



**S-38.201 ATM JA MULTIMEDIA
SEMINAARI, SYKSY -96**

Palvelun taso ja laatu ATM:ssä

Marko Luoma

S 39279H

Teknillinen korkeakoulu, Teletekniikan laboratorio

Otakaari 5A, 02150 Espoo

Marko.Luoma@hut.fi

TIIVISTELMÄ	3
1. JOHDANTO	3
2. MÄÄRITELMIÄ KIRJALLISUUDESTA	3
2.1 PALVELUN LAATU	3
2.1.1 PALVELUN LAADUN MÄÄRITELMÄ	3
2.1.2 PALVELUN LAADUN TARKOITUS	4
2.2 PALVELUN TASO	4
2.3 SUORITUSKYKY	5
2.3.1 SUORITUSKYVYN MÄÄRITELMÄ	5
2.3.2 SUORITUSKYVYN TARKOITUS	5
3. MARKON MALLI	5
3.1 PALVELUN TASO	7
3.2 PALVELUN LAATU	7
3.3 SUORITUSKYKY	8
4. LAATUPARAMETRIT MARKON MALLISSA	8
4.1 FYYSINENKERROS	8
4.2 ATM-KERROS	9
4.3 KEHYSTASO	10
4.4 SOVELLUSKERROS	10
5. SUORITUSKYKYPARAMETRIT MARKON MALLISSA	11
5.1.1 FYYSINEN KERROS	11
5.1.2 ATM-KERROS	11
5.1.3 KEHYSTASO	11
5.2 SOVELLUSKERROS	12
6. YHTEENVETO	12
LÄHTEET	12

TIIVISTELMÄ

Palvelun laatu ja taso ovat parametrijoukkoja, jotka pyrkivät kuvaamaan istunnon/puhelun eri vaiheita sekä antamaan jonkinlaisen kuvan siitä miten onnistunut istunto/puhelu on/oli. Palvelun käyttäjä havaitsee usein vain yhteyden muodostuksen ja purkamisen aikaiset virhetilat ja sen takia niiden vaikutus subjektiiviseen laatukokemukseen onkin suuri. Varsinaisen informaation siirron aikana voi esiintyä virheitä mutta niiden vaikutus koettuun palvelun tasoon on huomattavasti pienempi, koska siirrettävä informaatio on hetkellistä eikä sillä useinkaan ole pitempiaikaista vaikutusta palvelun kokonaislaatuun.

1. JOHDANTO

Verkon tarjoamia palveluita käytetään päätelaitteilla, joiden toiminta riippuu palvelusta, jota käytetään. Erilaiset palvelut vaativat erilaisen protokollan ja sitä kautta erilaisen verkkopalvelun laadun.

Palvelun laatu ja taso ovat parametrijoukkoja, jotka pyrkivät kuvaamaan istunnon/puhelun eri vaiheita sekä antamaan jonkinlaisen kuvan siitä miten onnistunut istunto/puhelu on/oli. Palvelun tason on tarkoitus antaa palvelun käyttäjälle kuva siitä kuinka todennäköistä on, että hän saa haluamansa palvelun verkolta. Palvelun laatu taas kuvaa, minkä tasoista palvelua verkko tarjoaa palvelun käyttäjälle.

2. MÄÄRITELMIÄ KIRJALLISUUDESTA

2.1 Palvelun laatu

2.1.1 Palvelun laadun määritelmä

Palvelun laatu eli QoS (*Quality of Service*) on määritelty ITU-T:ssä eri dokumenteissa seuraavasti:

- **Suosituksessa E.800** ‘Terms and definition related to quality of service and network performance including dependability (8/94)’ [1] seuraavasti:

“Collective effect of service performances which determine the degree of satisfaction of a user of the service”.

- **Suosituksessa I.350** ‘General aspects of quality of service and network performance in digital networks, including ISDNs (3/93)’ [2] seuraavasti:

“The aspects of Quality of Service that are covered are restricted to the identification of parameters that can be directly observed and measured at the point at which the service is accessed by the user.”

Suosituksen E.800 näkökanta palvelun laatuun on siis huomattavasti laajempi kuin suosituksen I.350 ottaen huomioon myös käyttäjän subjektiiviseen kokemuksen.

2.1.2 Palvelun laadun tarkoitus

Palvelun käyttäjä ei tyypillisesti ole kiinnostunut siitä miten yksittäinen palvelu on toteutettu verkossa eikä siitä mitä kyseisen palvelun käyttäminen vaatii verkolta. Palvelun käyttäjän keskeinen kiinnostusalue on vertailla palveluja yleisten käyttäjäkeskeisten arvojen avulla. Sen takia palvelun laatuparametrien tulisi:

- Keskittyä palvelun käyttäjän kokemiin vasteisiin
- Olla riippumattomia verkon sisäisestä rakenteesta
- Huomioida kaikki käyttäjän havaitsemat objektiiviset tekijät, jotka voidaan yleisesti ja yhtäläisesti mitata palvelun käyttöpisteestä.
- Olla taattavissa palvelun käyttäjälle koko palvelun käytön ajan.
- Olla kuvattavissa siten, että sekä palvelun käyttäjä ja tarjoaja ymmärtävät niiden merkityksen.

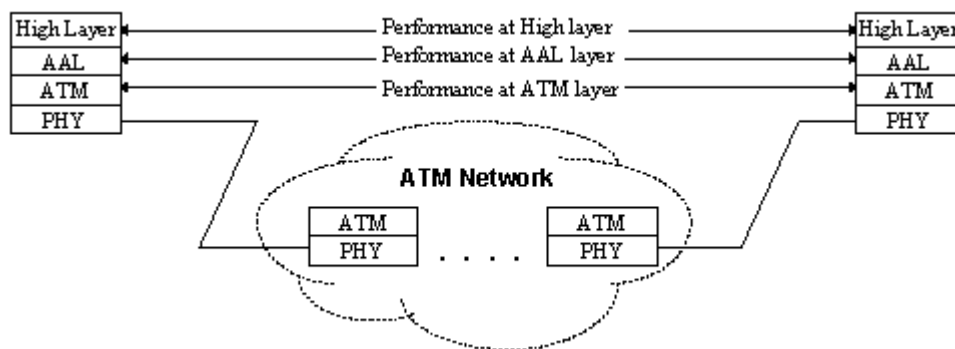
2.2 Palvelun taso

Palvelun taso eli GoS (*Grade of Service*) on suosituksen E.800 määritelmä palvelun laadulle. Palvelun taso kuvaa palvelun käyttäjän saamaa vaikutelmaa palvelun käytöstä. Tämä vaikutelma muodostuu niin verkon tarjoamasta siirtotiestä, päätelaitteesta kuin itse tarjotusta palvelusta. Palvelun tasoon vaikuttavia tekijöitä ovat verkon esto [3], päätelaitteen ergonomia ja palvelun toiminnallinen mielekkyys.

2.3 Suorituskyky

2.3.1 Suorituskyvyn määritelmä

Verkon suorituskyvyllä tarkoitetaan erilaisten verkon tarjoamien palveluiden suorituskykyä. Suorituskyky jakautuu protokollakerroksittain erilaisiin suorituskyky parametreihin.



Kuva 2-1: Verkon suorituskyky [4]

2.3.2 Suorituskyvyn tarkoitus

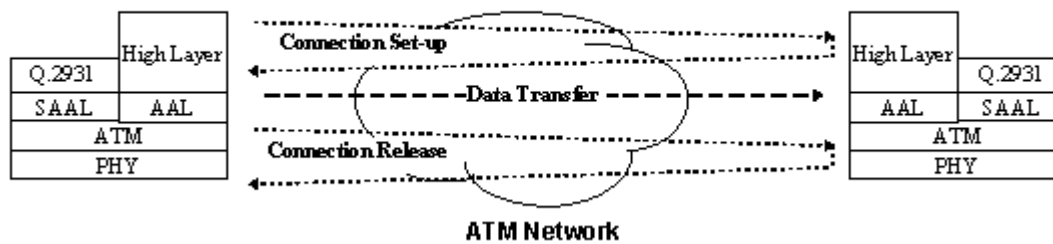
Palvelun tarjoajan näkökulmasta tärkeintä on verkon tehokas ja taloudellinen toiminta. Sen takia verkon suorituskyky on parhaiten kuvattavissa parametreilla, jotka kuvaavat verkon toimintaa. Näitä parametreja käytetään

- Järjestelmä kehitykseen
- Verkkosuunnitteluun
- Verkon ylläpitoon

3. MARKON MALLI

Istunto/puhelu käsittää kolme erillistä vaihetta:

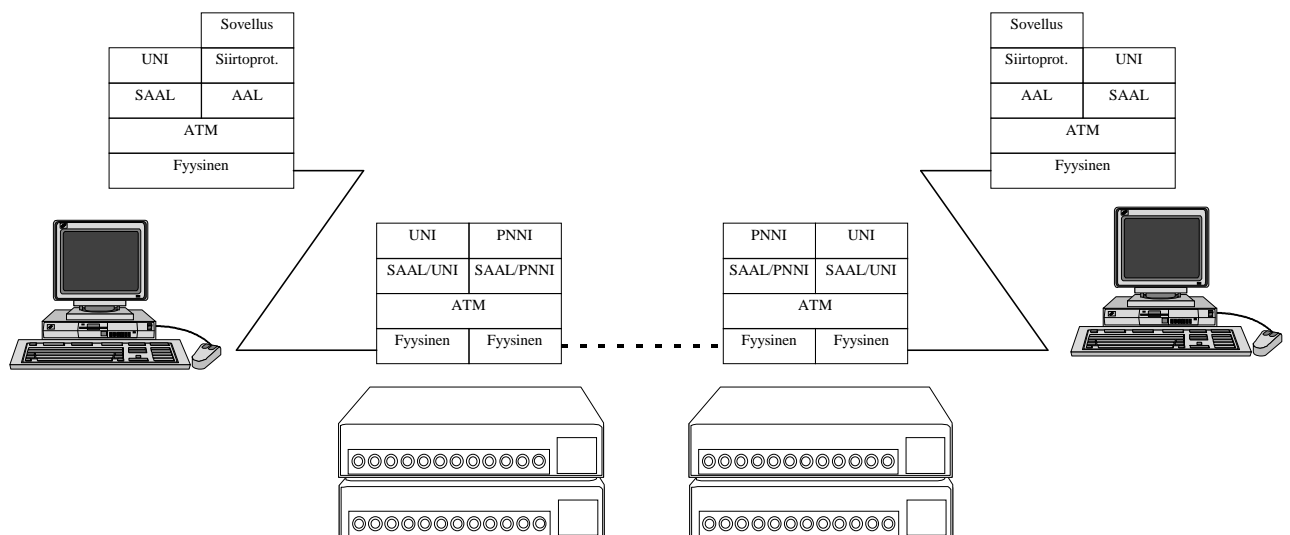
- Yhteyden muodostuksen
- Informaation siirron
- Yhteyden purkamisen



Kuva 3-1: Istunnon eri vaiheet [5]

Palvelun laatu ja taso ovat parametrijoukkoja, jotka pyrkivät kuvaamaan näitä eri vaiheita sekä antamaan jonkinlaisen kuvan siitä miten onnistunut istunto on/oli. Palvelun tason on tarkoitus antaa palvelun käyttäjälle kuva siitä kuinka todennäköistä on, että hän saa haluamansa palvelun verkolta. Palvelun laatu taas kuvaa, minkä tasoista palvelua verkko tarjoaa palvelun käyttäjälle.

Palvelun käyttäjä havaitsee usein vain yhteyden muodostuksen ja purkamisen aikaiset virhetilat ja sen takia niiden vaikutus subjektiiviseen laatukokemukseen onkin suuri. Varsinaisen informaation siirron aikana voi esiintyä virheitä mutta niiden vaikutus koettuun palvelun tasoon on huomattavasti pienempi, koska siirrettävä informaatio on hetkellistä eikä sillä useinkaan ole pitempiaikaista vaikutusta palvelun kokonaislaatuun.



Kuva 3-2: Verkon protokollarakenne

3.1 Palvelun taso

Palvelun taso on käyttäjän kokemaa vaste verkon ja päätelaitteen toiminnasta. Normaali palvelun käyttäjä ei huomaa eroa verkon laatuparametrien muutoksissa mutta mikäli eston määrä verkossa kasvaa huomaa käyttäjä eron välittömästi.

Yhteyden muodostuksen yhteydessä voi verkossa esiintyä estoja, joko verkkoresurssien puutteen tai kytkentäelimen prosessorikapasiteetin ylikuormituksen vuoksi. Toisaalta yhteys voi muodostua verkkoon mutta prosessointivaiheessa on reitin muodostus ollut virheellistä ja yhteys reitittyy väärään pisteeseen. Nämä virhetilat aiheuttavat istunnon päättymisen, mikä palvelun käyttäjälle merkitsee huonoa palvelua.

Yhteyden purkuvaiheessa voi myös esiintyä virhetiloja, johtuen kuormituksesta tai muuten virheellisestä toiminnasta. Kuormituksesta johtuvia häiriöitä ovat ennen aikainen yhteyden purku ja yhteyden purkautumattomuus. Ennen aikainen yhteyden purku saattaa aiheuttaa esimerkiksi hallintajärjestelmän ylikuormituksesta, mikä laukaisee kuorman alennus prosessit. Yhteyden purkautumattomuus taas saattaa olla seurausta hallintaprosessorien kuormituksen lähestymisestä maksimia ja siten vasteaikojen venymisestä liian pitkiksi.

Palvelun tasoa kuvaavia **mitattavia** parametreja ovat siis: esto, vikareititysuhde, ennen aikaisten purkujen suhde ja purkuvirhesuhde.

3.2 Palvelun laatu

Palvelun laatu on protokollakerros riippuvainen kuvaus siitä minkä tasoinen tarjottu tai pyydetty yhteys on. Tämä taso määritellään protokolla riippuvilla parametreilla joita voivat olla esimerkiksi:

- Kehyshukkasuhde, soluhukkasuhde, soluvirhesuhde, bittivirhesuhde
- Kehyksen siirtoviive, solun siirtoviive, solun siirtoviiveen vaihtelu

Koska protokollakerroksia on useita ja niistä monilla on omat vuonhallinta mekanismit on palvelun laadun kuvaaminen varsin hankalaa. Esimerkiksi kehyshukkasuhteella ja soluhukkasuhteella ei ole suoraa relaatiota toisiinsa, koska kehys on fragmentoitunut useaan soluun ja yhdenkin solun puuttuminen aiheuttaa kehysten korruptoitumisen.

3.3 Suorituskyky

Suorituskyky kuvaa verkon protokollariippuvaa tehollista kapasiteettia. Yleensä suorituskykyä tarkastellaan siirtokapasiteetin kautta; siirtokapasiteetti kuormituksen funktiona.

4. LAATUPARAMETRIT MARKON MALLISSA

Verkon tarjoamia palveluita käytetään päätelaitteilla, joiden toiminta riippuu palvelusta, jota käytetään. Erilaiset palvelut vaativat erilaisen protokollan ja sitä kautta erilaisen verkkopalvelun laadun.

Application	Application		
TCP	TCP		
IP	IP	Application	
LANE	Classical IP	MPEG	Application
AAL	AAL	AAL	ATM-API
ATM	ATM	ATM	ATM
Physical	Physical	Physical	Physical

Kuva 4-1: Mahdollisia protokollapinoja

Riippuen näkökulmasta eri protokollakerrosten riippuvuus suhteita voidaan tarkastella, joko alkaen alhaalta verkon tarjoamasta fyysisestä siirtotiestä ja minkäläisen palvelun se lopulta mahdollistaa tai sitten alkaen palvelun vaatimuksista ja päätyen siihen minkäläisen verkon se vaatii.

4.1 Fyysinenkerros

Fyysinen taso ATM:n tapauksessa on pitkälti nähtävissä bittiputkena, jolla on päätepisteet kahden verkkoelementin välillä. Tämä bittiputki välittää ATM-solut erilaisissa siirtokonteissa, joilla on/ei omaa vuon hallintaa. ATM:n kannalta ei ole tärkeää se miten nopea alla oleva siirtoverkko on. Tarkasteltaessa palvelun laatua fyysisellä tasolla tullaan väistämättä tilanteeseen, jossa tarkasteltavia parametreja on hyvin monia: bittivirhesuhde, siirtoviive, jitter, nousuaika, taajuuskaista ja spektri jne.

ATM:n kannalta ainut tärkeä laatu parametri on bittivirhesuhde (BER). ATM on suunniteltu toimimaan uusissa suhteellisen hyvälaatuisissa medioissa, joiden bittivirheet ovat tyypillisesti hyvin harvinaisia. Bittivirheet, silloin kun niitä esiintyy, ovat usein purskeisia (poisson jakautuneita), eli jokin ulkoinen tekijä aiheuttaa

yhteydelle hetkellisen häiriötilan. Näitä ulkoisia tekijöitä ovat esimerkiksi salamaniskun aiheuttama sähkö- ja magneettikenttä.

4.2 ATM-kerros

ATM-kerroksen laatu ja suorituskykyparametrit ovat osittain neuvoteltavia, eli riippuvat kytkentälaitteiden konfiguraatiosta sekä osittain riippuvaisia verkon rakenteesta ja laitteiden ominaisarvoista.

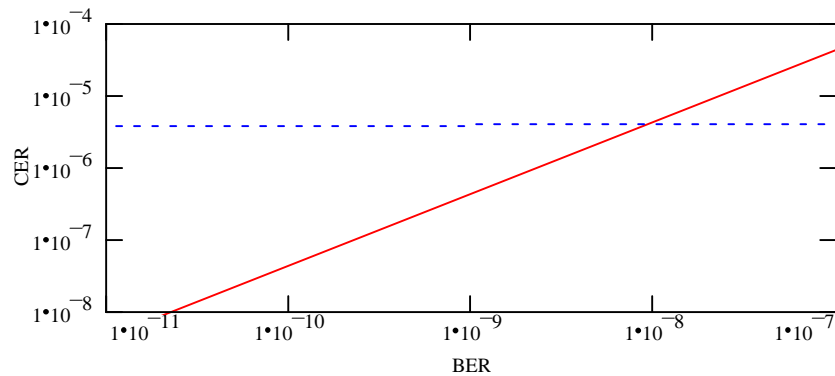
Taulukko 4-1: ATM-kerroksen palvelun laatuparametrit [6, 7]

Neuvoteltavia parametreja	
Maksimi soluviiveen vaihtelu	CVD
Keskimääräinen solun siirtoviive	CTD
Soluhukkasuhde	CLR
Ei neuvoteltavia parametreja	
Soluvirhesuhde	CER
Solulohkovirhesuhde	SECBR
Solujen virhelisäysnopeus	CMR

Taulukon parametreista CDV (*Cell Delay Variation*) ja CLR (*Cell Loss Ratio*) ovat suoraan sidoksissa tilastolliseen kanavointiin. Tilastollinen kanavointi aikaansaa kytkentälaitteiden puskureiden tilan jatkuvaa muuttumista, mikä vaikuttaa suoraan yhteyden kokemaan siirtoviiveeseen. Toisaalta tilastollinen kanavointi mahdollistaa myös hetkelliset ylikuormitustilat, joissa soluja joudutaan karsimaan puskurien vuotaessa yli.

Ei neuvoteltavat parametrit CER (*Cell Error Ratio*), SECBR (*Severely Errored Cell Block Ratio*) ja CMR (*Cell Missinsertion Rate*) ovat luonteeltaan 'yhteysvakioita' eli riippuvat verkon rakenteesta ja laitteiden laadusta. Soluvirhesuhde määritellään virheellisten solujen suhteena kaikkiin soluihin, solulohkovirhesuhde virheellisten lohkojen suhteena kaikkiin solulohkoihin, solujen virhelisäysnopeus virheellisesti lisättyjen solujen lukumäärä suhteessa mittausvälin pituuteen. Solulohko on käsite, jota ei ole vielä sidottu mihinkään tiettyyn soluryhmän kokoon. Käytännössä tämä kuitenkin tullaan valitsemaan kahden peräkkäisen OAM-solun väliseksi ajaksi.

$$\text{CER}(\text{BER}) := \frac{149760}{155520} \left[1 - (1 - \text{BER})^{423} \cdot (1 - 32 \cdot (\text{BER})) \right]$$



Kuva 4-2: Soluvirhesuhde bittivirhesuhteen funktiona

4.3 Kehystaso

Kehystasolla tarkoitetaan sekä AAL että ylempiä protokollakerroksia; aina siinä laajuudessa kuin ne kommunikoivat kehyspohjaisesti (esim. IP). Kehystason laatuksymykset ovat huomattavasti monimutkaisempia kuin ATM-kerroksen. Kehystasolla vaikuttavat suoraan ATM-kerroksen laatuvaihtelut sekä kehyksille ominaiset parametrit.

Kehyksen siirtoviive määritetään ns. MIMO-periaatteella (*Message In - Message Out*). MIMO-periaate ottaa huomioon erilaiset toteutusvaihtoehdot puskuroinnille ja kytkennälle.

$$\text{FTD} = T_{\text{Last cell entry event}} - T_{\text{Last cell exit event}} = T_{\text{Last cell received}} - T_{\text{Last cell transmitted}} \quad (1)$$

Kehyksen siirtoviive on aina vähintään yhtä suuri kuin solun siirtoviive.

Kehyshukkasuhde kuvaa sitä osaa liikennettä, joka menetetään koska yksi tai useampi solu kehyksestä on korruptoitunut matkalla verkon läpi.

4.4 Sovelluskerros

Sovelluskerroksella on myös omat laatuparametrit. Nämä laatuparametrit ovat riippuvaisia sovelluksesta ja siten niitä on mahdotonta ryhmittää yhteen muotoon. Yleensä sovellustason parametrit kuitenkin kuvaavat informaation virheellisyyttä tai informaation siirrossa esiintyviä viiveitä: esimerkiksi lähetettyjen ja vastaanotettujen PDU (*Protocol Data Unit*) ja SDU (*Service Data Unit*) lohkojen lukumääränä tietyssä

aikayksikössä sekä niiden virheellisyyttä. Nämä ovat monelle sovellukselle oleellisia tietoja sillä monet sovellukset ovat riippuvaisia kehystason virheenkorjauksesta sekä vuonhallinnasta. Mikäli vuonhallinta tai virheenkorjaus pettää saattaa seuraksena olla koko istunnon hyödyn menetys.

5. SUORITUSKYKYPARAMETRIT MARKON MALLISSA

5.1.1 Fyysinen kerros

Fyysisen kerroksen suorituskykyparametreja ovat siirtokapasiteetti, siirtoviive ja siirtovirhesuhde kuormituksen funktiona. Nämä kuvaavat siirtojärjestelmän (verkon) kapasiteettia erilaisissa kuormitustiloissa. Näillä arvoilla ei ole merkitystä palvelun käyttäjälle mutta palvelun tarjoaja voi näiden arvojen perusteella päätellä siirtojärjestelmän tilaa ja kuntoa.

5.1.2 ATM-kerros

ATM-kerroksen suorituskykyparametreja ovat siirtokapasiteetti (solua/s), siirtoviive, siirtoviiveen vaihtelu sekä soluhukkasuhde kuormituksen funktiona. Nämä parametrit kuvaavat ATM-kerroksella saatavaa maksimi hyötyä verkosta.

5.1.3 Kehystaso

Verkon läpäisy (*Troughput*) kehystasolla eroaa usein varsin paljon solutason läpäisystä. Tämä johtuu siitä, että verkossa poistetut yksittäiset solut korruptoivat usein koko ylemmän tason kehyksen. ATM-verkko ei kuitenkaan poista koko kehystä vaan turmeltuneen kehyksen jäljellejääneet osat siirretään yhä normaalisti verkon läpi. Vasta päätelaite poistaa AAL-kerroksella korruptoituneen kehyksen.

Läpäisy muodostaa lähtöjohdon kuormituksen funktiona käyrän, jolla on kolme mielenkiintoista pistettä:

- Häviötön läpäisy; maksimi siirtonopeus läpi verkon ilman, että yksikään kehys katoaa.
- Maksimi läpäisy; läpäisy riippumatta kehushukasta matkalla.
- Täyden kuorman läpäisy; läpäisy, kun lähtöjohto on kuorimitettu 100%.

5.2 Sovelluskerros

Sovelluskerroksen suorituskyky on yhtä mahdotonta kuvata kuin on sovelluskerroksen laatua. Suorituskykyä voitaisiin kuvata esimerkiksi lähetettyjen ja vastaanotettujen PDU (*Protocol Data Unit*) ja SDU (*Service Data Unit*) lohkojen lukumääränä tietyssä aikayksikössä sekä niiden virheellisyyttä erilaisilla taustakuormilla.

6. YHTEENVETO

Palvelun laatu ja taso sekä suorituskyky ovat keskeisiä parametreja määritettäessä tarvetta verkon laajentamiselle sekä uusien palveluiden tarjonnan vaatimuksille. Olemassa olevat kuvaukset eri parametreille ovat keskittyneet liikaa, jonkun yksittäisen verkon tai palvelun tarpeisiin. ATM-verkolle, jossa välitetään erilaisia palveluita, ei ole olemassa kattavaa kuvausta palvelun laadulle ja tasolle - sen takia tässä esityksessä onkin lähdetty määrittelemään mallia, joka tulee korvaamaan vanhat verkkosidonnaiset mallit. Mallin rakenne perustuu yleiseen kerrosprotokolla ajatteluun ja antaaakin siten paljon liikkumatilaa lopullisille parametreille. Esitetyt parametrit ovat raakaversioita lopullisista parametreista.

LÄHTEET

- /1/ ITU-T Rec. E.800 Terms and definition related to quality of service and network performance including dependability. International Telecommunication Union. 1994. 53 s.
- /2/ ITU-T Rec. I.350 General aspects of quality of service and network performance in digital networks, including ISDNs. International Telecommunication Union. 1993. 13 s.
- /3/ Ritter M. & Gia P. T. (toim.) COST 242 Multi-Rate Models for Dimensioning and Performance Evaluation of ATM Networks. Interim Report. Würzburg 1994, COST 125 s.
- /4/ S. Kang, A Proposal of a Baseline for Performance Testing Specification, AF-Test 96-917, June 1996.
- /5/ ATMF, ATM Forum Performance Testing Specification, June 1996.
- /6/ ITU-T Rec. I.356 B-ISDN ATM layer cell transfer performance. International Telecommunication Union. 1993. 19 s.
- /7/ AF95-0013R10. Traffic Management Specification Version 4.0. ATM FORUM. 1995. 116 s.

TABLE B.4/I.350

Qualitative relationship between generic performance parameters and candidate B-ISDN NP parameters

Generic parameters		B-ISDN NP parameters													Derived performance parameters			
		Primary performance parameters													Derived performance parameters			
		Connection set-up delay	Misrouted connection ratio	Connection set-up denial ratio	Cell transfer delay	Cell delay variation	Cell transfer capacity	Cell error ratio	Severely errored cell block ratio	Cell loss ratio	Cell mis-insertion rate	Disconnect delay	Premature release ratio	Incorrect release ratio	Release failure ratio	Service availability	Mean time between unavail-able states	
Primary	Access speed	X																
	Access accuracy		X															
	Access dependability			X														
	Information transfer speed				X	X												
	Information transfer accuracy						X	X			X							
	Information transfer dependability									X								
	Disengagement speed												X					
	Disengagement accuracy													X				
	Disengagement dependability															X		
	Availability																X	X