

# 1. ATM: SIGNALOINTI

ITU-T:n N-ISDN:n suositukset normaaliin puhelunohjaukseen sisältyvät Q.930-sarjaan ja niitä kutsutaan DSS 1:ksi (Digital Subscriber Signaling No. 1). Lisäykset DSS 1:n B-ISDN sovelluksia varten sisältyvät Q.2900-sarjaan, joita kutsutaan myös DSS 2:ksi.

Vaikka perusdokumentaatio kansainvälistä DSS 2 signalointia varten perustuukin ITU-T:n suosituksiin, niin suurin osa DSS 2:n toteutuksista perustuu ATM Forumin UNI-suositukseen. Kokonaiskuvan takia on tarkasteltava signalointia sekä ITU-T:n suositusten, että ATM Forumin suositusten valossa.

## 1.1 Protokollat

Tässä kappaleessa käydään läpi ATM signalointiprotokollat yleisellä tasolla sekä niiden sisäiset suhteet ja yhteydet.

ATM UNI signalointia käytetään keskuksen ja käyttäjän välillä, kun taas NNI signalointia käytetään keskusten välisen rajapinnan yli. UNI 3.1 perustuu ITU-T:n suositukseen Q.2931, joka taas on määritelty Q.931:n pohjalta. Q.931 on N-ISDN:n signalointiprotokolla. ATMF:n UNI -protokollista uusin on 1996 valmistunut UNI 4.0.

ATM signalointiprotokollat toimivat SAAL (Signalling ATM Adaptation Layer) -protokollapinin päällä, joka varmistaa luotettavan tiedonsiirron. SAAL jaetaan palveluorientoituneeseen osaan ja yleiseen osaan. Palveluorientoitunut osa on edelleen jaettu SSCF:ään (Service Specific Coordination Function) ja SSCOP:hen (Service Specific Connection Oriented Peer-to-Peer Protocol), joka ensisijaisesti huolehtii tiedonsiirron luotettavuudesta.

SSCOP:n tehtävänä on siis huolehtia tiedonsiirrosta. Se voi toimia *varmistetusti* tai *varmistamattomasti*. Toimiessaan *varmistetusti* sen ominaisuuksiin kuuluu:

- Taattu, järjestetty tiedonsiirto
- Järjestysnumeroiden ja kuittausten käyttö sanomissa
- Virheenkorjaus havaitsemisen ja uudelleenlähetyksen avulla
- Vastaanottajan hallitsema vuonohjaus
- Elokyselyiden vaihto joutoaikoina
- SSCOP:n loogisen yhteyden muodostus, päättäminen ja synkronointi

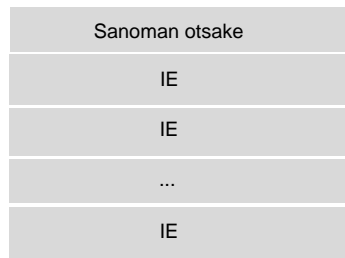
Toimiessaan *varmistamattomasti* SSCOP tarjoaa yksinkertaisen kuittauksettoman UDP:n (User Datagram Protocol) kaltaisen sanomaprotokollan.



Kuva 1: ATM signaloinnin protokollapino

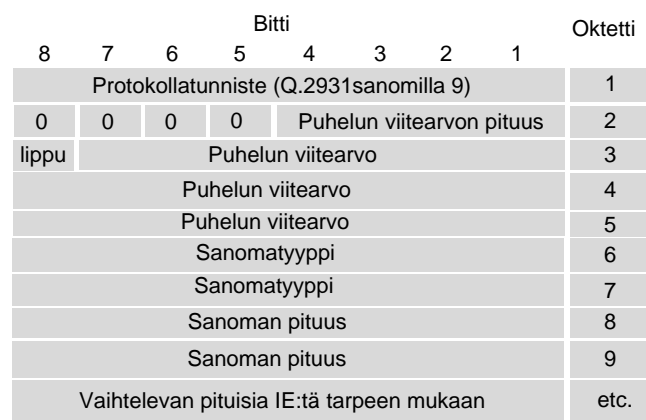
## 1.2. Sanomat ja formaatit

UNI 3.1 signalointisanoma käyttää Q.931 sanomaformaattia. Se muodostuu sanomaotsikosta ja vaihtuvasta määrästä IE:tä (Information Element). Kuva alla:



Kuva 2: ATM signalointisanoman rakenne

Sanoman otsikko on seuraavassa kuvassa:



Kuva 3: ATM signalointisanoman otsikon rakenne

---

**Protokollatunniste** toimii käyttäjä-verkko puhelunhallinnalle sanomaerottimena. **Puhelun viitearvo** yksilöi ATM-yhteydet. Täten se yhdistää kaikki signaalintisanomat, jotka kuuluvat samalle yhteydelle. Puheluviite muodostuu puhelun viitearvosta ja puhelun viitearvolipusta. Lippu kertoo kuka varasi puhelun viitearvon.

**Sanomatyypit** voi olla joku seuraavista:

*Puhelun muodostussanomat:*

CALL PROCEEDING, B-tilaaja lähettää tämän verkolle tai verkon kautta A-tilaajalle ilmaistakseen halutun puhelun käynnistyksen.

CONNECT, B-tilaaja lähettää tämän verkolle ja verkon kautta A-tilaajalle ilmaistakseen hyväksyneensä puhelun.

CONNECT ACKNOWLEDGE, verkko lähettää tämän B-tilaajalle ilmaistakseen puhelunmuodostuksen onnistuneen ja A-tilaaja lähettää sen samasta syystä verkolle - CONNECT sanoman kuittaus..

SETUP, A-tilaaja lähettää tämän verkolle ja verkko B-tilaajalle puhelunmuodostusta varten.

*Puhelun lopetussanomat:*

RELEASE, käyttäjä lähettää tämän verkolle pyyntönä katkaista yhteys tai verkko lähettää tämän merkiksi katkaistusta yhteydestä.

RELEASE COMPLETE, käyttäjä tai verkko lähettää tämän ilmaistakseen, että puheluviite ja virtuaalikanava on vapautettu - RELEASE sanoman kuittaus.

RESTART, käyttäjä tai verkko lähettää tämän käynnistääkseen halutun virtuaalikanavan.

RESTART ACKNOWLEDGE, edellisen sanoman kuittaus.

*Muita sanomia:*

STATUS, sanoma ilmaisee kanavan tilan.

STATUS ENQUIRY, kanavan tilan kyselysanoma.

*Pisteestä moneen pisteeseen sanomat:*

ADD PARTY, lisää tilaaja olemassa olevaan yhteyteen.

ADD PARTY ACKNOWLEDGE, kuittaa onnistuneen tilaajan lisäyksen.

ADD PARTY REJECT, kuittaa epäonnistuneen tilaajan lisäyksen.

DROP PARTY, lähetetään poistamaan tilaaja olemassa olevasta pisteestä moneen pisteeseen -yhteydestä.

DROP PARTY ACKNOWLEDGE, kuittaa onnistuneen tilaajan poiston.

**Sanoman pituus** ilmaisee kenttää itseään seuraavien oktettien lukumäärän..

### 1.2.1 Informaatioelementit

Kaikilla informaatioelementeillä on sama formaatti:

Bitti								Oktetti
8	7	6	5	4	3	2	1	
IE tunniste								1
1	Koodaus Standardi	IE ohjauskenttä						2
		lippu	0	IE toiminnetunniste				
IE:n pituus								3
IE:n pituus								4
IE:n sisältö								5
IE:n sisältö								6
IE:n sisältö								etc.

Kuva4: DSS 2 vaihtelevan pituisen IE:n rakenne

**IE tunniste** identifioi kyseessä olevan informaatioelementin. Toinen oktetti identifioi koodausstandardin, joka voi olla ITU-T:n määrittelemä tai verkkokohtainen sekä toimenpiteet, jotka suoritetaan vastaanotettaessa tunnistamaton IE. Lippubitti on samankaltainen kuin sanomatyypin lippubitti: jos se on asetettu nolaksi, niin vastaanottajan pitää seurata normaalia virheenkäsittelytapaa ja jos se on asetettu ykköseksi, niin vastaanottajan täytyy toimia kuten määritelty IE toiminnetunniste kehoittaa. Mahdollisia toimintamalleja tuntemattomien informaatioelementtien varalle ovat: puhelun lopetus, kyseessä olevan IE:n huomiotta jättäminen tai koko sanoman hylkääminen.

**IE:n pituus** on 16 bittiä pitkä kenttä, joka kertoo IE:n sisältöoktettien lukumäärän.

**IE:n sisältökentät** sisältävät IE:n todellisen informaation.

Taulukko 1: DSS 2:ssa käytössä olevat informaatioelementit:

Informaatioelementti	Sisältö
ATM adaptation layer parameters	Kertoo haluttujen AAL parametrien arvot
ATM traffic descriptor	Määrittelee liikenneparametrit ATM:n liikenteenhallintaa varten
Broadband bearer capability	Informaation siirto- ja saantiominaisuudet
Broadband high layer information	Kerrostien 4-7 protokollan tunnistusten yhteensopivuus
Broadband locking shift	Ilmaisee siirtymisen uuteen aktiiviseen koodiin
Broadband low layer compatibility	Kerrostien 1-3 protokollan tunnistus
Broadband nonlocking shift	Ilmaisee väliaikaisen siirtymisen uuteen koodiin

Broadband repeat indicator	Toistuvien informaatioelementtien käsittely
Broadband sending complete	B-tilaajan numero vastaanotettu
Call state	Virheestä toipuminen
Called party number	B-tilaajan verkko-osoite
Called party subaddress	B-tilaajan täydellinen osoite
Calling party number	A-tilaajan verkko-osoite
Calling party subaddress	A-tilaajan täydellinen osoite
Cause	Sanoman lähetyksen syy
Connection identifier	Määrittelee paikallisen ATM-yhteyden
End-to-end transit delay*	Ilmaisee maksimi siirtoviiveen X.25-yhteyksille
Endpoint identifier+	Ilmaisee tietyn päätelaitetyypin tai palveluprofiilin
Endpoint reference	ATM-päätelaitteen tunnistustieto
Endpoint state	Ilmaisee päätelaitteen tilan pisteestä moneen pisteeseen yhteyden aikana
Narrowband bearer capability*	Pyytää piiriyhteyksistä N-ISDN palvelua
Narrowband low layer compatibility*	Kerroksien 1-3 protokollan tunnistus
Narrowband high layer compatibility*	Kerroksien 4-7 protokollan tunnistus
Notification indicator*	Yhteyden tilan muutos
OAM traffic descriptor*	Määrittelee OAM-vuon tiedot hallintaa varten
Progress indicator*	Yhteystiedot muihin kuin ISDN-verkkoihin
Quality of service parameter	Määrittelee yhteyden QoS-luokan
Restart indicator	Määrittelee uudelleen käynnistettävän laitteen
Transit network selection+	Määrittelee halutun siirtoverkon

\* Määritelty vain ITU-T:n Q.2931:ssä

+ Määritelty vain ATMF:n UNI:ssa

### 1.3 ATM osoitteet

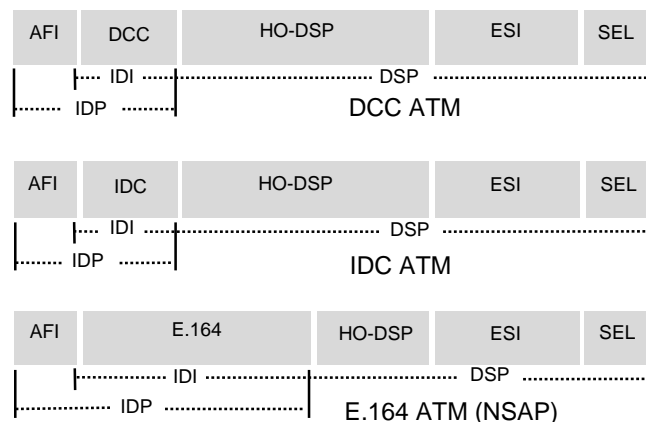
ATM-solut reititetään niiden VPI/VCI:n (Virtual Path Identifier/Virtual Channel Identifier) mukaan. Silti ATM-yhteydet vaativat myös ATM-isäntäosoitteiden käyttöä. Ne siirtyvät Called Party Number ja Calling Party Number -informaatioelementeissä. Tällä hetkellä ITU-T ja ATM Forum tukevat kolmea osoiteformaattia, jotka perustuvat OSI:n NSAP:hen (Network Service Access Point).

Kaikki ATM-osoitteet ovat 20 oktetin pituisia. Ensimmäistä osaa kutsutaan lyhenteellä IDP (Initial Domain Part) ja se muodostuu yhden oktetin mittaisesta AFI (Authority and Format Identifier) -kentästä, sekä IDI (Initial Domain Identifier) -kentästä. AFI määrittelee osoitteen autoriteetin ja formaatin. AFI:n arvot 39, 47 ja 45 viittaavat vastaavasti DCC (Data

Country Code), ICD (International Code Designator) ja ITU-T:n suosituksen E164 ATM-osoiteformaateihin. IDI:ä käytetään reitityksen apuna muodostettaessa yhteyttä ATM-verkossa. DCC-formaatti määrittelee kahden oktetin mittaisen ISO 3166 mukaisen maakoodin, kun taas IDC-formaatti määrittelee British Standards Institute:n mukaisen kansainvälisen organisaatiotunnisteen. E.164 sisällyttää IDI-kenttäänsä yksilöllisen 15-numeroisen ISDN-numeron.

Toista osaa osoitteesta kutsutaan DSP:ksi (Domain Specific Part), joka edelleen jaetaan kahteen osaan:

- Korkean tason DSP:tä käytetään reititykseen sopivassa ATM-verkossa ja se voi sisältää erilaisia verkkokohtaisia tunnisteita.
- Matalan tason DSP sisältää ESI (End System Identifier) ja SEL (Selector) -kentät. ESI on kuuden oktetin mittainen vastaanottajajärjestelmän tunniste ja sen pitää olla yksilöllinen tietyn verkon sisällä. Se voi olla tosin myös maailmanlaajuisesti yksilöllinen, kuten 48-bittinen MAC osoite. SEL on yhden oktetin mittainen kenttä, jota vastaanottajajärjestelmät voivat käyttää vapaasti omiin tarkoituksiinsa. Kenttää ei käytetä reititykseen ATM-verkkojen sisällä.



Kuva 5: ATM:n osoiteformaatit

## 1.4 Yhteydenmuodostus

Tässä kappaleessa kuvataan kahta esimerkkiä yhteydenmuodostuksesta. Ne ovat yksinkertaisia pisteestä yhteen pisteeseen ja pisteestä moneen pisteeseen -yhteyksiä.

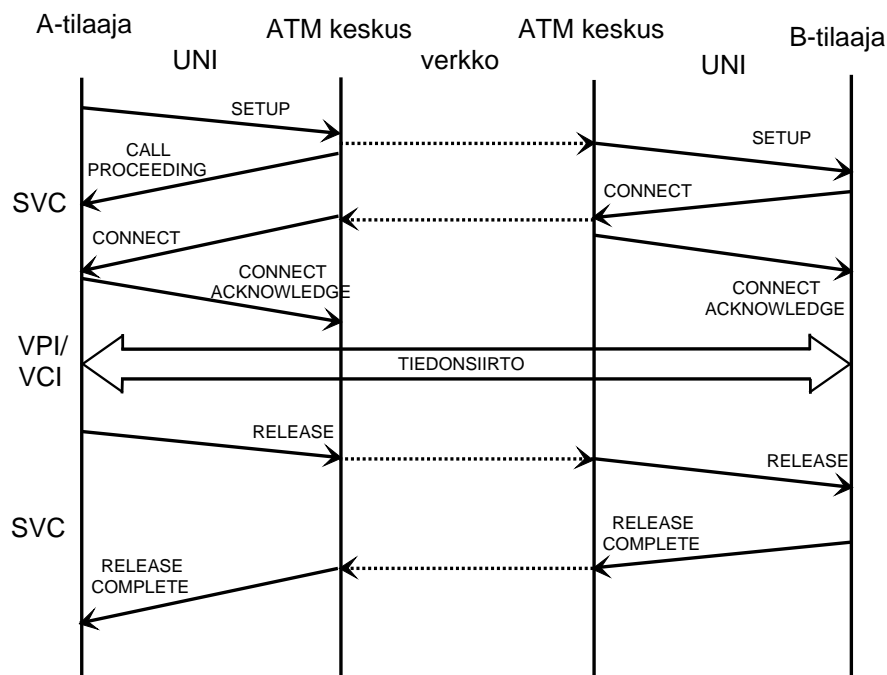
### 1.4.1 Pisteestä pisteeseen -yhteyden muodostus ja purku

ATM-yhteyden muodostus ja purku ovat samankaltaisia kuin kapeakaistaisessa ISDN-yhteydessä.

1. A-tilaaja käynnistää yhteydenmuodostusprosessin lähettämällä SETUP-sanoman määrittelemälläan SVC:llä (Signaling Virtual Channel) omaan ATM-keskukseensa. Tämä sanoma sisältää

halutun yhteyden ominaisuudet ja B-tilaajan osoitteen. Jos tämä tieto riittää verkolle yhteydenmuodostusta varten, se lähettää CALL PROCEEDING-sanoman kuittauksena ja lähettää SETUP-sanoman eteenpäin verkossa.

2. B-tilaajan puolella verkko lähettää SETUP-sanoman B:lle sen määrittelemällä SVC:llä. Tämä SETUP-sanoma sisältää halutun yhteyden ominaisuudet, A-tilaajan osoitteen ja mahdollisesti VPI/VCI-yhdistelmä, jota käytettäisiin tiedonsiirtoon.
3. B-tilaaja hyväksyy puhelunmuodostuspyynnön lähettämällä CONNECT-sanoman takaisin verkkoon. Verkko vastaa B:lle CONNECT ACKNOWLEDGE-sanomalla ja välittää CONNECT-sanoman eteenpäin verkossa.

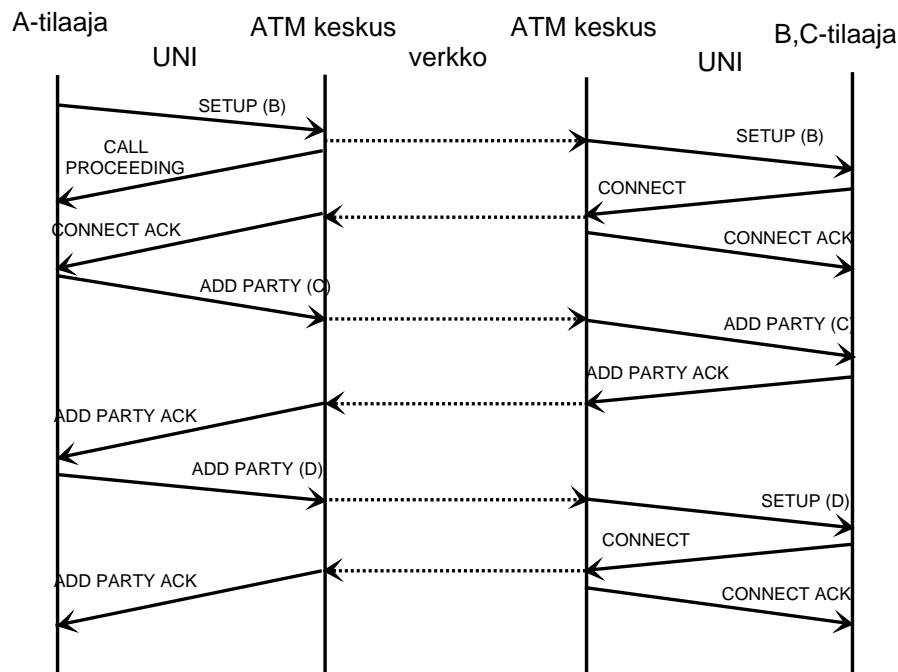


Kuva 6: Sanomanvaihto pisteestä yhteen pisteeseen (point-to-point) -yhteydessä

4. A-tilaajan puolella verkko lähettää CONNECT-sanoman A:lle merkiksi onnistuneesta yhteydenmuodostuksesta. Sanomassa ilmaistaan myös sopiva VPI/VCI-yhdistelmä käytettäväksi solujen siirtoon.
5. A ja B vaihtavat dataa käyttäen niille osoitettua VPI/VCI-yhdistelmää.
6. Yhteyden purkamiseksi toinen osapuoli lähettää RELEASE-sanoman verkolle. Purkupyynnö välitetään verkon läpi ja RELEASE-sanoma ohjataan toiselle osapuolelle, joka vastaa RELEASE COMPLETE-sanomalla. Vastaus välitetään verkon toimesta purkupyynnön lähettäjälle.

### 1.4.2 Pisteestä moneen pisteeseen -yhteyden muodostus

Pisteestä moneen pisteeseen -yhteydet antavat yhteyden muodostajalle mahdollisuuden kommunikoida useamman kuin yhden kanssa samanaikaisesti. Hyvä esimerkki tästä on konferenssipuhelu. Yhteydenmuodostus on suoraviivaista, mutta siinä tarvitaan uusia sanomia, jotka määriteltiin ensimmäisen kerran ATMF UNI 3.1:ssä ja ITU-T:n luonnostelmasuosituksessa Q.2971. Seuraavassa kuvassa on mallitettu neljän käyttäjän yhteydenmuodostusta, jossa kaksi tilaajista on kytkeytynyt samaan ATM-keskukseen (B ja C tilaajat). Tässä yhteydessä A-tilaajaa kutsutaan juurisolmuksi ja muita osapuolia (B,C ja D) lehtisolmuiksi.



Kuva 7: Sanomanvaihto pisteestä moneen pisteeseen (point to multipoint) -puhelussa

1. Juurisolmu (A) käynnistää yhteydenmuodostuksen lähettämällä yhdelle lehtisolmuista (B) SETUP-sanoman, joka ilmaisee pisteestä moneen pisteeseen -konfiguraation käytöstä. Tässä tapauksessa A muodostaa ATM-yhteyden paikalliseen ATM-keskukseen, johon B on liittynyt. Yhteydenmuodostus alkaa samoin kuin pisteestä pisteeseen -yhteyden muodostus - SETUP, CONNECT ja CONNECT ACKNOWLEDGE -sanomien vaihdolla A:n ja B:n UNI-rajapintojen yli.
2. Seuraavaksi A haluaa lisätä uuden lehden, tilaaja C:n. A lähettää verkkoon ADD PARTY-sanoman, joka sisältää C:n osoitteen. Tässä tapauksessa C on kytkeytynyt samaan paikalliseen ATM-keskukseen kuin B, eli keskukseen johon A:lla on jo ATM-yhteys. Lisäyspyyntö lähetetään verkkoon, joka välittää ADD PARTY-sanoman C:n keskukseen. C hyväksyy yhteyden vastaamalla ADD PARTY



---

ACKNOWLEDGE-sanomalla, joka välitetään verkon läpi edelleen juurelle.

3. Juurisolmun näkökulmasta D-tilaajan liittäminen yhteyteen näyttää samalta kuin C-tilaajankin. Tässä tapauksessa tilanne on hieman erilainen, koska D sijaitsee kolmannessa ATM-keskuksessa. Kun A-tilaaja lähettää ADD PARTY-sanoman, jossa on D:n osoite, niin verkon on muodostettava yhteys uuteen solmuun. Tämä joudutaan tekemään kolmisuuntaisella CALL SETUP-sanomien vaihdolla D-tilaajan UNI-rajapinnassa. Kun D hyväksyy yhteyden, verkko ilmoittaa tämän juurelle ADD PARTY ACKNOWLEDGE-sanomalla.

Pisteestä moneen pisteeseen -yhteyden purku onnistuu samalla tavalla kuin sen muodostuskin. Yhteyden lehdet poistetaan käyttämällä DROP PARTY-sanomaa niissä UNI-rajapinnoissa, joissa yksi tai useampi tilaaja jatkaa puhelua, tai RELEASE-sanomalla, jos ollaan poistamassa ainoaa tai viimeistä tilaajaa kyseisessä UNI-rajapinnassa. Juuri purkaa koko yhteyden, eli juuri ei voi poistua yhteydestä ilman että koko yhteyttä purettaisiin.

## 1.5 Lähdeluettelo

- Kessler, Gary C., Southwick, Peter V. *ISDN Concepts, facilities and services*. New York, McGraw-Hill, 1998.
- *Understanding Telecommunications 2*. Ericsson Telecom AB, Telia AB, Studentlitteratur, Lund 1998.
- *Understanding Telecommunications 1*. Ericsson Telecom AB, Telia AB, Studentlitteratur, Lund 1998.
- [www.atmforum.com](http://www.atmforum.com) - ATM Forum kotisivu
- af-sig-0061.000, ATMF UNI 4.0, ATM Forum, 1996