

1. ISDN: VERKKOKERROS

Verkko- eli OSI:n ISO-mallin mukaisen 3. kerroksen sanomat käyttävät 2. kerroksen palveluita hyväkseen. ISDN:ssä tämä tarkoittaa sitä, että 3. kerroksella käytettävät ILM-sanomat kulkevat D-kanavalla 2. kerroksen LAPD-protokollan I-kehyksissä. Verkkokerros toteuttaa päätepisteiden välillä siirto-yhteyden muodostamiseen, ylläpitoon ja purkamiseen liittyvän merkinannon. Käytettävän merkinannon nimi on siis suomeksi ILM eli ISDN-liittymämerkinanto, jonka englannin kielinen vastine on DSS1 eli Digital Subscriber Signalling System No. 1.

Verkkokerroksen toiminta määritellään standardeissa. ITU:n standardi Q.930 kuvailee käyttäjä-verkko –merkinannon yleisiä periaatteita, Q.931 määrittelee peruspuhelunohjauksen merkinannon ja Q.932 liittyy lisäpalveluihin. ETSI on tehnyt aiheesta omat standardinsa: ETS 300 102-1 on Blue Book Q.931:een perustuva ja ETS 300 403-1 sisältää muutokset verrattuna White Book Q.931:een. Lisäpalvelut määritellään ETSIn standardeissa ETS 300 xxx. Lisäksi Telehallintokeskus on määritellyt GFI (Guidelines For Implementation) –dokumentit, joissa määritellään kansalliset optiovalinnat.

ISDN:n D-kanavalla on teoriassa mahdollista käyttää muitakin soveltuvia 3. kerroksen protokollia, mutta ainoastaan Q.931 ja X.25 on mainittu suosituksissa. Tämä dokumentti keskittyy ainoastaan Q.931:een X.25:n harvinaisuuden takia, mutta kyllä Q.931:stäkin asiaa riittävästi kertyy.

1.1 Verkkokerroksen sanomat

1.1.1 Sanomarakenne

Verkkokerroksen sanomat koostuvat informaatioelementeistä. Jokaisessa sanomassa on mukana ainakin protokollaerotin, puhelutunnus ja sanomatyyppe. Lisäksi sanomissa on pakollisia sanomatyypikohtaisia informaatioelementtejä.

8 7 6 5 4 3 2 1

Protokollaerotin
Puh.tunnuksen pituus
Puhelutunnus
Sanomatyyppe

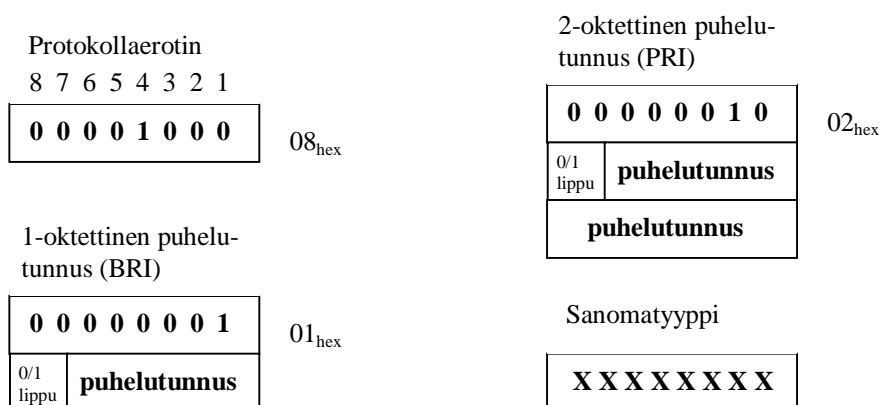
Kuva 1 Sanoman pakolliset informaatioelementit

Protokollaerotin on jokaisessa sanomassa ensimmäinen yhden oktetin mittainen informaatioelementti, joka ilmaisee protokollan, johon sanoma kuuluu. Q.931:n protokollatunnus on 08_h.

Puhelutunnus –informaatioelementti kertoo mihin liittymän puheluun sanoma kuuluu, koska samassa liittymässä voi olla useita samanaikaisia puheluita. Puhelutunnuksen valitsee yhteyden muodostaja ja se pysyy samana puhelun loppuun asti (poikkeuksena puhelun keskeytys). Tunnuksella on merkitystä ainoastaan paikallisesti eli käyttäjän ja verkon välillä. Puhelutunnus –informaatioelementti on pituudeltaan 2 tai 3 oktettia. Ensimmäinen oktetti ilmaisee varsinaisen puhelutunnuksen pituuden, joka on perusliittymällä 1 ja järjestelmäliittymällä 2 oktettia.

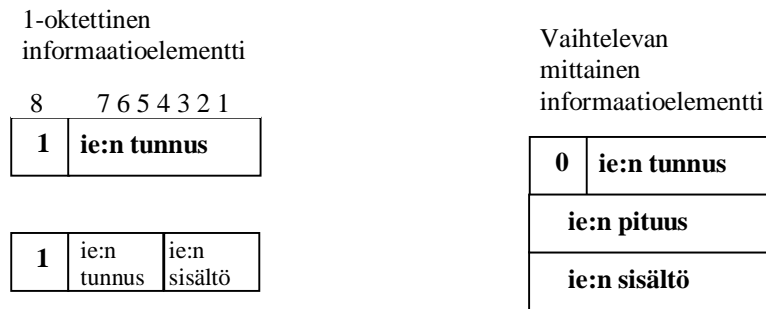
Teoriassa on mahdollista, että sekä verkko että päätelaite valitsevat samanaikaisesti saman puhelutunnuksen kahdelle eri puhelulle, joten puhelutunnuksen ensimmäinen bitti ilmaisee tunnuksen asettajan siten, että tunnuksen valinnut pää asettaa bitin nolllaksi lähettäessään sanomia ja tunnuksen vastaanottanut pää asettaa omiin sanomiinsa bitin ykköseksi.

Sanomatyyppi –informaatioelementti ilmaisee nimensä mukaisesti sanoman tyypin. Sanomatyypin –informaatioelementti on yhden oktetin mittainen.



Kuva 2 Protokollaerotin-, puhelutunnus- ja sanomatyypin -informaatioelementtien rakenne

Muut informaatioelementit ovat joko yhden oktetin mittaisia tai vaihtelevan mittaisia. Vaihtelevan mittaiset informaatioelementit sisältävät pituusindikaattorin. Standardeissa määritellään kullekin sanomatyypille sekä pakolliset että valinnaiset informaatioelementit ja näiden järjestys sanomassa.



Kuva 3 Muiden informaatioelementtien rakenne

1.1.2 Sanomatyyppit

1.1.2.1 Puhelun muodostukseen liittyvät sanomat

- SETUP (Aloitus) –sanoman lähettää kutsuva käyttäjä verkolle tai verkko kutsutulle käyttäjälle aloittaakseen puhelun muodostamisen.
- SETUP ACKNOWLEDGE (aloituksen kuittaus) –sanoman lähettää kutsuttu käyttäjä verkolle tai verkko kutsutulle käyttäjälle kuittauksena SETUP-sanomaan ja ilmoittaakseen mahdollisesta lisäinformaation tarpeesta.
- CALL PROCEEDING (puhelun käsittely) –sanoman lähettää kutsuttu käyttäjä verkolle tai verkko kutsutulle käyttäjälle ilmoittaakseen pyydetyn puhelun muodostamisen aloittamisesta. Tämän sanoman jälkeen ei enää hyväksytä lisäinformaatiota puhelun muodostamista varten.
- ALERTING (kutsun ilmaisu) –sanoman lähettää kutsuttu käyttäjä verkolle ja verkko kutsuvalle käyttäjälle ilmoittaakseen perille toimitetusta kutsusta.
- CONNECT (kytkentä) –sanoman lähettää kutsuttu käyttäjä verkolle ja verkko kutsuvalle käyttäjälle ilmoittaakseen kutsutun käyttäjän vastaamisesta.
- CONNECT ACKNOWLEDGE (kytkennän kuittaus) –sanomalla verkko ilmoittaa kutsutulle käyttäjälle, että juuri tämä on yhdistetty. Myös kutsuttu käyttäjä voi lähettää tämän sanoman verkkoon.
- PROGRESS (eteneminen) –sanomalla joko verkko tai käyttäjä ilmoittaa, että kutsu on joutunut sovituksen tai puhetielle on kytketty merkkiäni tai tiedotus.

1.1.2.2 Puhelun purkuun liittyvät sanomat

- DISCONNECT (katkaisu) –sanomalla käyttäjä pyytää verkkoa purkamaan päästä-päähän –yhteyden tai verkko ilmoittaa käyttäjälle päästä-päähän –yhteyden olevan purettu.
- RELEASE (purkaminen) –sanomalla verkko tai käyttäjä ilmoittaa katkaisseensa kanavan sekä aikovansa vapauttaa kanavan ja puhelutunnuksen. Sanoman vastaanottajan tulisi vapauttaa kanava ja

valmistautua vapauttamaan myös puhelutunnus lähetettyään purkamisen kuittauksen.

- **RELEASE COMPLETE** (purkamisen kuittaus) –sanomalla verkko tai käyttäjä ilmoittaa vapauttaneensa kanavan ja puhelutunnuksen. Kanava voidaan käyttää uudestaan ja sanoman vastaanottanut puoli vapauttaa puhelutunnuksen.

Seuraavat sanomat eivät liity varsinaisesti normaaliin puhelun purkamiseen vaan kanavien uudelleenkäynnistykseen, jolloin käytännössä kuitenkin puhelut purkautuvat.

- **RESTART** (uudelleenkäynnistys) –sanomalla vastaanottajaa pyydetään käynnistämään uudelleen osoitettu kanava tai liitäntä.
- **RESTART ACKNOWLEDGE** (uudelleenkäynnistykseen kuittaus) – sanomalla ilmoitetaan pyydetyn uudelleenkäynnistykseen suorittamisesta.

1.1.2.3 Muita puhelun ohjaukseen liittyviä sanomia

- **INFORMATION** (informaatio) –sanomalla voidaan siirtää puheluun tai sen muodostukseen liittyvää informaatiota
- **NOTIFY** (huomautus) –sanomalla ilmoitetaan puheluun liittyvistä tapahtumista, esim. keskeyttämisestä
- **STATUS** (tila) –sanoman avulla ilmaistaan vikatilanteista tai vastataan tilan kyselyyn (**STATUS ENQUIRY**)
- **HOLD** (pitopyyntö) –sanomalla käyttäjä pyytää verkolta **HOLD**-lisäpalvelua
- **SUSPEND** (keskeytys) –sanomalla käyttäjä pyytää verkkoa keskeyttämään puhelun
- **RESUME** (palautus) –sanomalla käyttäjä pyytää verkkoa palauttamaan keskeytetyn puhelun
- **FACILITY** (toiminne) –sanomalla lähetetään lisäpalveluiden ohjausinformaatiota
- **USER INFORMATION** (käyttäjäninformaatio) –sanomalla siirretään UUS-lisäpalvelussa käyttäjien välistä informaatiota

1.1.3 Informaatioelementit

Protokollaerottimen, puhelutunnuksen ja sanomatyypin lisäksi on olemassa koko joukko muita informaatioelementtejä, joista sanomat koostuvat.

- **Sending complete** (numerot lähetetty) ilmoittaa, että kutsutun käyttäjän numerotieto on lähetetty.
- **Bearer capability** (verkko-ominaisuudet) osoittaa halutun verkkopalvelun. Verkko käyttää tätä määrittääkseen vaatimukset yhteyden muodostamiselle sekä yhteensopivuustarkastukseen.

-
- **Channel identification** (kanavatunniste) ilmaisee kanavan liitännässä.
 - **Progress indicator** (etenemisosoitin) ilmoittaa puhelua kohdanneista tapahtumista.
 - **Called party number** (kutsutun liittymän numero) ilmaisee kutsutun tilaajan numeron.
 - **Calling party number** (kutsuvan liittymän numero) ilmaisee kutsuvan tilaajan numeron.
 - **Called party subaddress** (kutsutun liittymän aliosoite) ilmaisee kutsutun tilaajan aliosoitteen.
 - **Calling party subaddress** (kutsuvan liittymän aliosoite) ilmaisee kutsuvan tilaajan aliosoitteen.
 - **Display** (näyttö) siirtää IA5-merkkejä, jotka voidaan näyttää käyttäjän päätelaitteen näytöllä.
 - **Keypad facility** (näppäimistötoiminne) siirtää IA5-merkkejä, joilla ohjataan lisäpalveluja.
 - **Facility** (toiminne) ohjaa lisäpalveluja.
 - **Notify** (ilmoitus) ilmoittaa puhelun liittyvistä tapahtumista, esim. keskeytymisestä.
 - **Call state** (puhelun tila) ilmoittaa puhelun tilan.
 - **Cause** (syyarvo) ilmoittaa syyn sanoman lähettämiseen tai antaa lisätietoa virhetilanteista.
 - **High layer compatibility** (yläkerrosten yhteensopivuus) ilmaisee halutun telepalvelun, jonka perusteella vastapuoli suorittaa yhteensopivuustarkastelun.
 - **Low layer compatibility** (alakerrosten yhteensopivuus) –elementin avulla kutsuttu käyttäjä voi suorittaa yhteensopivuustarkastuksen.
 - **Restart indicator** (uudelleenkäynnistyksen osoitin) osoittaa uudelleenkäynnistettävää kanavaa tai liitintä.
 - **Connected number** (kytketty numero) ilmaisee numeron, johon puhelu on kytketty.
 - **Connected subaddress** (kytketty aliosoite) ilmaisee aliosoitteen, johon puhelu on kytketty.
 - **Redirecting number** (siirtävä numero) ilmoittaa numeron, joka on siirtänyt puhelun.
 - **Redirection number** (numero johon siirretään) ilmoittaa numeron, johon puhelu on siirretty.

1.1.4 SETUP-sanoma lähemmässä tarkastelussa

Sanomiin mahdollisesti sisältyvät informaatioelementit, niiden tyyppi (M=pakollinen, O=valinnainen) ja pituus määritellään standardeissa. Seuraavassa taulukossa on ETSIn ETS 300 102-1:n mukainen SETUP-sanoman rakenne.

Taulukko 1 SETUP-sanoman informaatioelementit (ETS 300 102-1)

Informaatioelementti	Tyyppi	Pituus
Protocol discriminator	M	1
Call reference	M	2-3
Message type	M	1
Sending complete	O	1
Bearer capability	M	4-13
Channel identification	O (M n->u)	2-*
Facility	O	2-*
Progress indicator	O	2-4
Network specific facilities	O	2-*
Display	O	2-34
Keypad facility	O	2-34
Calling party number	O	2-23
Calling party subaddress	O	2-23
Called party number	O	2-23
Called party subaddress	O	2-23
Transit network selection	O	2-*
Low layer compatibility	O	2-16
High layer compatibility	O	2-4
User-user	O	2-131

Informaatioelementtien sisältö on myös määritelty standardeissa. Seuraava taulukko valaisee Calling party number –informaatioelementin rakennetta.

Taulukko 2 Calling party number -informaatioelementin rakenne (ETS 300 102-1)

8	7	6	5	4	3	2	1	octet	
0	1	1	0	1	1	0	0	1	Calling party identifier
Length of calling party number contents								2	
0/1	Type of number				Numbering plan			3	
1	Pres.ind.		S p a r e			Scre.ind.		3a	
0	Number digits (IA5 characters)							4	
0									etc.

Oktetin 3 Type of number –kentälle standardi (ETS 300 102-1) määrittää seuraavat vaihtoehdot:

000 unknown
 001 international number
 010 national number
 011 network specific number
 100 subscriber number
 110 abbreviated number
 111 reserved for extension

Oktettien ensimmäinen bitti (8) voi olla on ns. laajennusbitti (extension bit), joka ilmoittaa, onko samaan kokonaisuuteen liittyviä oktetteja vielä kyseisen oktetin jälkeen. Jos bitti on arvossa 1, oktetti on kokonaisuuden viimeinen ja jos bitin arvo on 0, kuuluu vielä ainakin seuraava oktetti kokonaisuuteen. Esimerkin tapauksessa oktetin 3 bitillä 8 ilmoitetaan, sisältyykö myös oktetti 3a informaatioelementtiin.

Seuraavassa kuvassa on erään mittalaitteen auki koodaama SETUP-sanoma. Alimpana on heksadesimaalisena koko sanoma. Kuten tarkkaavaisimmat lukijat varmasti jo huomasivat, on kuvassa myöskin virhe: Sending complete –informaatioelementti on virheellisesti koodattu “More Data”:ksi eikä verkkopalvelua ’Puhe’ ole koodattu ollenkaan!

```

Port A 10:11:14 709 960
                C SAPI= 0 (CCP) TEI= 0
                I   107 28   42
                PD=08 UCC Ref=O 009F

M 05  SETUP
I+A1  More Data
I 04  Bearer Capability      Len=3
      80  Coding standard    CCITT
          Transfer capability (00)
      90  Transfer mode      Circuit
          Transfer rate      64 kbits/s
      A3  Layer 1 protocol    G.711 A-law
I 6C  Origination Address   Len=11
      41  Type                Local
          Numbering plan     ISDN
          Address digits      020402037
I 70  Destination Address   Len=11
      C1  Type                Local
          Numbering plan     ISDN
          Address digits      0400419288
Q931: 08 02 00 9F 05 A1 04 03 80 90 A3 6C
      0B 41 80 30 32 30 34 30 32 30 33 37
      70 0B C1 30 34 30 30 34 31 39 32 38 38
  
```

Kuva 4 SETUP -sanoma mittalaitteen koodaamana

1.2 Puhelun muodostus ja purku

Puhelun muodostus alkaa käyttäjän lähettämällä SETUP-sanomalla, johon sisältyy aina Bearer capability –informaatioelementti halutun verkkopalvelun ilmoittamiseksi. Verkko käyttää tätä tietoa määrittääkseen siirtotievaatimukset yhteydelle sekä yhteensopivuustarkastukseen. SETUP-sanoma voi sisältää myös puheluinformaatiota (osan tai kaikki numerot ja lisäpalvelupyynnöt). Jos SETUP-sanomassa ei lähetetä kaikkia B-tilaajan numeroita (en-bloc sending), loput lähetetään yksi kerrallaan INFORMATION-sanomissa (overlap sending).

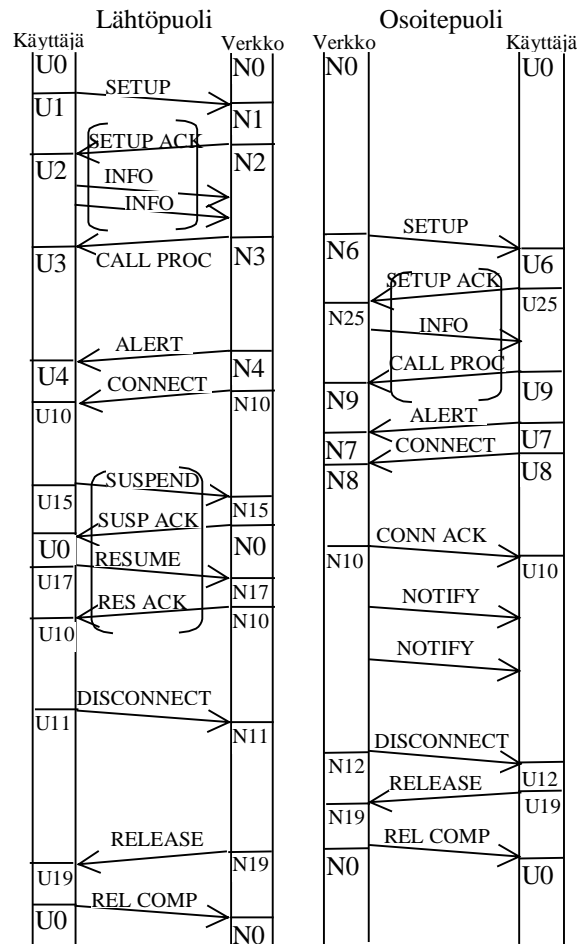
En-bloc –sending tapauksessa verkko vastaa käyttäjälle CALL PROCEEDING –sanomalla, kun se on voinut päätellä ottaneensa vastaan kaiken vaadittavan puheluinformaation tai kun käyttäjän SETUP –sanomassa on ollut Sending complete –informaatioelementti.

Overlap sending –tapauksessa verkko kuittaa SETUP –sanoman SETUP ACKNOWLEDGE –sanomalla jääden odottamaan lisää puheluinformaatiota. Saatuaan tarvitsemansa tiedot, verkko lähettää käyttäjälle CALL PROCEEDING –sanoman tai mahdollisesti jo ALERTING tai CONNECT –sanoman.

Verkko lähettää ALERTING –sanoman kutsuvalle käyttäjälle saatuaan ALERTING –sanoman kutsutulta käyttäjältä ilmoituksena siitä, että puhelin soi. CONNECT –sanoman lähetyksen kutsuvalle käyttäjälle aiheuttaa kutsutulta käyttäjältä saatu CONNECT, johon verkko vastaa CONNECT ACKNOWLEDGE –sanomalla. Käyttäjän ei ole pakko kuitata CONNECT –sanomaa.

Puhelun purkamisen voi aloittaa joko käyttäjä tai verkko lähettämällä DISCONNECT –sanoman. Normaalisissa purkusanomassa on syyarvona #16 ”Normal call clearing” ja location kentässä arvo ”user”. DISCONNECT –sanoman vastaanottaja vastaa RELEASE –sanomalla, joka vielä kuitataan RELEASE COMPLETE –sanomalla. Puhelun siis puretaan ns. 3-vaiheisella kädenpuristuksella, joka minimoi mahdollisuuden purkaa yhteys vahingossa.

Kuvaan on merkitty myös puhelun eri vaiheisiin liittyvät tilat, jotka on määritelty standardeissa. Yleensä tila vaihtuu lähetettäessä tai vastaanotettaessa sanoma. Samalla myös yleensä standardien määrittelemät ajastimet alkavat käydä tai pysähtyvät. Ajastimilla estetään erilaisiin virhetilanteisiin jääminen ikuisiksi ajoiksi, esim. vastapään puhelimen soiminen ikuisesti.



Kuva 5 Puhelun muodostus ja purkaminen

1.3 Lisäpalveluiden ohjaus

Seuraavien kahden ohjausmenetelmän lisäksi Q.932:ssa määritellään Feature key –ohjaus, jota ei kuitenkaan ole Suomessa käytössä.

1.3.1 Keypad-ohjaus

Keypad-ohjaus on toinen ISDN-liittymien lisäpalvelujen ohjausmenetelmistä. Erilaisilla ohjauksilla voi käyttäjä joko aktivoida, passivoida, kysellä tai puhelukohtaisesti käyttää haluamaansa lisäpalvelua. Ohjaus suoritetaan päätelaitteen näppäimistöllä käyttäen numeroita sekä *- ja #-merkkejä.

Esimerkkejä ohjauksista:

Välittömän ennakkosiirron aktivointi: *21#

Välittömän ennakkosiirron aktivointi numeroon 54321: *21*54321#

Välittömän ennakkosiirron passivointi: #21#

Välittömän ennakkosiirron tilan kysely: *#21#

Keypad-ohjaukset siirretään Keypad facility –informaatioelementissä.

1.3.2 Funktionaalinen ohjaus

Funktionaalinen ohjaus eroaa keypad-ohjauksesta siten, että käyttäjän ei tarvitse tietää miten lisäpalvelua ohjataan. Päätelaitteelta ei vaadita keypad-ohjauksessa mitään erikoisominaisuuksia, mutta funktionaalista ohjausta käyttävän päätelaitteen on ymmärrettävä lähettämiensä ja vastaanottamiensa sanomien tarkoitus.

HOLD –lisäpalveluita ohjataan erillisillä HOLD, HOLD ACKNOWLEDGE, HOLD REJECT, RETRIEVE, RETRIEVE ACKNOWLEDGE ja RETRIEVE REJECT –sanomilla.

Muiden lisäpalveluiden funktionaaliset ohjaussanomat lähetetään Facility –informaatioelementissä, joka näyttää enemmän omalta, itsenäiseltä sanomalta kuin informaatioelementiltä. Facility –informaatioelementti koostuu erilaisista komponenteista, joiden muoto muistuttaa informaatioelementtejä. Lisäpalvelut on määritelty ASN.1:llä (Abstract Syntax Notation No. 1), joka koodataan BER:llä (Basic Encoding Rules) biteiksi, jotka voidaan siirtää käyttäjältä verkolle, joka osaa muodostaa niistä jälleen lisäpalvelun ohjauspyynnön.

1.4 Lähdeluettelo

- [1] ETSIn standardit <www.etsi.fr>
- [2] ITU-T:n standardit <www.itu.ch>
- [3] Kaplas, Mikko, ISDN-asiantuntija, haastattelu 10.3.1999
- [4] Kessler, Gary C., Southwick, Peter V., ISDN Concepts, Facilities, and Services, McGraw-Hill, New York 1998
- [5] Laxén, Johan, ISDN-lisäpalveluiden liittymämerkinannon testaus, Diplomityö, Teknillinen korkeakoulu, Tietotekniikan osasto, Espoo 1994, 92 s.
- [6] Stallings, William, ISDN and Broadband ISDN with Frame Relay and ATM, Prentice-Hall International 1995
- [7] Telehallintokeskuksen GFI-dokumentit <<http://www.thk.fi/suomi/tele/gfi/>>