mukaista järjestelmää yhteisen siirtolinkin  
25 kapasiteetin vuorottamiseksi edellämainittuja palvelunlaatuluokkia edustaville liikennevoille.

Keksinnön mukaisen menetelmän teoreettinen perusta käy ilmi seuraavasta tarkastelusta.

30 Painokerroinperusteisessa vuorotusmenetelmässä vuorottimen sisään tulossa oleville paketeille muodostetaan järjestysindikaatio (esimerkiksi Start\_tag SFQ menetelmässä [1]) siitä, milloin kyseinen paketti tulee eteenpäinsiirtovuoroon. Ensimmäisenä siirretään



eteenpäin se paketti, jonka järjestysindikaatio on arvoltaan sellainen, joka ilmaisee aikaisinta eteenpäinsiirtohetkeä. Järjestysindikaation ei tarvitse olla sidoksissa reaaliaikaan, vaan riittää, että eri pakettien järjestysindikaatiot ovat mielekkäässä suhteessa toisiinsa nähden.

5

Järjestysindikaation muodostamisessa tietystä laatuluokkajonosta tulevalle paketille käytetään kyseistä palvelunlaatuluokkaa vastaavaa painokerrointa. Mikäli jonolla J1 on suurempi painokerroin kuin jonolla J2, niin jonon J1 peräkkäisten pakettien järjestysindikaatioiden sarja suhteessa jonon J2 vastaavaan muodostuu sellaiseksi, että jono

10 J1 saa suuremman osuuden vuorottimen ulostulon kapasiteetista.

Prioriteettiperusteisessa vuorotusmenetelmässä vuorottimen sisääntulossa oleville paketeille annetaan prioriteetti-arvo. Pakettien prioriteetti-arvot määräävät, mikä paketti seuraavaksi siirretään eteenpäin.

15

Keksinnön mukaisessa menetelmässä paketille annettava prioriteetti-arvo tai paketin järjestysindikaation muodostamisessa käytettävä painokerroin ei riipu vain paketin edustamasta palvelunlaatuluokasta (jota tässä asiakirjassa ilmennetään muuttujalla  $q$ ) vaan myös kyseisen paketin ja/tai sitä aikaisemmin tai myöhemmin saapuvien saman laatuluokan pakettien aliryhmätiedoista (jota tässä asiakirjassa ilmennetään muuttujalla  $p$ , esimerkiksi etuoikeustieto engl. drop preference [2]), kuvio 4. Koska paketit ovat laatuluokakohtaisissa jonoissa ennen vuorotinta, on siis mahdollista jonon täyttöasteen rajoissa tietää vuorottimeen lähitulevaisuudessa tulevien pakettien aliryhmätiedot.

20

25 Keksinnön mukaisessa menetelmässä aliryhmätieto tai -tiedot voivat määrätä myös sen, käytetäänkö tietyn paketin vuorotuspäätösten tekoon painokerroin- vai prioriteettiperusteista vuorotusmenetelmää.

30

Tunnetun tekniikan mukaisissa järjestelmissä aliryhmätietoa ( $p$ ) käytetään ruuhkanrajoitustoimenpiteissä mutta ei vuorotustoiminnassa.

Havainnollistetaan seuraavassa yhden keksinnön toteutusmuodon mukaisen vuorottimen

toimintaa G+E ja BE luokkiin kuuluvien liikennevoiden osalta käyttäen SFQ algoritmia [1]. Tässä keksinnön toteutusmuodossa paketti kohtainen painokerroin määräytyy tarkasteltavan paketin aliryhmän perusteella. G+E luokan paketin  $i$  ja BE luokan paketin  $j$  järjestysindikaatiot ( $S_{G+E}(i)$  ja  $S_{BE}(j)$ ) lasketaan seuraavasti:

5

$$S_{G+E}(i) = \max \{v, S_{G+E}(i-1) + L(i-1) / W(q, p)\}, \quad (1)$$

$$S_{BE}(j) = \max \{v, S_{BE}(j-1) + L(j-1) / W(q, p)\}, \quad (2)$$

missä  $L(i-1)$ ,  $L(j-1)$  on edellisen paketin koko esimerkiksi tavuina, muuttujat  $p$  ja  $q$  määräävät painokertoimen  $W$  arvon siten, että muuttuja  $q$  riippuu tarkasteltavan paketin ( $i$  tai  $j$ ) edustamasta palvelunlaatuokasta (G+E tai BE) ja muuttuja  $p$  riippuu aliryhmästä, mihin tarkasteltava paketti ( $i$  tai  $j$ ) kuuluu,  $v$  on kulloinkin eteenpäin siirettävänä olevan paketin järjestysindikaatio (virtuaaliaika). Järjestysindikaatio lasketaan silloin, kun paketti saapuu vuorottimen laatuluokakohtaiseen sisääntuloon, eikä sitä päivitetä myöhemmin  
15 vaikka  $v$  muuttuisi. Seuraavaksi eteenpäinsiirrettäväksi valitaan se paketti ( $i$  tai  $j$ ), jonka järjestysindikaatio on pienempi.

Tässä havainnollistavassa esimerkissä oletetaan, että aliryhmäkohtaiset painokertoimet on valittu seuraavasti:

20

- jos G+E luokan paketti kuuluu G osuuteen  $W(q = 'G+E', p = 'G') = W_G$ ,
- jos G+E luokan paketti kuuluu E osuuteen  $W(q = 'G+E', p = 'E') = W_E$ ,
- BE luokan paketeilla on kaikilla sama painokerroin riippumatta aliryhmätiedosta  
 $W(q = 'BE', p: \text{ei merkitystä}) = W_{BE}$ .

25

Tällöin voidaan yksinkertaisella kokeilulla tai simulaatiolla todeta seuraavaa: jos tietyllä aikavälillä siirretään keskimäärin  $W_G$  kappaletta tavuja (tai bittejä) edustaen G osuuteen kuuluvia paketteja, niin tällöin kyseisellä aikavälillä siirretään myös keskimäärin  $W_{BE}$  kappaletta tavuja (tai bittejä) edustaen BE liikenteeseen kuuluvia paketteja ja vastaavasti  
30 siirrettäessä keskimäärin  $W_E$  kpl tavuja (tai bittejä) edustaen E osuuteen kuuluvia paketteja siirretään myös keskimäärin  $W_{BE}$  kpl tavuja (tai bittejä) edustaen BE liikenteeseen kuuluvia paketteja. Tarkastelu käy havainnollisemmaksi, jos kaikki paketit oletetaan

samankokoisiksi, tällöin voidaan puhua yksinkertaisesti paketeista sen sijaan että puhutaan tavuista edustaen paketteja.

5 Valitsemalla painokerroin-arvot  $W_E$  ja  $W_{BE}$  sopivasti voidaan toteuttaa vuorotinkoneisto siten, että vapaa siirtokapasiteetti allokoituu G+E luokan liikenteen E osuudelle ja BE liikenteelle halutussa suhteessa.

10 Yksi tämän toteutusmuodon variaatio saadaan aikaan siten, että  $W_G$  on ääretön. Tämä vastaa itse asiassa sitä, että G osuuteen kuuluvat paketit vuorotetaan prioriteettiperiaatteella eikä SFQ menetelmällä. Tällöin vuorotimen G+E jonoa vastaavassa sisääntulossa G osuuteen kuuluva paketti siirretään eteenpäin riippumatta BE sisääntulossa olevan paketin järjestysindikaatiosta. Tämä on mahdollista, koska G+E liikenteen G osuus oletetaan rajoitetuksi.

15

#### Viitteet:

20 [1] Pawan Goyal, Harric M. Vin, Haichen Cheng. *Start-time Fair Queuing: A scheduling Algorithm for Integrated Services Packet Switching Networks*. Technical Report TR-96-02, Department of Computer Sciences, University of Texas Austin.

[2] Bruce Davie, Yakov Rekhter. *MPLS Technology and Applications*. Academic Press 2000 CA U.S.A. ([www.academicpress.com](http://www.academicpress.com))

25

[3] Sally Floyd, Van Jacobson. *Random Early Detection Gateways for Congestion Avoidance*. Lawrence Berkeley Laboratory 1993, University of California.

30 [4] Internet osoitteesta: <http://www.juniper.net/techcenter/techpapers/200021-01.html> löytyvä kuvaus WRED algoritmista.

## Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä siirtolinkkikapasiteetin vuorottamiseksi pakettikytkentäisten  
5 tietoliikennevoiden kesken, jossa menetelmässä

- digitaalista tietoa siirretään vakio- tai vaihtuvanmittaisina paketteina,
- paketteihin liittyy tunnistetieto, jonka perusteella paketit jaetaan vähintään  
10 kahteen eri palvelunlaatuluokkaan,
- palvelunlaatuluokkatiedon perusteella kukin paketti ohjataan yhteen  
rinnakkaisista FIFO jonoista, joita on yksi jono kutakin palvelunlaatuluokkaa  
kohden,
- ainakin yhdelle palvelunlaatuluokalle pätee, että siihen kuuluviin paketteihin  
liittyy tunnistetieto, jonka avulla paketit jaetaan vähintään kahteen  
15 laatuluokan sisäiseen aliryhmään,
- samaa laatuluokkaan kuuluvat paketit muodostavat vuon (flow), jossa  
pakettien siirtojärjestys säilytetään riippumatta paketteihin liittyvästä  
aliryhmän määrittävästä tunnistetiedosta,
- järjestelmästä uloslähtevän linkin tai linkkien käytettävissä olevaa  
20 kapasiteettia vuorotetaan palvelunlaatuluokakohtaisille FIFO jonoille  
painokerroinperusteisella vuorotusmenetelmällä, prioriteettiperusteisella  
vuorotusmenetelmällä tai näiden yhdistelmällä

tunnettu siitä, että pakettikohtainen prioriteettiarvo prioriteettiperusteisessa  
25 vuorotuksessa ja/tai painokerroin painokerroinperusteisessa vuorotuksessa määräytyy  
muuttujien  $q$  ja  $p$  yhteisvaikutuksesta, missä muuttuja  $q$  määräytyy  
palvelunlaatuluokasta (CoS), jota edustavaan liikenteeseen kyseinen paketti kuuluu,  
ja muuttuja  $p$  aliryhmästä (esimerkiksi etuoikeustieto engl. drop preference), johon  
kyseinen paketti kuuluu ja/tai siitä, miten kyseistä pakettia aikaisemmin tai  
30 myöhemmin vuorottimeen saapuneet saman laatuluokan paketit ovat jakautuneet eri  
aliryhmien kesken.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä on *tunnettu siitä*, että se, mihin aliryhmään paketti kuuluu ja/tai se, miten kyseistä pakettia aikaisemmin tai myöhemmin vuorottimeen saapuneet saman laatuluokan paketit ovat jakautuneet eri aliryhmien kesken, määrää, tehdäänkö kyseistä pakettia koskeva vuorotuspäätös painokerroin- vai prioriteettiperusteisella vuorotusmenetelmällä.
3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä on *tunnettu siitä*, että painokerroinperusteisena vuorotusmenetelmänä käytetään SFQ menetelmää (Start-time Fair Queuing [1]).
4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä on *tunnettu siitä*, että painokerroinperusteisena vuorotusmenetelmänä käytetään WFQ menetelmää (Weighted Fair Queuing [1]).
5. Laitteisto siirtolinkkikapasiteetin vuorottamiseksi pakettikytkentäisten tietoliikennevoiden kesken, jossa laitteisto käsittää
- välineet digitaalista tietoa kantavien vakio- tai vaihtuvanmittaisten pakettien vastaanottamiseksi,
  - välineet paketteihin liittyvän tunnistetiedon lukemiseksi, jonka perusteella paketit voidaan jakaa vähintään kahteen eri palvelunlaatuluokkaan,
  - välineet pakettien jakamiseksi vähintään kahteen eri palvelunlaatuluokkaan,
  - FIFO jonon kutakin palvelunlaatuluokkaa kohden,
  - välineet paketin ohjaamiseksi palvelunlaatuluokkatiedon perusteella kyseistä palvelunlaatuluokkaa vastaavaan FIFO jonoon,
  - välineet pakettiin liittyvän tunnistetiedon lukemiseksi, jonka perusteella voidaan selvittää palvelunlaatuluokan sisäinen aliryhmä, johon kyseinen paketti kuuluu.
  - vuorotin järjestelmästä uloslähtevän linkin tai linkkien käytettävissä olevan kapasiteettin vuorottamiseksi palvelunlaatuluokakohtaisille FIFO jonoille painokerroinperusteisella vuorotusmenetelmällä, prioriteettiperusteisella vuorotusmenetelmällä tai näiden yhdistelmällä,

- välineet pakettien lähettämiseksi uloslähtevälle linkille tai linkeille vuorottimen määräämässä lähetysjärjestyksessä,

t u n n e t t u siitä, että laitteisto käsittää välineet, joiden avulla pakettikohtainen  
5 prioriteetti-arvo prioriteettiperusteisessa vuorotuksessa ja/tai painokerroin  
painokerroinperusteisessa vuorotuksessa voidaan määrittää perustuen muuttujien  $q$  ja  
 $p$  yhteisvaikutukseen, missä muuttuja  $q$  määräytyy palvelunlaatuokasta (CoS), jota  
edustavaan liikenteeseen kyseinen paketti kuuluu, ja muuttuja  $p$  aliryhmästä  
(esimerkiksi etuoikeustieto engl. drop preference), johon kyseinen paketti kuuluu  
10 ja/tai siitä, miten kyseistä pakettia aikaisemmin tai myöhemmin vuorottimeen  
saapuneet saman laatuokan paketit ovat jakautuneet eri aliryhmien kesken.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laitteisto on *tunnettu siitä*, että laitteisto  
käsittää välineet, joiden avulla voidaan määrätä, tehdäänkö pakettia koskeva  
15 vuorotuspäätös painokerroin- vai prioriteettiperusteisella vuorotusmenetelmällä, sen  
perusteella, mihin aliryhmään kyseinen paketti kuuluu ja/tai miten kyseistä pakettia  
aikaisemmin tai myöhemmin vuorottimeen saapuneet saman laatuokan paketit ovat  
jakautuneet eri aliryhmien kesken.

20 7. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laitteisto on *tunnettu siitä*, että laitteisto  
käsittää välineet painokerroinperusteisen vuorotuksen suorittamiseksi SFQ  
menetelmällä (Start-time Fair Queuing [1]).

8. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laitteisto on *tunnettu siitä*, että laitteisto  
25 käsittää välineet painokerroinperusteisen vuorotuksen suorittamiseksi WFQ  
menetelmällä (Weighted Fair Queuing [1]).

## Patentkrav:

1. Förfarande för tidsallokering av transmissionslänkkapacitet mellan paketkopplade datakommunikationsflöden, vid vilket förfarande
  - 5 - digitalinformation överförs i form av paket med fast eller variabel längd,  
- paketen är försedda med identifikationsinformation, på basis av vilken paketen indelas i åtminstone två olika tjänstekvalitetsklasser,  
- på basis av tjänstekvalitetsklassinformationen styrs varje paket till en av parallella FIFO-köer, av vilka en kö existerar för varje tjänstekvalitetsklass,  
10 - för åtminstone en tjänstekvalitetsklass gäller att de paket som tillhör denna klass är försedda med identifikationsinformation, med vars hjälp paketen indelas i åtminstone två undergrupper i kvalitetsklassen,  
- de paket som tillhör samma kvalitetsklass bildar ett flöde (flow), där paketens transmissionsordning bibehålls oberoende av den identifikationsinformation för paketen som bestämmer undergruppen,  
15 - kapaciteten tillgänglig för en eller flera från systemet utgående linkar tidsallokeras till de tjänstekvalitetsklassspecifika FIFO-köerna medelst ett vägningstalbaserat tidsallokeringsförfarande, ett prioritetsbaserat tidsallokeringsförfarande eller en kombination av dessa.
  - 20 k ä n n e t e c k n a t av att ett paketspecifikt prioritetsvärde i den prioritetsbaserade tidsallokeringen och/eller ett vägningstal i den vägningstalbaserade tidsallokeringen bestäms på basis av en samverkan av variablerna q och p, där variabeln q bestäms av en tjänstekvalitetsklass (CoS), som representeras av den kommunikation som ifrågavarande paket tillhör, och variabeln p av den undergrupp (t.ex. prioritetsdata,  
25 engl. drop preference) som ifrågavarande paket tillhör och/eller av att på vilket sätt de till samma kvalitetsklass hörande paketen, som tidigare eller senare än det ifrågavarande paketet anlönt till en tidsallokerare, är fördelade mellan de olika undergrupperna.

2. Förfarande enligt patentkrav 1, *kännetecknat av* att den undergrupp som paketet tillhör och/eller på vilket sätt de till samma kvalitetsklass hörande paketen, som tidigare eller senare än det ifrågavarande paketet anlant till tidsallokeraren, är fördelade mellan de olika undergrupperna bestämmer, huruvida ett tidsallokeringsbeslut an-  
5 gående det ifrågavarande paketet fattas medelst ett vägningstal- eller prioritetsbaserat tidsallokeringsförfarande.

3. Förfarande enligt patentkrav 1, *kännetecknat av* att som vägningstalbaserat tidsallokeringsförfarande används ett SFQ-förfarande (Start-time Fair Queuing [1]).

4. Förfarande enligt patentkrav 1, *kännetecknat av* att som vägningstalbaserat  
10 tidsallokeringsförfarande används ett WFQ-förfarande (Weighted Fair Queuing [1]).

5. Anordning för tidsallokering av transmissionslänkkapacitet mellan paket-  
kopplade datakommunikationsflöden, vilken anordning omfattar

- organ för mottagning av med digitalinformation försedda paket med fast eller variabel längd,

15 - organ för läsning av till paketen hörande identifikationsinformation, på basis av vilken paketen kan indelas i åtminstone två olika tjänstekvalitetsklasser,

- organ för att indela paketen i åtminstone två olika tjänstekvalitetsklasser,

- en FIFO-kö för varje tjänstekvalitetsklass,

20 - organ för att styra paketet till en FIFO-kö, som motsvarar ifrågavarande tjänstekvalitetsklass, på basis av tjänstekvalitetsinformationen,

- organ för att läsa till paketet hörande identifikationsinformation, på basis av vilken den inre undergrupp i tjänstekvalitetsklassen kan fastställas till vilken ifrågavarande paket hör.

25 - en tidsallokerare för att tidsallokera kapaciteten tillgänglig för en eller flera från systemet utgående linkar till de tjänstekvalitetsklassspecifika FIFO-köerna medelst ett vägningstalbaserat tidsallokeringsförfarande, ett prioritetsbaserat tidsallokeringsförfarande eller en kombination av dessa.

- organ för att sända paketen till en eller flera utgående linkar i en av tidsallokeraren bestämd sändningsordning,



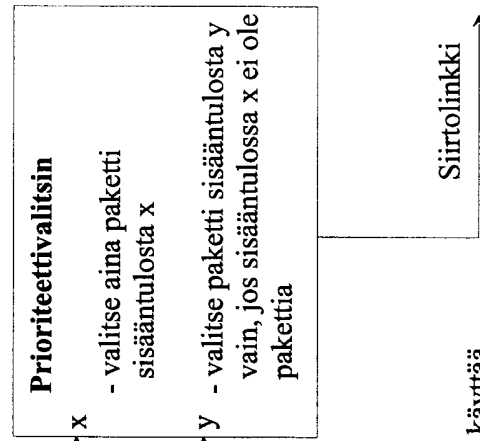
k ä n n e t e c k n a t av att anordningen omfattar organ, med vilkas hjälp ett paketspecifikt prioritetsvärde i den prioritetsbaserade tidsallokeringen och/eller ett vägningstal i den vägningstalbaserade tidsallokeringen kan bestämmas på basis av en samverkan av variablerna  $q$  och  $p$ , där variabeln  $q$  bestäms av en tjänstekvalitetsklass (CoS), som representeras av den kommunikation som ifrågavarande paket tillhör, och variabeln  $p$  av den undergrupp (t.ex. prioritetsdata, engl. drop preference) som det ifrågavarande paketet tillhör och/eller av att på vilket sätt de till samma kvalitetsklass hörande paketen, som tidigare eller senare än det ifrågavarande paketet anlänt till tidsallokeraren, är fördelade mellan de olika undergrupperna.

10 6. Anordning enligt patentkrav 5, *kännetecknad* av att anordningen omfattar organ, med vars hjälp kan bestämmas, huruvida ett tidsallokeringsbeslut angående paketet fattas medelst ett vägningstal- eller prioritetsbaserat tidsallokeringsförfarande, utgående ifrån den undergrupp som ifrågavarande paket tillhör och/eller på vilket sätt de till samma kvalitetsklass hörande paketen, som tidigare eller senare än det ifråga-  
15 varande paketet anlänt till tidsallokeraren, är fördelade mellan de olika undergrupperna.

7. Anordning enligt patentkrav 5, *kännetecknad* av att anordningen omfattar organ för att utföra en vägningstalbaserad tidsallokering medelst ett SFQ-förfarande (Start-time Fair Queuing [1]).

20 8. Anordning enligt patentkrav 5, *kännetecknad* av att anordningen omfattar organ för att utföra en vägningstalbaserad tidsallokering medelst ett WFQ-förfarande (Weighted Fair Queuing [1]).

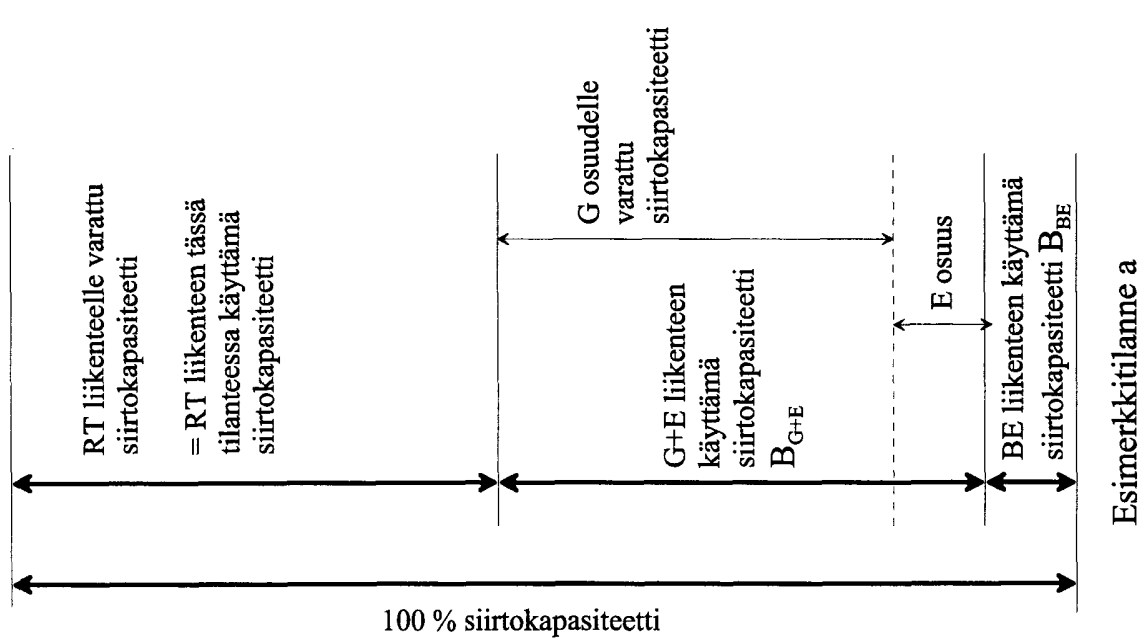
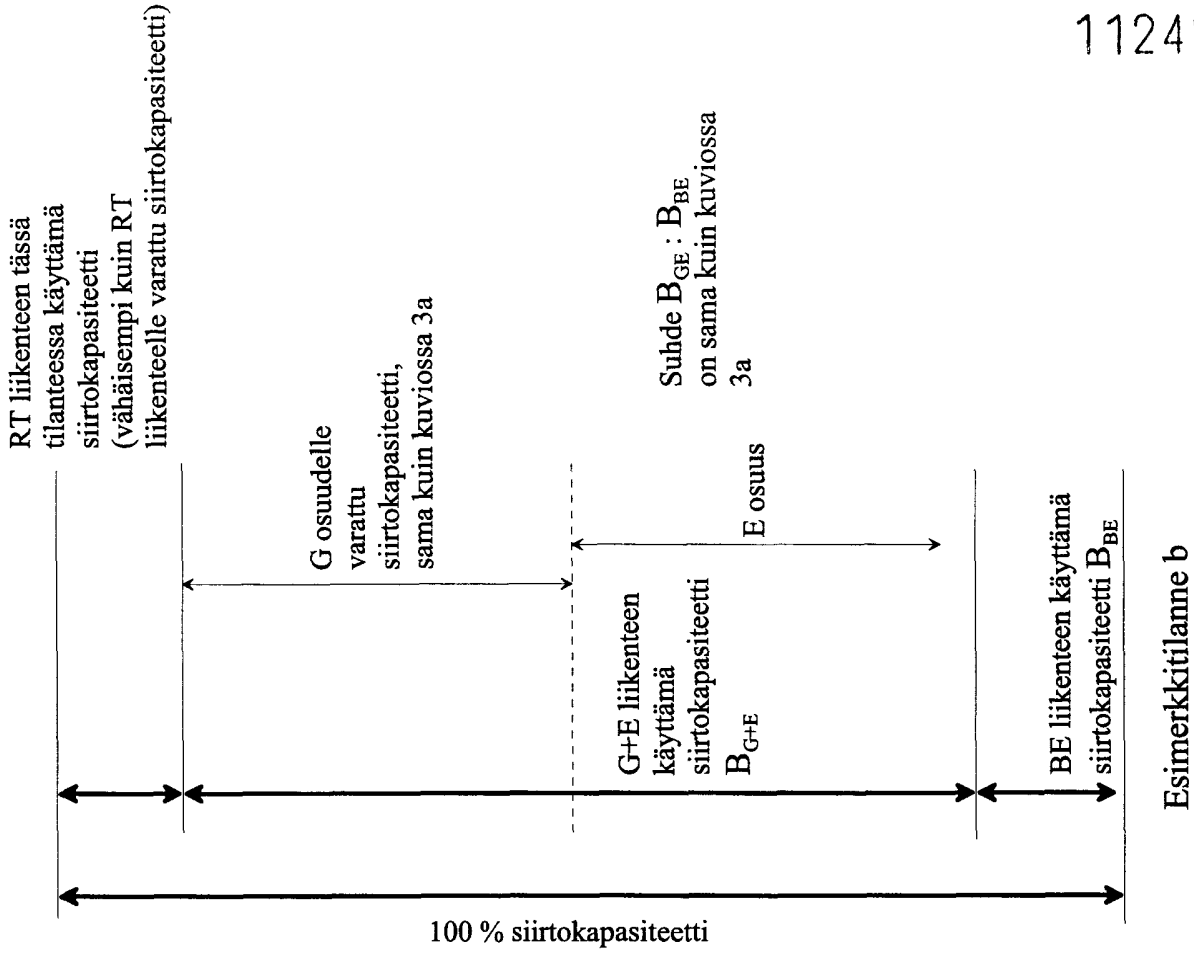




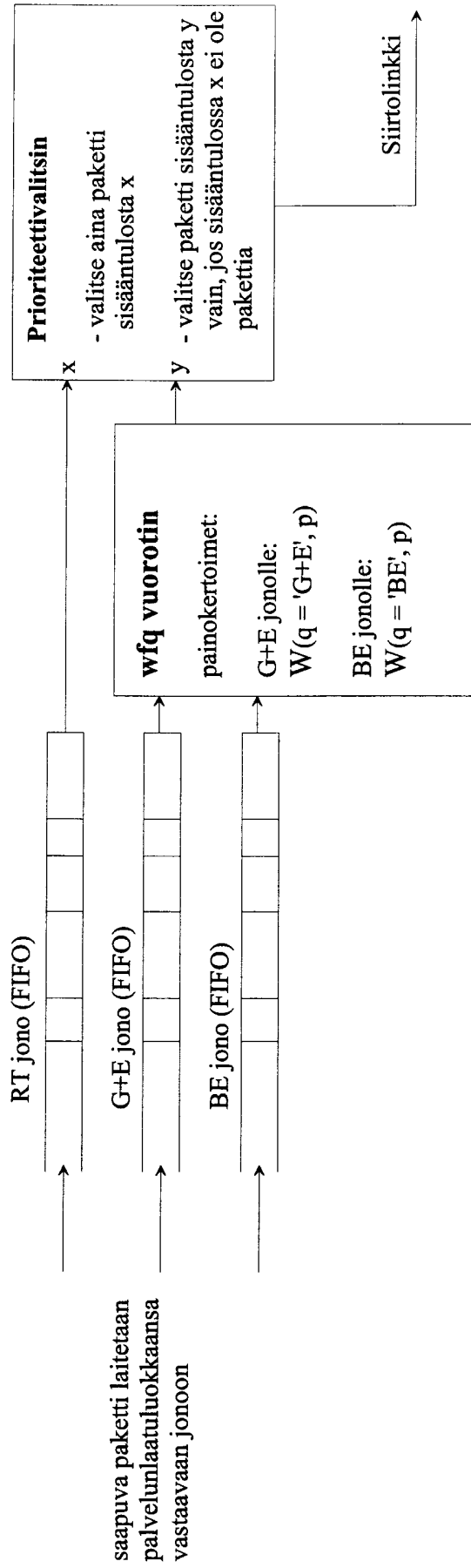
saapuva paketti laitetaan palvelunlaatu luokkaan vastaavaan jonoon

Wfq algoritminä voidaan käyttää esimerkiksi lähteessä [1] esitettyä SFQ menetelmää (Start-time Fair Queuing).

Kuvio 2



Kuvio 3



Wfq algoritminä voidaan käyttää esimerkiksi lähteessä [1] esitettyä SFQ menetelmää (Start-time Fair Queuing). Painokerroin määräytyy muuttujien  $q$  ja  $p$  perusteella, missä  $q$  riippuu palvelunlaatuokasta (G+E tai BE) ja  $p$  puolestaan pakettien jakautumisesta eri aliryhmiin.

Kuvio 4