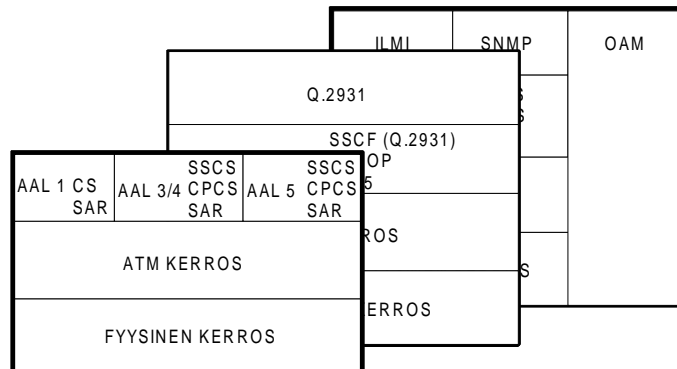


1 ATM-PROTOKOLLAN VIITEMALLI

Tämä liite on johdanto ATM-protokollaviitemalliin ja sen kerrosrakenteeseen. Tämä liite liittyy keskeisesti lukuihin yksi ja kaksi, mutta on hyödyllistä tukitietoa kaikille, jotka ovat epävarmoja omasta ATM-protokollarakenteen tietämyksestään.

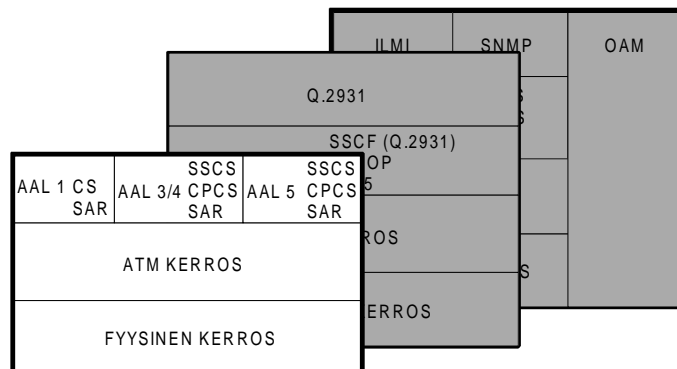
1.1 ATM-PROTOKOLLAVIITEMALLI PÄÄTELAITTEESSA

Päätelaitteen protokollaviitemallissa esiintyvät melkein kaikki ATM:n osakerrokset.



Kuva 1-1 ATM-protokollaviitemalli päätelaitteessa

1.1.1 Käyttäjätaso



Kuva 1-2 Päätelaitteen käyttäjätaso

Käyttäjätaso on vastuussa sovelluksien välisen liikenteen välittämisestä.

Sovituskerros [28]

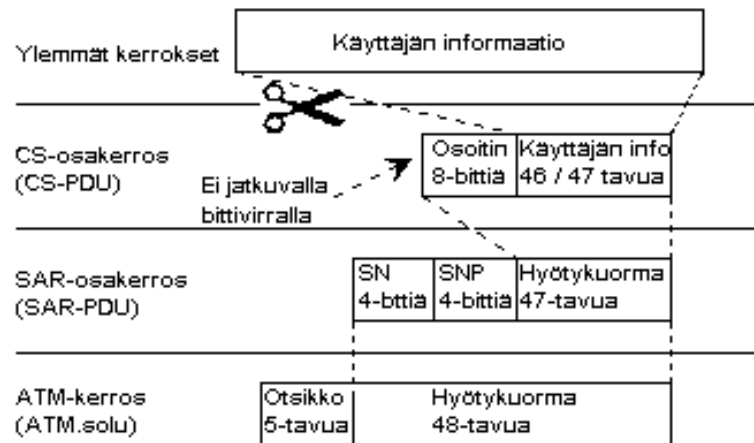
Sovituskerros - AAL (*ATM Adaption Laeyer*) ottaa kantaa siihen, miten informaatio pakataan 48-tavun kenttiin. AAL-kerroksen AAL-tyyppiä on

kehitetty ITU-T:n palveluluokkien (A,B,C,D ja X) pohjalta. Tällä hetkellä valmiita AAL-tyyppejä ovat AAL1, AAL3/4 ja AAL5.

AAL-kerros on jakautunut sisäisesti kahteen osakerrokseen: SAR ja CS. CS (*Convergence Sublayer*) -osakerroksen tehtävä on auttaa SAR-kerrokselle lähetettävän ja sieltä saatavan datavuon hallintaa. SAR (*Segmentation and Reassembly*) -osakerroksen tehtävä on pilkkoa ylemmiltä kerroksilta saatava informaatio solujen informaatiokentän kokoisiin lohkoihin ja toisessa suunnassa koota lohkoista ylemmän kerroksen informaatiokehyksiä.

AAL 1

AAL 1-tyyppiä käytetään synkronisten bittivirtojen sovittamiseen. Suurin käyttökohde on PDH-pohjaisten (*Plesiosynchronous Digital Hierarchy*) systeemien ATM-verkkoon sovittaminen. PDH-pohjaiset järjestelmät ovat vielä pitkään merkittävä osa televerkkoa, minkä vuoksi AAL 1:n toimintaan onkin kiinnitetty paljon huomiota. AAL 1 vastaa suunnilleen ITU-T:n palveluluokkaa A ja se tarjoaa rakenteellisen tai rakenteettoman tiedon siirron varsin tarkalla siirtoviiveellä ja siirtoviiveen vaihtelulla. AAL 1 tarkistaa kellotuksen yhteneväisyyden molempien päiden suhteen ja kellotuksen uudelleen muodostaminen vastaanottopäässä on mahdollista SAR-PDU:n 4-ohjausbittiä hyväksikäyttäen. AAL 1 on kykeneväinen käsittelemään pakettiverkolle tyypillisiä viiveitä eli paketoitiviiveitä sekä siirtoviiveiden vaihteluita. Käsittely perustuu virtuaaliseen puskuriin, jota tyhjennetään palvelun vaatimalla nopeudella. Pakettiverkossa esiintyviä pakettien järjestyksen sekoamisia vastaan on SAR-PDU:ssa kolmen bitin laskuri (*SN*), jolloin peräkkäisten pakettien sekoaminen, katoaminen tai virheellinen lisäys havaitaan.

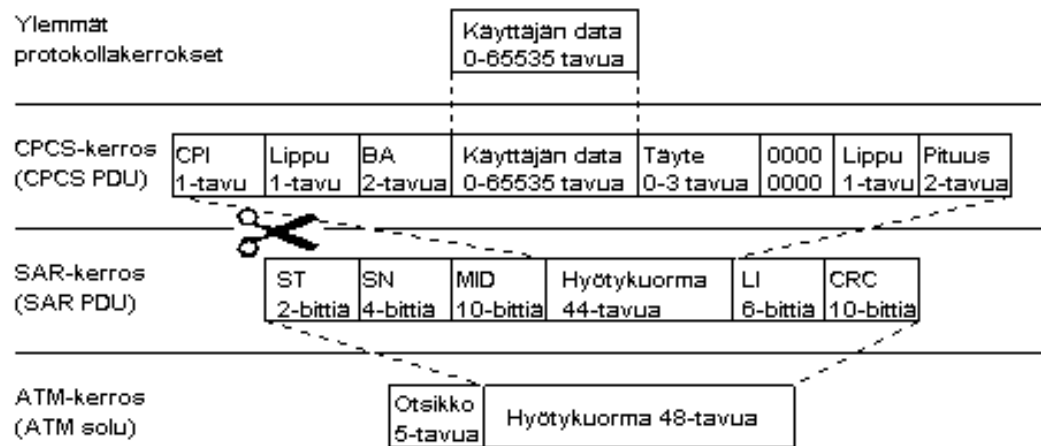


Kuva 1-3 Solun muodostuminen AAL 1:ssä [1]

Osoitin Rakenteellisen datan alkukohdan osoitin info-kentässä
 SN Järjestysnumero SNP SN:n tarkistussumma

AAL 3/4

AAL 3/4 on muodostunut kahdesta eri tyyppistä AAL 3:sta ja AAL 4:stä. AAL 3 oli alunperin suunniteltu yhteydellisille VBR-palveluille ja AAL 4 yhteydettömille VBR-palveluille (ITU-T:n palveluluokat C ja D). AAL 3/4:n CS-osakerros on jaettu vielä kahtia CPCS- (*Common Part Convergence Sublayer*) ja SSCS (*Service Specific Convergence Sublayer*)-osakerroksiin. CPCS on kaikille yhteinen osakerros ja SSCS palveluriippuva osa. AAL 3/4 määrittelee kaksi toimintatapaa: viesti- ja yhteystapa (vrt. TCP ja UDP). Viestitapaa käytetään kehystetyn datan siirtoon ja yhteystapaa vaihtelevanpituisten pakettien välittämiseen. Kumpikin toimintatapa tukee sekä luotettavaa että epäluotettava tiedonsiirtoa. Luotettava tiedonsiirto varmistaa, että kaikki SSCS-tason sanomat tulevat perille virheettöminä ja että niitä ei jää puuttumaan. AAL 3/4 mahdollistaa yksi- ja monipisteyhteydet sekä useiden CPCS-yhteyksien kanavoinnin yhdelle ATM-yhteydelle.



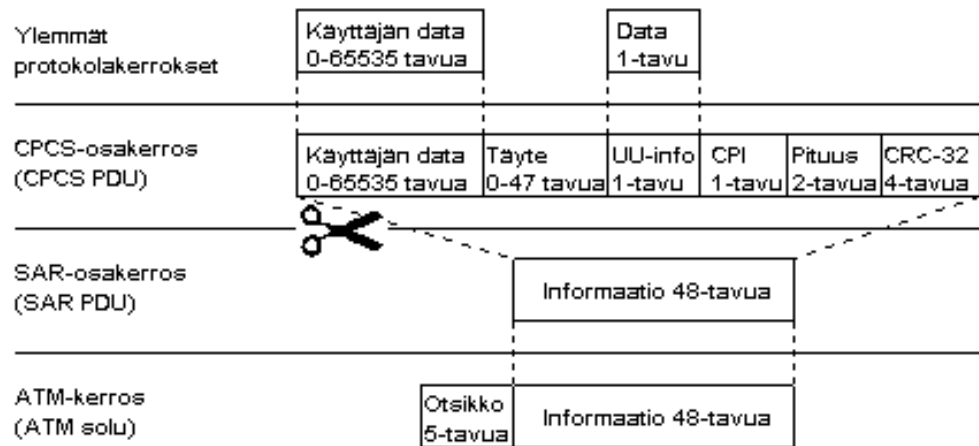
Kuva 1-4 Solun muodostumien AAL 3/4:ssä [1]

CPI..... Kenttien pituustunniste Lippu.. Alkulippu vaihtelevatunniste
 BA Puskurin kokovaatimus Täyte... PDU:n täyttö N*4-tavuikeksi
 Lippu.. Loppulippu =Alkulippu Pituus.. Datakentän pituus tavuina

ST Lohkontyyppi (alku, keski, loppu vai ainoa)
 SN Lohkon järjestysnumero MID..... CPCS:n tunniste, jos useita
 LI..... Hyötykuorman pituus CRC..... Koko PDU:n tarkistussumma

AAL 5

AAL5 on yksinkertaistettu muoto AAL 3/4:stä. AAL 5:ssä on AAL 3/4 kanssa yhteneväisesti viesti- ja yhteystoiminta sekä luotettava ja epäluotettava tiedonsiirto. AAL 3/4:n mukaisesti CS-osakerros on jaettu kahtia mutta AAL-tason kanavointi tapahtuu SSCS-osakerroksella. Data pakataan sekventaalisesti soluihin ja solut taas suoraan sekventaalisesti trailereihin. Näin solujen saapumisjärjestys on oikea (mikäli verkko ei ole sekoittanut järjestystä) ja viimeinen solu ilmoitetaan nostamalla viimeisen solun otsikkokentässä kolmas PTI-bitti ylös. CRC lasketaan koko datapakettille ja sijoitetaan paketin perään. Näin saatu kokonaisuus jaetaan ATM soluihin 48 tavun paketeissa.



Kuva 1-5 Solun muodostuminen AAL 5:ssä [1]

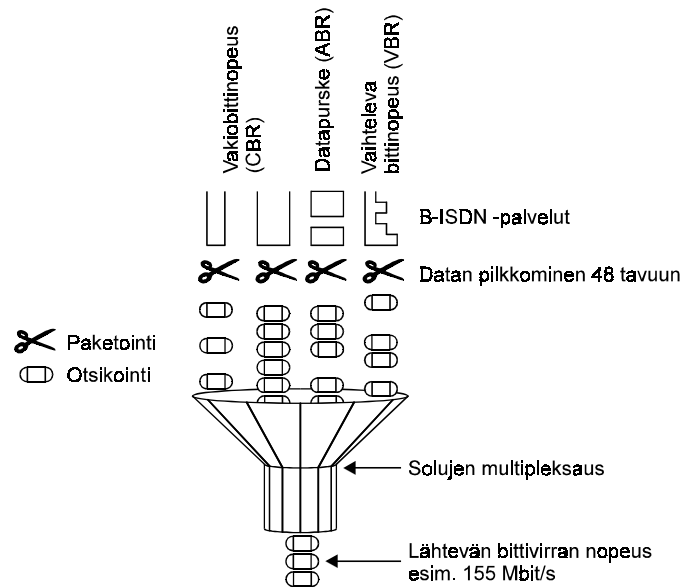
UU Käyttäjältä käyttäjälle ”merkinanto” informaatio

CPI..... Kenttien pituustunniste

CRC 32-bitin tarkistussumma koko kehyksen yli laskettuna

ATM-kerros [27, 36]

ATM-kerros huolehtii solujen muodostamisesta, liikenteen hallinnasta ja liikenteen kanavoinnista yhdelle fyysiselle yhteydelle. Pakettipohjainen liikenne on jaksollista, jolloin joukossa on myös hetkiä, joihin ei ole lähetettävää dataa. Koska fyysiset liittynät vaativat synkronista toimintaa, täytyy hiljaiset hetket täyttää merkityksettömillä soluilla. Näitä tyhjiä soluja on kahta tyyppiä: tyhjäkäynti- (idle) ja määräämättömiä (unassigned) soluja. Tyhjäkäyntisolut lisätään ja poistetaan ATM-kerroksella, kun taas määräämättömät solut lisätään ja poistetaan konvergenssikerroksella.



Kuva 1-6 ATM-kerroksella yhteyksien kanavointi yhdelle fyysiselle medialle. [21]

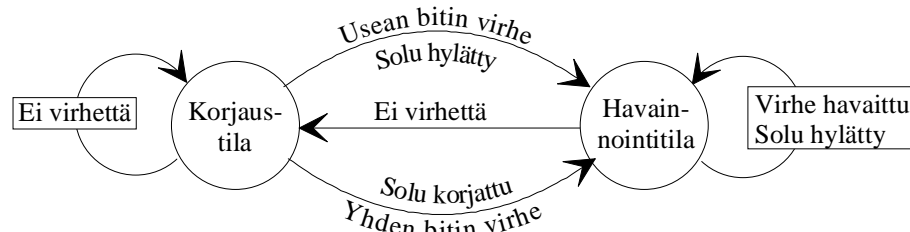
Fyysinen kerros [30, 36]

Fyysinen kerros on jakautunut kahteen osakerrokseen TCS (*Transmission Convergence Sublayer*) ja PMD (*Physical Media Dependent sublayer*).

Konvergenssikerros

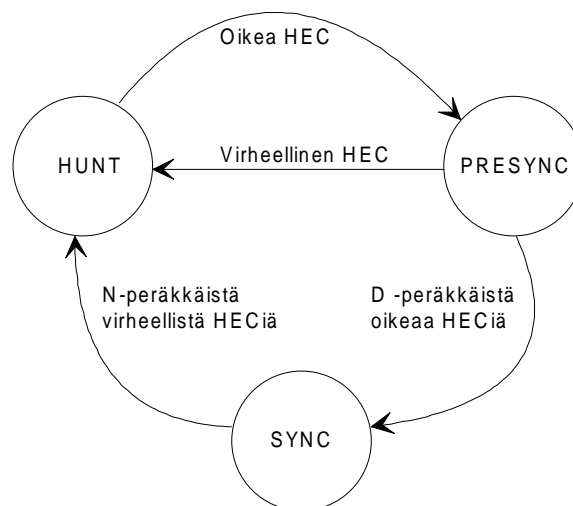
Konvergenssikerroksen (TCS) päätehtävä on sovittaa solut käytettävään siirtojärjestelmään. ATM-kerroksen solunopeuden sovittaminen käytettävään siirtojärjestelmään tapahtuu siten, että konvergenssikerroksella lisätään tai poistetaan tyhjiä soluja transmissionopeuden ja ATM-kerroksen solunopeuden suhteessa. Mikäli ATM-kerroksella ei ole välitettävää solua lisätään aikaväliin tyhjä solu. Toiseen suuntaan toimittaessa poistetaan tyhjät solut.

Konvergenssikerros on vastuussa myös ATM-solujen otsikon HEC-kentän generoinnista ja tarkastamisesta. HEC-kenttä on tarkistussumma, joka on laskettu solun otsikon neljälle ensimmäiselle tavulle. Tarkistussummalla voidaan korjata yksittäiset bittivirheet sekä havaita useampien virheiden olemassaolo. HEC-virheitä tulisi havainnoida tilakoneella, jossa yksittäiset bittivirheet korjataan mutta useampia virheitä sisältävät solut hukataan.



Kuva 1-7 Solun otsikkovirheiden havainnointimekanismi [36]

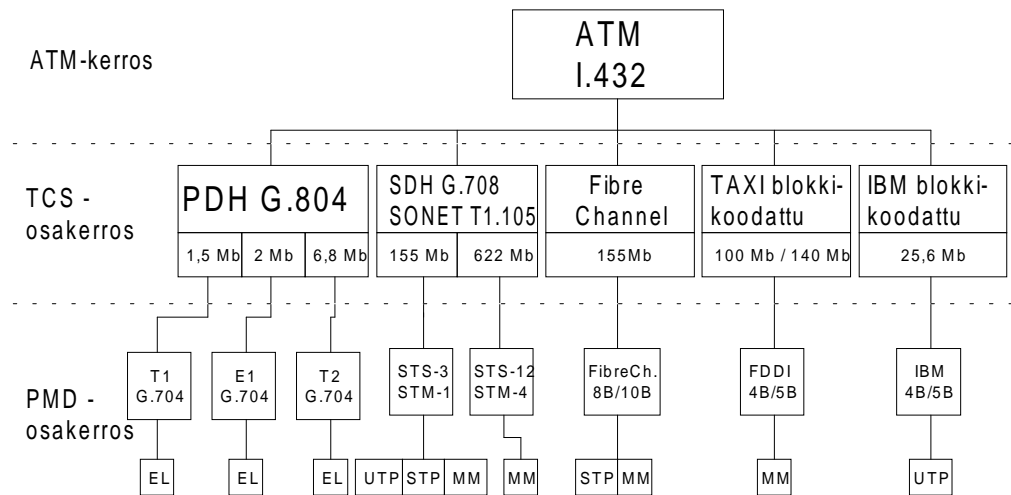
Koska solut saapuvat erilaisissa siirtokehyksissä, täytyy näihin kehyksistä purettaviin soluihin lukkiutua jonkinlaisella synkronoitumisella. ATM:ssä on tähän lukkiutumiseen suunniteltu oma proseduuri, joka perustuu myös solujen HEC-kenttiin. Saapuvia soluja tarkastellaan bitti kerrallaan viiden tavun liukuvassa ikkunassa. Ikkunan neljälle ensimmäiselle tavulle lasketaan tarkistussummaa, jota verrataan viidenteen tavuun. Jos kyseisiä vastaavuuksia löytyy tasaisesti 53-tavun välein, voidaan olettaa solun rajat löytyneen. Tämä proseduuri pelaa tilakoneena, jossa on kolme tilaa HUNT, PRESYNC ja SYNC. Verkkoon kytkennän yhteydessä laite aloittaa HUNT-tilasta. Ensimmäinen oikea HEC-kenttä vie tilakoneen PRESYNC-tilaan. Jos oikeita HEC-kenttiä löytyy vielä D-kappaletta, siirrytään SYNC-tilaan ja informaation siirto voi alkaa. Mikäli PRESYNC-tilassa löytyy yksikin virhe palataan HUNT-tilaan. Mikäli SYNC-tilassa kohdataan N-peräkkäistä virhettä HEC-kentässä palataan myös HUNT-tilaan. D ja N ovat siirtojärjestelmästä riippuvia parametreja.



Kuva 1-8 Solujen rajauksen tilakaavio (SDH-liitynnässä D=7 ja N=8) [36]

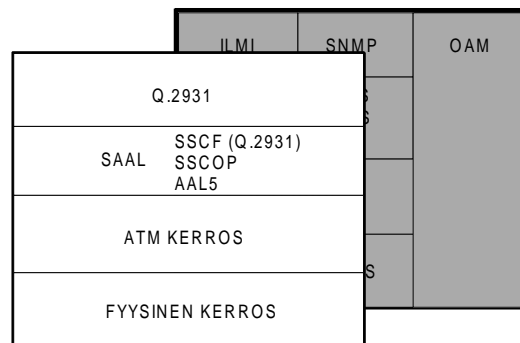
Mediariippuvakerros

Mediariippuva fyysinen kerros (PMD) käsittää varsinaisen käsinkosketeltavan siirtotien. Mediariippuvan kerroksen tehtävänä on vaan ja ainoastaan kuljettaa bittivirtaa, jonka konvergenssikerros on muodostanut. SDH:n STM-1 on yleisin liityntätyyppi, mutta myös erilaisia blokkikoodattuja liitäntöjä on standardoitu (100 Mbit/s TAXI, 25Mbit/s IBM jne). Käytetyt kaapelit voivat olla liittynästä riippuen monimuotokuitu-, koaksiaali- tai parikaapelia.



Kuva 1-9 Fyysisen tason liittynät päätelaitteessa [21]

1.1.2 Ohjaustaso



Kuva 1-10 Päätelaitteen ohjaustaso

Ohjaustaso on päätelaitteessa vastuussa yhteyden muodostamisesta sekä hallintatietojen hakemisesta lähimmästä kytkentälaitteesta. Yhteyden muodostus tapahtuu käyttäen sovellustason merkinantoa.

Palvelukerros

Merkinannon merkitys B-ISDN -verkossa on perinteisiä verkkoja suurempi. Merkinantoprotokollat ovat vastuussa yhteyden muodostuksen aikaisesta

yhteysparametrien siirrosta. Merkinannolle on olemassa kilpailevia suosituksia, jotka eivät ole keskenään yhteensopivia. ITU-T:n suosituksissa suoritetaan merkinanto Q.2931 standardin mukaisesti. Tämä on pitkälti yhteneväinen N-ISDN merkinantosuosituksen Q.931 kanssa. ATM Forumin kilpailevat ehdotukset sisältyvät UNI-määrittelyihin. Käytännön laitteet toteuttavat UNI 3.0 ja 3.1 mukaisia merkinantoprotokollia. ATM Forumin UNI 3.1 on likimain sama kuin Q.2931 ja tulossa oleva UNI 4.0 pitäisi olla yhteensopiva kaikkien edellä mainittujen kanssa.

Sovituskerros

Ohjaustaso käyttää palveluidensa välittämiseen AAL5:n varmistamattoman tiedonsiirron CPCS-osakerrosta. Kyseisen osakerroksen päälle on asetettu SAAL (*Signaling ATM Adaptation Layer*) SSCS.

SAAL muodostuu kahdesta osakerroksesta SSCOP (*Service Specific Connection Oriented Protocol*) ja SSCF (*Service Specific Coordination Function*). SSCOP on yhteispohjainen protokolla, joka on täysin varmistettu. SSCF on funktiojoukko, jolla signaointi on sovittu toteutettavaksi. SAALia voidaan käyttää myös muuhun varmistettuun tietoliikenteeseen.

ATM-kerros

ATM-kerros on käyttäjätason kanssa yhteneväinen. ATM-kerros erottaa ohjaustasolle menevän informaation muusta soluvirrasta ennalta-asetetun VPI- ja VCI-tunnisteen avulla. Merkinanto tapahtuu VPI=0 ja VCI=5 kanavalla.

Fyysinen kerros

Ohjaustason fyysinen kerros on käyttäjätason kanssa sama.

1.1.3 Hallintataso

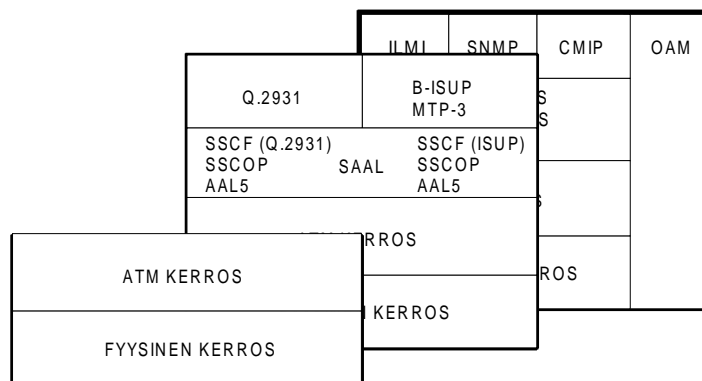
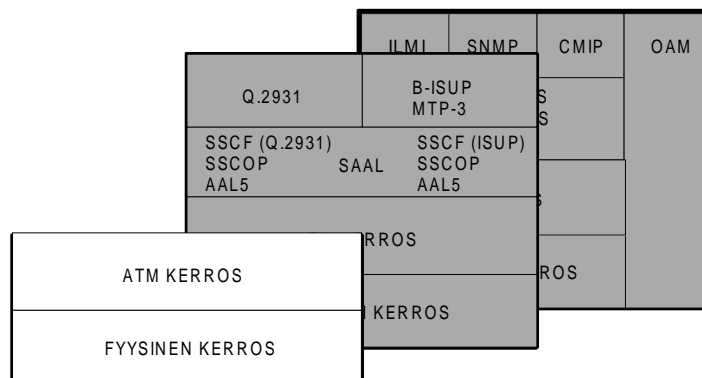
ILMI	SNMP	OAM
AAL5	SSCS CPCS SAR	
ATM KERROS		
FYYSINEN KERROS		

Kuva 1-11 Päätelaitteen hallitataso

Hallintataso on vastuussa ATM-verkon suuntaan muodostettavien yhteyksien parametrivalinnoista sekä OAM-solujen prosessoinnista. Hallintataso valvoo yhteyksiään ja pitää yllä lokia virheistä. Mikäli virhetilanteita esiintyy lähettää hallintataso siitä tiedon lähimmälle kytkentälaitteelle ILMI-sanoman muodossa. ILMI on ATM Forumin SNMP-pohjainen hallintaprotokolla. ILMI pystyy kyselymään lähimmältä kytkentälaitteelta omien yhteyksiensä tilaa ja lähettämään vastaavia tietoja kytkentälaitteelle. [36]

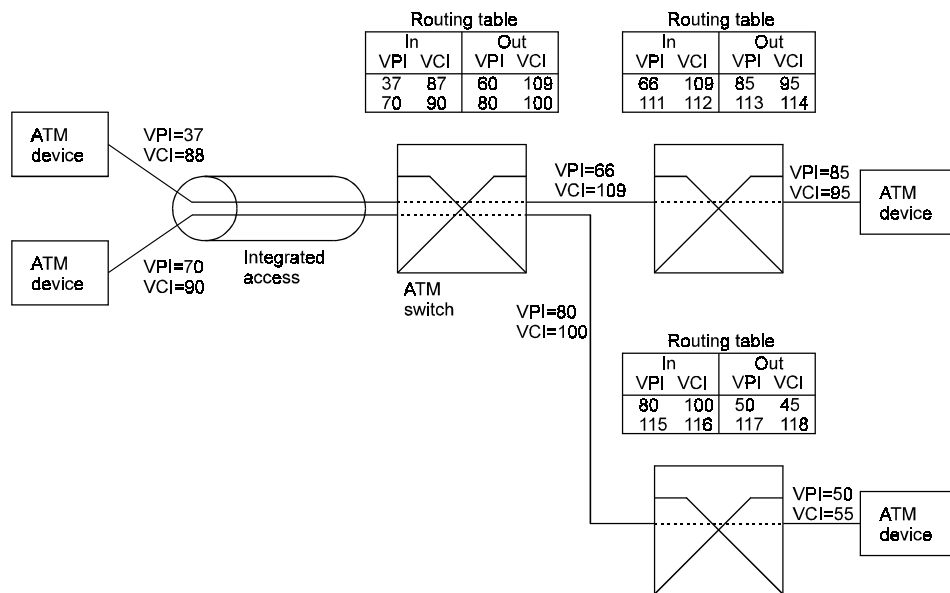
1.2 PROTOKOLLAVIITEMALLI KYTKENTÄLAITTEISSA

ATM-protokollaviitemalli kytkentälaitteissa eroaa käyttäjätasolla päätelaitteen vastaavasta mallista. Kytkentälaitteita ei kiinnosta informaation rakenne tai merkitys - ellei sitä ole sille suunnattu. Sen vuoksi käyttäjätasolla protokollapino loppuukin ATM-kerrokseen, jolla solujen kytkentä tapahtuu.

**Kuva 1-12** Protokollaviitemalli kytkentälaitteissa**1.2.1 Käyttäjätaso****Kuva 1-13** Kytkentälaitteen käyttäjätaso

ATM-kerros

ATM-kerros huolehtii solujen reitittämisestä ja liikenteen hallinnasta. Reititys tapahtuu solun viiden tavun otsikkotietojen (VPI- ja VCI-kenttien) avulla. Kytkentälaitteeseen tullut solu rekisteröidään. Tämän jälkeen etsitään reititystaulusta VPI- ja VCI-kenttiä vastaavat uudet VCI- ja VPI-arvot ja lähetetään solu matkaan. Jokaisessa reitityksessä solun VPI/VCI-tunnistin siis vaihtuu. Tämä on suuri etu, koska globaalissa mittakaavassa uniikit VPI/VCI-arvot loppuisivat nopeasti kesken.



Kuva 1-14 ATM-yhteyden reititystaulukot [21]

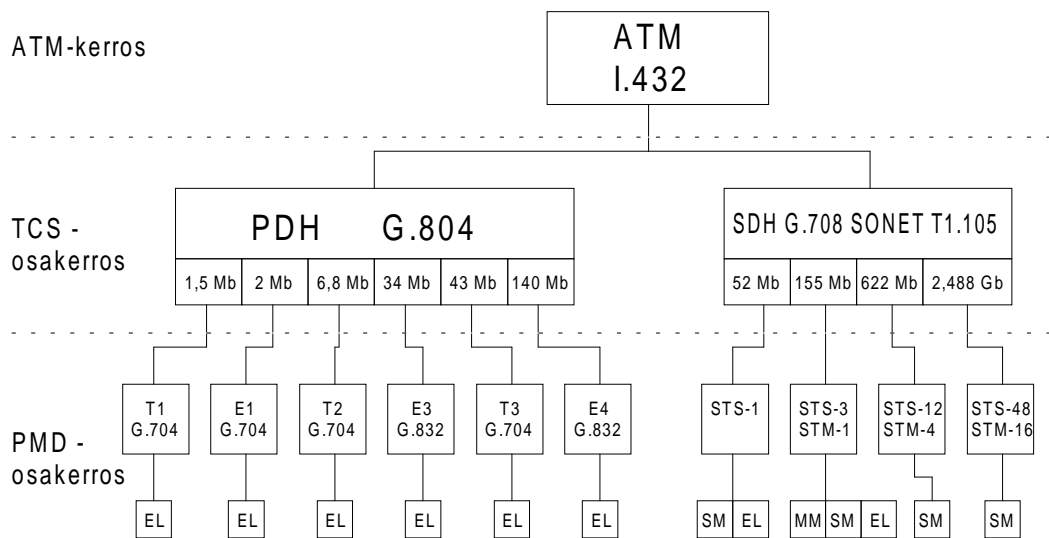
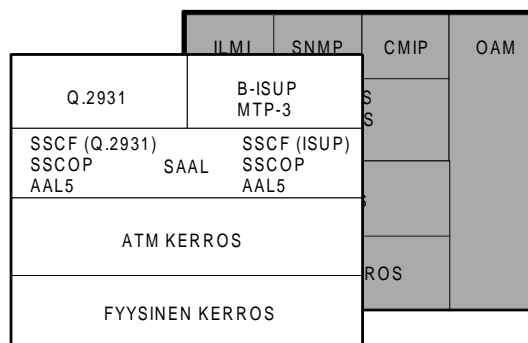
Reitityksessä käytetään kahta eri tunnistetta, jotta verkohallinta olisi helpompaa. Operaattori voi reitittää virtuaaliväyliä haluamallaan tavalla siten, ettei se näy yhteyden tilaajalle lainkaan. Toisaalta tilaaja voi reititellä omia virtuaalikanaviaan kertomatta siitä operaattorille. Huomionarvoista on, että yhdessä kuidussa voi mennä useita virtuaaliväyliä.



Kuva 1-15 Yhdessä johtimessa välitettävät erilaiset eri yhteyskomponentit**Fyysinen kerros**

Fyysinen kerros on jakautunut kahteen osakerrokseen TCS ja PMD aivan kuten päätelaitteessa. Kerroksilla on päätelaitteita vastaavat tehtävät.

PDH ja SDH ovat yleisimpiä siirtojärjestelmiä yleisessä televerkossa. Käytetyt kaapelit voivat olla siirtojärjestelmästä riippuen yksimuotokuitu-, monimuotokuitu- tai koaksiaalikaapelia.

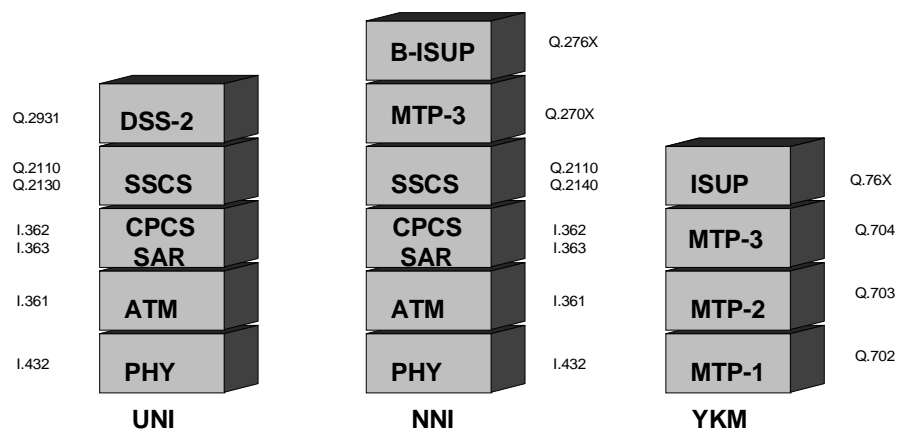
**Kuva 1-16** Fyysisen tason liitännät kytkentälaitteissa [21]**1.2.2 Ohjaustaso****Kuva 1-17** Kytkentälaitteen ohjaustaso

Ohjaustaso on kytkentälaitteissa vastuussa yhteyksien muodostamisesta, hyväksymismenettelyistä sekä hallintatietojen vastaanottamisesta päätelaitteilta. Yhteyksien muodostus tapahtuu käyttäen sovellustason merkinantoprotokollaa.

Palvelukerros

Päätelaitteille tarjotaan merkinantona joko ITU-T:n tai ATM Forumin mukaisia palveluja, kuten kappaleessa 0 on esitetty.

Koska nykyinen merkinantoverkko on todettu varsin joustavaksi ja tehokkaaksi, ollaankin lähdetty siitä, että B-ISDN -verkon merkinanto pohjautuu N-ISDN:stä tuttuun ISUP-käyttäjöosaan. Näin tehtynä on säilytetty mahdollisuus käyttää laajakaistaverkkoja N-ISDN -verkon merkinantoverkkona ja päinvastoin. B-ISUP (Q.2761-Q.2764) hyödyntää SS7-mallista MTP-3 kerrosta, jolloin N-ISDN -verkon tarvitsemat merkinantopisteet säilyvät. MTP-1 ja MTP-2 on korvattu laajakaistaverkossa normaalilla soluvälityksellä. Tämä on perusteltua, koska laajakaistapalveluiden tarvitsema merkinantoinformaatio on siinä määrin suurta, että erillisten hallintafunktioiden rakentaminen olisi kohtuutonta ja hidastaisi informaation käsittelyä ja siirtoa liikaa. [15]



Kuva 1-18 Merkinantoprotokollapinot [15]

Yksityisen verkon merkinanto on yhteneväinen päätelaitemerkinannon kanssa, tosin ATM Forum on tuottanut alustavan version yksityisen verkon merkinannoksi, joka on sekoitus päätelaite- ja verkkomerkinantoa.

Sovituskerros

Ohjaustaso käyttää palveluidensa välittämiseen AAL5:n varmistamattoman tiedonsiirron CPCS-osakerrosta. Kyseisen osakerroksen päälle on asetettu SAAL, kuten päätelaitteissa. SAALin SSCF-funktiojoukko, jolla signointi on sovittu toteutettavaksi eroaa B-ISUPissa ja Q.2931. Näin ollen on ohjaustasolle jouduttu rakentamaan kaksi rinnakkaista funktiojoukkoa.

ATM-kerros

ATM-kerros on käyttäjätason kanssa yhteneväinen. ATM-kerros erottaa ohjaustasolle menevän informaation muusta soluvirrasta ennalta-asetetun VPI- ja VCI-tunnisteen avulla. Merkinanto tapahtuu VPI=0 ja VCI=5 kanavalla.

Fyysinen kerros

Ohjaustason fyysinen kerros on käyttäjätason kanssa sama.

1.2.3 Hallintataso

ILMI	SNMP	CMIP	OAM
AAL5		SSCS CPCS SAR	
ATM KERROS			
FYYSINEN KERROS			

Kuva 1-19 Kytkenälaitteen hallintataso

Hallintatasolla pidetään yllä verkon kytkentöjä kuvaavaa tietokantaa sekä erilaisten yhteysparametrien määrittämiä. Lisäksi hallintataso on vastuussa monesta tärkeästä toiminnosta, kuten: vikatilanteiden hallinnasta ja eristämisestä, laskutuksesta, liikenteen hallinnan ohjauksesta sekä suorituskyvyn tarkastelusta. Hallintataso suorittaa OAM-solujen prosessoinin ja luomisen.

OAM-vuot [36]

OAM-solut luodaan ATM-kerroksella, jossa ne lisätään soluvirtaan määräväleihin. OAM-solut tunnistetaan soluvirrasta määrätyn VPI/VCI tai PTI-arvon avulla. OAM-yhteyksiä on määritelty kahden tasoisia: fyysisen kerroksen OAM sekä ATM-kerroksen OAM.

Fyysisellä kerroksella on käytössä käytettävän siirtojärjestelmän mukaiset hallintavuot. Yleisimmin käytetyn SONET/SDH -standardin mukaiset OAM-vuot F1-F3 ovat vastuussa eritasoisista hallintaproseduureista.

- F1: Yhteysväli-tason eli kahden peräkkäisen toistimen välinen OAM-vuo.
- F2: Linjatason eli kahden peräkkäisen transmissiojärjestelmän solmupisteen välinen OAM-vuo.

- F3: Transmissioväylätason eli kahden ATM-kytkentälaitteen väliinjäävien ensimmäisen ja viimeisen transmissionjärjestmän välinen OAM-vuo.

ATM-kerroksella on käytössä kaksi hallintavuota: F4 ja F5. Vuot erotellaan toisistaan käyttötarkoituksen perusteella. F4-vuo on tarkoitettu virtuaaliväylien OAM-vuolle, kun taas F5-vuo on virtuaaliyhteyksien OAM-vuo.

- F4: Virtuaaliväylän OAM-vuo. Käyttää samaa VPI-tunnusta kuin tarkasteltava virtuaaliväylä. Sisältää kaksi erilaista toimintatapaa: VCI=3 tarkastellaan virtuaaliväylän yksittäisten segmenttien päätepisteissä. VCI=4 tarkastellaan virtuaaliväylän päätepisteissä.
- F5: Virtuaaliyhteyden OAM-vuo. Käyttää samaa VPI- ja VCI-tunnusta kuin tarkasteltava virtuaaliyhteys. Sisältää kaksi erilaista toimintatapaa: PTI=4 tarkastellaan virtuaaliyhteyden yksittäisten segmenttien päätepisteissä. PTI=5 tarkastellaan virtuaaliyhteyden päätepisteissä.

Suorituskyvyn tarkastelu OAM-soluilla [31]

ATM-yhteyden suorituskykyä voidaan tarkastella ja hallita OAM-soluilla. OAM-soluja lisätään määrävälein tyhjiin kohtiin käyttäjän soluvirtaa. Väli voi olla 128, 256, 512 tai 1024 solua. Koska tyhjiä ”aikavälejä” harvoin sattuu juuri oikeaan kohtaan voi edellä mainittu väli vaihdella 50% ihannearvosta. Jos tyhjää aikaväliä ei satu kohdalle, pakotetaan OAM-solu soluvirtaan viimeisellä mahdollisella aikavälillä.

OAM-soluilla voidaan tarkastella yhteyden virheellisyyttä sekä siirtoviivettä ja sen vaihtelua eri ajanjaksoilla. Tarkastelua tosin rajoittaa mittausajanjakson pituus sekä OAM-soluista aiheutuva ylimääräinen prosessointi kytkentälaitteessa.