

Juhani Laitinen

# Asiakasliittynän tekniikat, taloverkon kunnos- tus ja loppukäyttäjän IPTV-ratkaisut

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tietotekniikan koulutusohjelma

Insinööriyö

26.5.2015

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Juhani Laitinen Liityntäverkon tekniikat, taloverkon kunnostus ja loppukäyttäjän IPTV-ratkaisut 45 sivua + 2 liitettä 26.5.2015
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Tietotekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Tietoverkot
Ohjaaja(t)	lehtori Marko Uusitalo
<p>Työssä selvitettiin kiinteistön liityntäteknikkaa siitä lähtökohdasta, että taloverkkojen uusimistarpeen tullessa ajankohtaiseksi muuttuu myös operaattorin liityntäteknikka loppuasiakkaalle valokuitupohjaiseksi. Tässä työssä oletettiin, että taloverkon kunnostuksen jälkeen taloyhtiö oli kiinnostunut kaapeli-tv- ja laajakaistapalveluiden tarjoamisesta asukkailla.</p> <p>Taloverkon kunnostuksessa kuvailtiin vanhaan antenni- ja puhelinverkkoon liittyviä puutteita esimerkkiyhtiössä. Tiedot saatiin silmämääräisesti tekemällä havaintoja kiinteistön tiloissa, kiinteistön verkkokuvista ja asukaskommenteista. Tarkasteltiin verkon uusimisen tai kunnostamisen vaatimia lisäyksiä kaapelointeihin. Päädyttiin siihen, että verkon uusiminen tai kunnostaminen joudutaan päättämään tapauskohtaisesti. Tarvittaessa tulee hyödyntää kuntotutkimusta.</p> <p>Yksittäisistä sisäverkon komponenteista tutustuttiin antennivälijohtojen puutteellisiin suojausominaisuuksiin ja markkinatilanteeseen. Todettiin, että selvitystyötä voisi jatkaa tekemällä laajemman testin markkinoilla olevista liitäntäjohtoista.</p> <p>Kaapeli-tv:n kohdalla otettiin lähtökohdaksi kohteen sijainti, jossa kaikkien kolmen operaattorin verkkojen saatavuus on hyvä. Liittymishinnoittelun ja perusmaksujen todettiin riippuvan suuresti siitä, onko alueella jonkin operaattorin monopoli. Vaikka pääkaupunkiseudun osalta hinnoittelu oli kohtuullisempaa (tarjousten perusteella), harva taloyhtiö on kuitenkaan kilpailuttanut kaapeli-tv-ratkaisuaan.</p> <p>Käsiteltiin DOCSIS-modeemitekniikkaa ja tulevaa päätetekniikkaa. Käytiin läpi kaapelitelevision katseluun käytettävien laitteiden hyväksymismenettelyä.</p> <p>Testattiin kahden operaattoririippumattoman IPTV-palvelujen hyötyjä ja päätelaitteita verrattuna kaapeli-tv-talouksissa laajasti käytössä oleviin tallentaviin digisovittimiin. IPTV-päätelaitteet kokeiltiin normaalissa kotikäytössä noin neljän kuukauden ajan. Todettiin, että laitteiden ohjelmistot kehittyivät huomattavan paljon testiaikana. Lopputulokseksi saatiin, että IPTV-tekniikka ei tarjonnut yhtä hyvää kuvanlaatua ja kanavatarjontaa, vaikka teknisesti kaikki toiminnot toimivat melko hyvin.</p>	
Avainsanat	Kaapeli-TV, Taloverkko, Laajakaista, IPTV

Author(s) Title Number of Pages Date	Juhani Laitinen Access Networks, Upgrading House Networks and End -User IPTV-systems. 45 pages + 2 appendices 26 May 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Information and Communications Technology
Specialisation option	Data Networks
Instructor(s)	Marko Uusitalo, Senior Lecturer
<p>The aim of this thesis was to study what should be done technically when a housing company is upgrading house network infrastructure and operator access network connection. It was assumed that after the upgrade the residents would be interested to order modern broadband network and cable TV services.</p> <p>Network deficiency and flaws concerning existing paired cable and coaxial networks are registered and listed in the study. The findings were gathered by visual inspection of the coaxial cable wiring and with the help of the network diagram.</p> <p>By gathering the network building and upgrading information from Finnish Communications Regulatory Authority it was possible to compare the updated wiring requirements of the modern network with the old existing ones. It was concluded that measurement of the old network is always the best choice in this situation. Otherwise it is almost impossible to know in advance whether to upgrade the existing network or to build a totally new one.</p> <p>Antenna cable between the TV receiver and the aerial connection box is a critical component of cable TV network at home. Bad electrical shielding within the cable may harm the reception of television channel multiplexes. Studies indicate that most crimp connectors of cables in the market were badly shielded against interference. Basically the conclusion was that a larger number of TV cables with IEC connectors should be measured and compared accordingly.</p> <p>As to cable TV connections, it become evident that the fee for sign-up is much higher outside the capital city area because of lack of competition between operators. Although in the metropolitan area the sign-up pricing was more reasonable, or even free of charge, housing companies are not usually bothered to chance the operator.</p> <p>The final aim of study was to test two different end-user IPTV solutions against the functions of a digital cable TV set-top box. It was concluded that picture quality and sharpness were not good enough compared to a regular high definition set-top box. Most functions worked just fine, but both systems suffered of the absence of some basic and pay-tv channel services in OTT-mode.</p>	
Keywords	Cable TV, House Network, Broadband, IPTV

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Asiakasliittynän verkkotekniikat	1
2.1	Valokuitu	2
2.1.1	Loogiset verkkotopologiat	2
2.1.2	Ulottuminen	2
2.2	Parikaapeli / xDSL	3
2.3	Koaksiaalikaapeli / Kaapeli-tv verkko	5
2.3.1	Kaapelimodeemi	6
2.3.2	TV-kanavien jakelutekniikkaa	7
3	Kiinteistöjen sisäverkot	9
3.1	Päätöksenteon haasteet taloyhtiössä	9
3.2	Taloverkko ennen kunnostusta (esimerkki)	10
3.3	Yleiskaapelointijärjestelmän rakentaminen asuinkiinteistöön	11
3.4	Antenniverkon uudistaminen tai kunnostaminen	12
3.5	Huoneiston sisäiset yhteydet	14
3.5.1	Kotikaapelointi	14
3.5.2	Antennivälikaapelit	15
3.5.3	Langaton verkko WLAN	18
4	Palvelut	22
4.1	Kaapeli-TV-palvelut eri operaattoreilla	22
4.1.1	Operaattorikohtainen saatavuus	22
4.1.2	Perusohjelmapalvelut	23
4.1.3	Maksukanavien salauksenpurkutekniikka	25
4.1.4	Kaapelitelevisioverkkoon hyväksytyt päätelaitteet	26
4.1.5	IPTV	27
4.2	Laajakaistapalvelut	27
4.3	Maanpäällisen antenniverkon muutokset	28
5	Loppukäyttäjän IPTV-järjestelmät kokeilussa	29
5.1	Watson-tv ja Makuuni	29
5.1.1	Riippuvuus operaattorista	30

5.1.2	Sovellus usealle eri päätelaitteelle	30
5.1.3	Dune HD Connect -laitteen asennus ja käyttö	31
5.1.4	Kuvasuhde	32
5.1.5	Ääni	33
5.1.6	Käyttöliittymä	33
5.1.7	Tallennus	34
5.1.8	Maksukanavat ja saatavuus	35
5.2	Maxivision Viihde	36
5.2.1	Kuvalaatu ja kuvasuhde	37
5.2.2	Palvelun käyttöönotto ja päätelaite	38
5.2.3	Boksin käyttöliittymä	39
6	Loppupäätelmät	40
	Lähteet	42

#### Liitteet

Liite 1. DNA Welho kaapeli-tv-verkon kanavaniput (pääkaupunkiseutu)

Liite 2. DNA Welho kaapeli-tv-verkon kanavalista (pääkaupunkiseutu)

## Lyhenteet

FTTB	Fibre To The Building. Valokuituyhteys ulottuu rakennuksen jakamoon.
FTTC	Fibre To The Curb. Kuituyhteys tuodaan alle 300 metrin päähän loppukäyttäjistä.
FTTN	Fibre To The Node. Kuituyhteys tuodaan alueen keskittimelle. Lähimpänä HFC-verkon topologiaa. vrt. FTTLA.
FTTLA	Fibre To The Last Amplifier. Sama kuin HFC valokuituverkon kannalta.
FTTH	Fibre To The Home. Valokuituyhteys ulottuu pientalon tai huoneiston jakamoon.
HFC	Hybrid Fibre-Coaxial. Valokuitukaapeli ja koaksiaalikaapeli yhdessä muodostavat hybridiverkon (esim. DOCSIS-järjestelmä).
P2P	Point-To-Point connection. Pisteestä-pisteeseen-yhteys.
PON	Passive Optical Network. Passiivinen valokuituverkko.
ITU-T	International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector. Kansainvälisiä telealan standardeja kehittävä järjestö.
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineering. Tekniikan alan kansainvälinen järjestö, joka järjestää konferensseja, julkaisee tiedejulkaisuja, edistää koulutusta ja määrittelee teknisiä standardeja.
DVB-C/C2	Digital Video Broadcasting - Cable. Kaapelitelevisiokäyttöön Euroopassa kehitetty digitaalinen lähetystandardi.

DVB-T/T2	Digital Video Broadcasting - Terrestrial. Maanpäällisen antenniverkon digitaalinen lähetystandardi.
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line. Verkkokytkentäteknikka kupariparikaapeliin. ADSL2+:n huippunopeus alavirtaan on 24 megabittiä sekunnissa.
VDSL	Very High Speed Digital Subscriber Line. VDSL on nopein yleisessä käytössä oleva siirtotekniikka datayhteyksille pari-kaapelissa. Nopeus profiililla 30a on jopa 100 Mbit/s alle 500 metrin siirtoetäisyydellä.
POTS	Plain Old Telephone Service. Lankapuhelinverkko.
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer. Keskitin, joka jakaa ja yhdistää tilaajalinjan operaattorin verkkoon ja toimii layer-2-tason kytkimenä ja mediamuuntimena näiden verkkojen välillä.
DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specification. Järjestelmä mahdollistaa nopean tiedonsiirron kaapelitelevisiojärjestelmässä koaksiaalikaapelissa TV-palvelujen rinnalla. Euroopassa Eurodocsis versio 3.0 kaapelimodeemeissa. Versio 3.1 on julkaistu vuonna 2013.
CMTS	Cable Modem Termination System. Koaksiaali- ja kuitukaapelit päättävä keskitin kaapelitelevisioverkon laitetilassa.
Downstream	Myötäsuunnan tiedonsiirto (alavirtaan) tietoverkossa.
Upstream	Paluusuunnan tiedonsiirto (ylävirtaan) tietoverkossa.
MIMO	Multiple-Input-Multiple-Output. Tekniikka, jolla langatonta tiedonsiirtoa voidaan nopeuttaa siirtämällä yhtä aikaa tietoa aikajakoisesti, taajuusjakoisesti ja tilajakoisesti samassa siirtokanavassa.

MU-MIMO	Multi-User-Multiple-Input-Multiple-Output. Mahdollistaa langattoman siirtoverkon siirtotien jakamisen tehokkaasti eri laitteiden välillä.
QAM	Quadrature Amplitude Modulation. Nelivaiheamplitudimodulaatio, jota käytetään digi-tv-sovelluksissa useana versiona.
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing. Modulaatiomenetelmä, joka perustuu tuhansien rinnakkaisten kantaaltojen käyttöön.
LDPC	Low Density Parity Check. Lineaarinen virhekorjauskoodi, jota käytetään, kun halutaan lähettää tietoa kohinaisen siirtokanavan yli.
Must-carry	Jakeluvuote, joka velvoittaa kiinteän verkon operaattorin jakamaan tietyn maanpäällisen näkyvyysalueen ohjelmat myös omassa verkossaan.
DCI 4K	Digital Cinema Initiatives 4K. Elokvateollisuuden käyttämä versio 4K-tekniikasta.
UHD-1	Ultra High Defenition 1. Televisiokäyttöön suunniteltu versio 4K:sta.
WLAN	Wireless Local Area Network. Langaton lähiverkkotekniikka. Nopeusluokat/siirtoluokat 802.11 a/b/g/n/ac.
Conax	Norjalaisen Telenor-yhtiön kehittämä salausmenetelmä DVB-lähetysten salaamiseen antenni- satelliitti- ja kaapeli-verkoissa. CA-moduuli tai laitteeseen sisäänrakennettu lukija.
CI/CI+	Common Interface/Common Interface Plus. DVB-salauksen purkuun tarkoitettu lukijan liitäntä tai lukija.



FiCom ry	Finnish Federation for Communications and Teleinformatics. FiCom on suomalaisen ICT-alan edunvalvoja ja yhteistyöjärjestö.
NorDig	Ohjelman lähettäjiä ja verkko-operaattoreita edustava ryhmä, joka hakee yhteisesti hyväksytyjä minimivaatimuksia Pohjoismaissa käytettäville dekodeerille ja salaustekniikoille. Valittuja tekniikoita ovat mm. DVB, CI ja MHP.
CA	Conditional Access. Ehdollinen pääsy on maksu-tv-kanavien salauksessa käytetty tekniikka, jolla voidaan sallia asiakkaan nähdä ainoastaan ne palvelut, jotka on tilannut. Salaus estää luvattoman katselun muilta kuin maksavilta tilaajilta.
LCN	Logical Channel Number. Looginen kanavanumero DVB-verkossa. Esim. YLE TV1 = 1.
DVB-SSU	Digital Video Broadcasting System Software Update. DVB-järjestelmän ohjelmapäivitysproseduuri.
OTA	Over-The-Air. Ilmasiirtokanavan yli. Esimerkiksi laiteohjelmiston päivitys terrestriaaliverkon kautta.
ETSI	European Telecommunications Standards Institute. Eurooppalainen telealan standardoimisjärjestö.
VoD	Video on Demand. Tilausvideopalvelu.
IPTV	Internet Protocol Television. Laajakaistatelevisio tarkoittaa rajattua järjestelmää, jossa kanavat välitetään operaattorin kautta samaan tapaan kuin kaapelitelevisiossa. Katseluun tarvitaan erillinen päätelaite. On viestintäpalvelu, joten viestintämarkkinalain laatu- ja teknisten vaatimusten tulee täyttyä.
MSO	Multi-System-Operator. Yleensä kaapeli- tai satelliittitelevisio-operaattori, joka hallinnoi palveluja omassa verkossaan.

Tag	Tägi. Ohjelmat voidaan merkitä erilaisilla tunnuksilla, joka mahdollistaa ryhmittelyn tallennusta varten.
Internet-TV	TV-palvelujen jakelua internetissä. Esim. Areena, Katsomo tai ruutu.fi. Ei ole viestintä- vaan sisältöpalvelu.
OTT	Over-The-Top content. Yleisessä internetissä jaettavat suorat tv-kanavat kuuluvat tähän ryhmään, silloin kun ollaan jakkelevan operaattorin verkon ulkopuolella. Katseluun vaaditaan päätelaite kuten IPTV-järjestelmässä.
HLS	HTTP Live Streaming. Applen kehittämä tiedonsiirtomuoto, jossa siirtovirta pätkitään pieniin http-pohjaisiin tiedostoihin. Siirrossa voidaan valita minkä laatutasoista virtaa milloinkin toistetaan.
IP Multicast	Internet-protokollan ryhmälähetys, jossa datakehykset lähetetään yhdeltä usealle tai usealta usealle vastaanottajalle kerralla. Laitteen tulee liitettynä multicast-ryhmään.
IP Unicast	Internet-protokollan täsmälähetys, jossa datakehykset lähetetään yhdeltä lähettäjältä ainoastaan yhdelle vastaanottajalle kerrallaan. Käytössä OTT-järjestelmissä.
PAL	Phase Alternate Line. PAL on Euroopassa ja maailmassa laajasti käytetty lomiteltu kuvan analoginen väri- ja koodausmenetelmä.
SDTV	Standard-Definition Television. Vakio- tai standardipiirtoinen tv-lähetys, jossa kuvan lähetystarkkuus on sama kuin analogisessa lähetyksessä (PAL-järjestelmässä 576i). Lähetyksen kuvasuhde on 4:3 tai 16:9.
HDTV	High-Definition Television. Teräväpiirtoinen tv-lähetys, jossa kuvan lähetystarkkuus on 720p/1080i/10180p ja kuvasuhde aina 16:9.

Pillar Box	Kuvasuhteen lähetyksmuoto, jossa 4:3-lähetyks lähetetään niin, että sivuilla näkyy palkit, kun lähetyksä katsotaan 16:9-kuvasuhteen ruudulla.
Letter Box	Postiluukku on kuvasuhteen lähetyksmuoto, jossa 16:9-materiaali näytetään 4:3-kuvasuhteen ruudulla niin, että ylös ja alas tulee mustat palkit.
microSD	Micro Secure Digital -muistikortti. Secure Digital muistikortti-standardi, johon kuuluu erikokoisia ja nopeusluokaltaan (Class 2–Class 10) erinopeuksisia kortteja.
Digita	Verkko-operaattori, joka hallinnoi Suomen maanpäällisiä radio-, tv- ja mobiiliverkkoja mastoineen ja lähetyksasemi-neen (DVB-T). Omistaja on First State Investments Austral-ia.
Start-over TV	Katseluajan siirto, jossa käynnissä oleva live-lähetyks void-aan aloittaa alusta.
Catch-up TV	Katseluajan siirto, jossa vanha lähetyks voidaan katsoa tal-lenteesta.
ABS	Adaptive Bitrate Streaming. Muuttuva bittisuhteinen siirtovir-ta. Esim. Apple HLS.
MAC address	Media Access Control address. Fyysinen laiteosoite.
HDMI	High Definition Multimedia Interface. Näyttölaitteiden digitaalinen liitäntästandardi. Sisältää versiosta 1.2 alkaen Intelin digitaalisen sisällönsuojauksen (HDCP).
IEC	International Electrotechnical Commission. Kansainvälinen sähköalan standardointiorganisaatio, jonka jäseniä ovat kansalliset järjestöt.

## 1 Johdanto

Tässä lopputyössä käydään läpi tietoverkkojen liityntäteknikoita tilanteessa, jossa taloyhtiö suunnittelee uudistavansa sisäiset tietoverkkonsa määräysten mukaisiksi ja tasolle, joka mahdollistaa nykyaikaiset tietotekniset palvelut asukkailla. Kaapelitelevisiopiopuolelta käsitellään liityntäteknikka, palveluja ja salausrjestelmän perusteita. Loppukäyttäjän palveluina verrataan kahta kilpailevaa IPTV-järjestelmää siitä näkökulmasta, miten niillä korvattaisiin perinteinen tallentava digisovitin kaapelitelevisiokäytössä.

Maanpäällisen antenniverkon jakeluteknikkaa ja palvelutarjontaa ei tässä yhteydessä käydä läpi. Myöskään langattomia laajakaistaverkkoja tai kiinteää puhelinliikennettä ei käsitellä.

## 2 Asiakasliitynnän verkkotekniikat

Liityntäverkolla tai tilaajaverkolla tarkoitetaan sitä yleisen televerkon osaa, johon loppuasiakkaat tai heidän sisäinen verkkonsa liittyvät. Yleensä kerrostalossa tai kiinteistössä on useampi eri liityntäteknikka käytössä yhtä aikaa jo siitäkin syystä, että kiinteistön sisäverkkojen toteutukset ovat usein peräisin itse rakennusten rakentamisvuodelta ja niitä uudistetaan muiden peruskorjausten yhteydessä.

Tekniikoita eri liityntäverkoissa ovat muun muassa:

- valokuidun ulottumistekniikat (FTTX)
- laajakaistainen tilaajayhteys parikaapelissa (xDSL)
- hybridi kuitu-koaksiaali- kaapelitelevisiokäytössä (HFC)
- televisiokanavien välitys kaapeliverkossa (DVB-C/C2)
- laajakaistainen tiedonsiirto kaapelitelevisioverkossa (DOCSIS)
- langaton lähiverkko (WLAN)
- langattomat laajakaista- ja puhelinverkot (3G, 4G, LTE)
- maanpäällinen antenniverkko (DVB-T/T2)

- lankapuhelinverkko (POTS).

## 2.1 Valokuitu

Laajimmillaan optiseen liityntäverkkoon voi kuulua kolme kaapelointitasoa: syöttökaapelointi, jakokaapelointi ja talokaapelointi. Kaapeloinnin tasot liitetään toisiinsa ristikyt-kentöjen lisäksi esimerkiksi aktiivilaitteilla, haarajatkoksilla ja jaottimilla.

### 2.1.1 Loogiset verkkotopologiat

Seuraava jaottelu koskee loogisia eli signaalin yhteyksien topologioita.

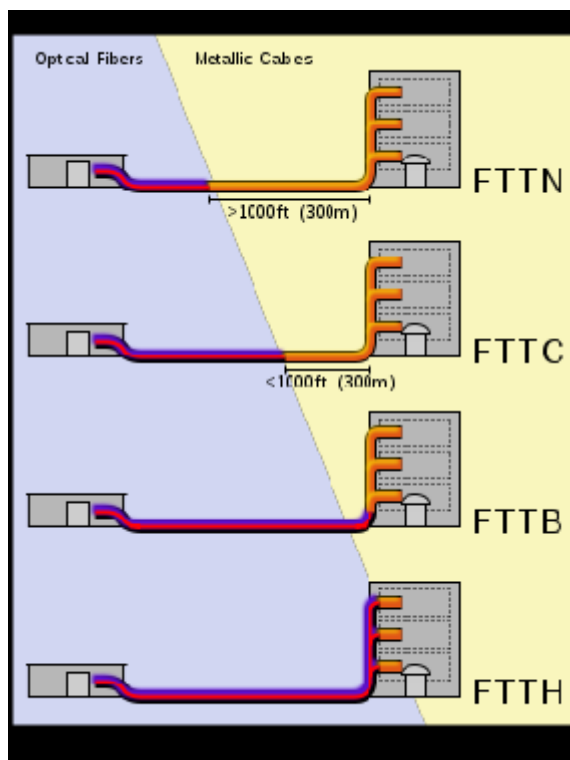
- Täysi tähti. Jokainen asiakasliittymä on liitetty liityntäverkon solmuun omalla yhteydellään (P2P).
- Aktiivinen tähti. Jokainen asiakasliittymä on liitetty paikalliseen kytkimeen ja kytkin pisteestä-pisteeseen-yhteydellä liityntäsolmuun.
- Passiivinen optinen verkko (PON). Asiakasliittymät on yhdistetty passiivisen jaottimen kautta liityntäsolmuun. Jaotin on liitetty yhdellä yhteydellä liityntäsolmuun, joten asiakasliittymät jakavat kapasiteetin jaottimessa. Solmun ja asiakasliittymän välistä topologiaa kutsutaan pisteestä-moneen-pisteeseen-yhteydeksi (P2MP).

Yhden ja saman verkon looginen topologia, kuitutopologia ja kaapelitopologia eivät välttämättä ole sama asia, koska topologia voidaan määritellä verkon eri tasoilla. (1, s. 11). Optisen liityntäverkon keskeiset siirtoyhteykskerroksen tietoliikennejärjestelmät ovat P2P Ethernet-tekniikka, PON-tekniikat, sekä digitaalinen televisio (DVB-C/C2) ja kaapelimodeemitekniikka (DOCSIS). Jokaisella edellä mainitulla tietoliikennejärjestelmällä on siirtoetäisyyden, aallonpituuden ja nopeuden mukaan jaotellut ITU-T:n ja IEEE:n määrittämät standardit. (1, s. 12.)

### 2.1.2 Ulottuminen

Termillä FTTX kuvataan optisen kuidun ulottumista. Termi X kertoo, miten lähelle lop-pukäyttäjää kuitu on viety fyysisesti.

- FTTC - Valokuitu tuodaan kadulla kytkentäkaappiin (cabinet) tai yhteyspisteeseen (curb), joka sijaitsee alle kolmensadan metrin päässä käyttäjästä. Esimerkiksi Elisalla kaapeli viedään ensiöjakamoon.
- FTTP - Valokuitu käyttäjän hallitsemalle "tontille" (premises). Voi myös tarkoittaa FTTC:tä, jossa valokaapeli päättyy yhteyspisteeseen esim. katualueella tontin ulkopuolella.
- FTTN - Valokuitu yhteyspisteeseen (node) tai kortteliin. Voi tarkoittaa samaa kuin FTTC, mutta etäisyys voi olla yli kolmesataa metriä käyttäjästä.
- FTTH - Valokuitu viedään suoraan operaattorin verkosta kerrostalon huoneistoon (esim. kotijakamoon) tai pientalon jakamoon (home), johon asennetaan kuitumuunnin. (2.)



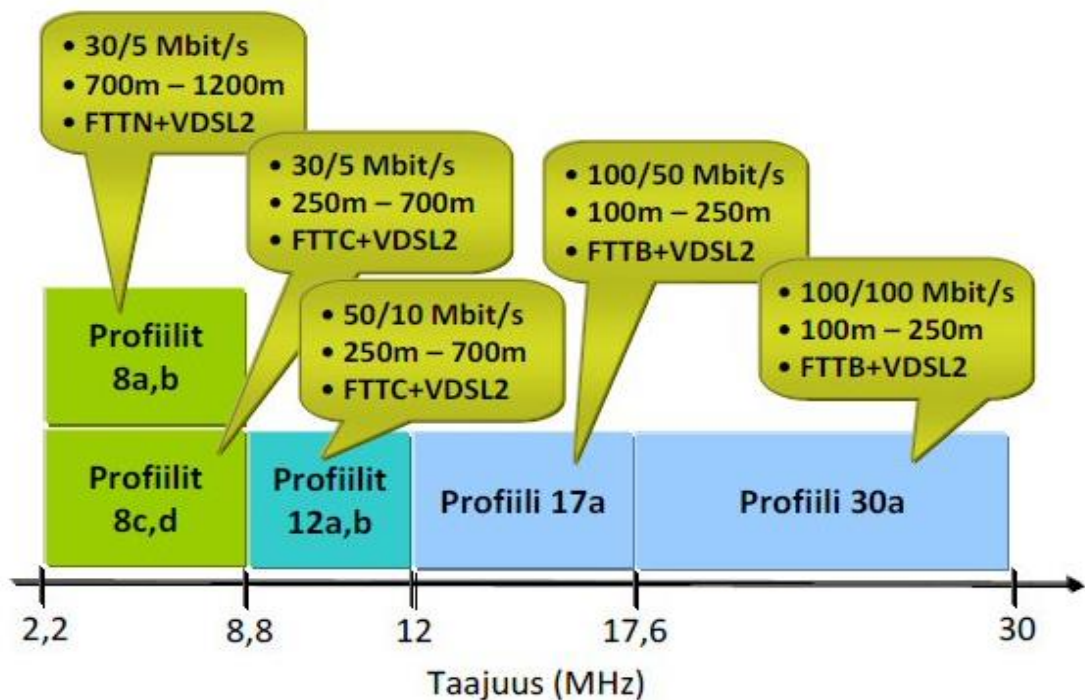
Kuva 1. Valokuituverkon ulottuminen merkitty kuvaan violetilla ja kuparikaapelin osuus oranssilla värillä (2).

## 2.2 Parikaapeli / xDSL

Vaikka kaikki operaattoreiden omat runkoverkot ovat käytännössä kaikki valokuitupohjaisia, eivät asuinkiinteistöjen sisäverkot ole päivittyneet ollenkaan samaa tahtia tämän kehityksen kanssa. Perinteinen puhelinverkko on tarkoitettu vain analogisia puheluita varten. Sitä ei ole lähtökohtaisesti suunniteltu laajakaistakäyttöön. DSL-tekniikat mah-

dollistavat kuitenkin laajakaistaliittymien toteuttamisen perinteisen puhelinverkon kautta. (3, s. 8.) VDSL2-tekniikkaa käyttäen päästään tyypillisesti 30–100 Mbit/s myötäsunnan siirtonopeuksiin. (3, s. 10.)

Huippunopeuksia (~100/10 Megabittiä sekunnissa) saadaan vain lyhyellä kaapeloinnilla niihin kiinteistöihin, jotka ovat alle 300 metrin päässä operaattorin keskustilasta tai keskittimestä. Jos etäisyys on kolmestasadasta seitsemäänsataan metriin, toimitetaan 50/10 Mbit/s-nimellisenopeuksista VDSL-liittymää. (4.) Ainakin Elisalla on käytössä VDSL-liittymissä ainoastaan kiinteä 17a-profiili, jonka takia yhteyden myötäsunnan nopeus rajoittuu alle 50 megabittiin sekunnissa jo noin 600 metrin kaapelipituuksilla (5). Niin sanottu nopeuslupaus takaa, että keskimääräinen nopeus kaikissa liittymissä kuuden tunnin mittausjaksolla on aina vähintään puolet nimellisenopeudesta (6). Yli kilometrin päässä asuvien on sitten tyytyminen hitaampaan ADSL-yhteyteen, joka harvoin mahdollistaa esimerkiksi sujuvaa IPTV:n teräväpiirtokanavien seuraamista yhtä aikaa internetikäytön kanssa.



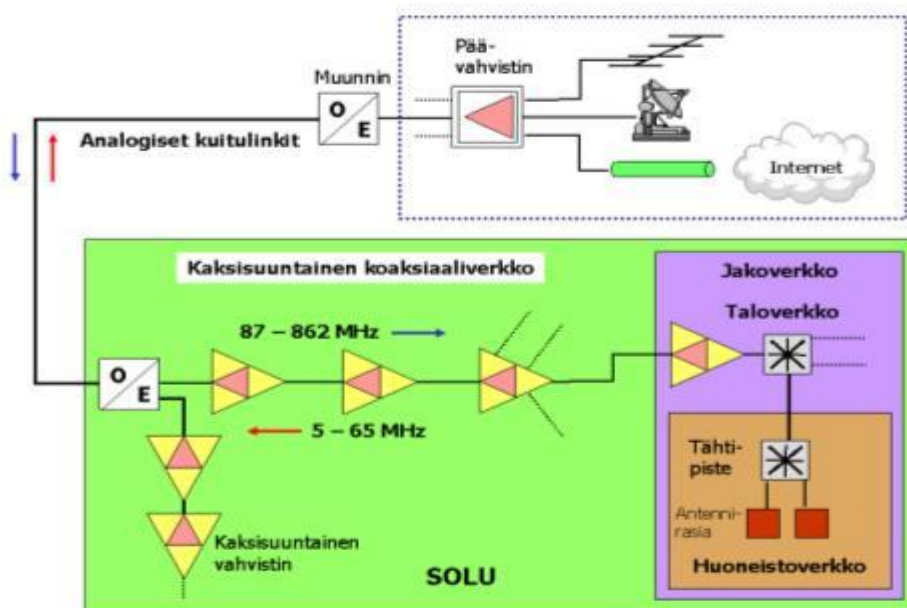
Kuva 2. VDSL2-profiilien taajuusalueet, tilaajayhteyden pituudet ja nimellisenopeudet (6).

Toinen vaihtoehto on keskittimen (DSLAM) tuominen suoraan esimerkiksi asuin-kiinteistön talojakamoon, josta signaali jaetaan puhelinkaapeloinnin kautta asuntoihin DSL-tekniikkaa käyttäen (3, s. 9). Tässäkin vaihtoehdossa sisäverkon kunnolla ja etäisyydel-

lä talojakamosta huoneistoon on vaikutusta toteutuneeseen nopeuteen. Huonolaatuinen kaapelointi tai sen liitokset voivat aikaansaada tilanteen, jossa kiinteistön sisäverkko ei pysty läpäisemään kunnolla tarpeeksi laajaa taajuuskaistaa, jolloin siirtonopeudet laskevat, ja/tai linja voi alkaa virheillä. Kulloinkin saavutettava nopeus riippuu samanaikaisten yhteyksien määrästä kaapeleissa eli sisäjohtoverkon kuormituksesta. Verkon ulkopuolella olevat sähkölaitteet kuten hissit tai ilmastointilaitteet voivat aiheuttaa häiriöitä ja nopeuden laskua siirtotiellä. (7, s. 3.)

### 2.3 Koaksiaalikaapeli / Kaapeli-tv verkko

Kuvassa 3 on havainnollistettu kaapelitelevision jakeluverkon rakennetta. Perinteinen kaapeli-TV-jakeluverkko on rakentunut päävahvistinjärjestelmästä (D1) ja runkoverkosta. Solun sisällä olevaan alueelliseen vahvistinkeskukseen (haaraverkko D2) signaali on tuotu valokaapelia pitkin. Alueellinen vahvistinkeskus muuttaa valokaapelin signaalin kanta-aaltotyypiksi, jotta se voidaan jakaa asuinalueen kuparikaapeliverkkoon (jakoverkko D3). Käytännössä tämä tapa, jossa kiinteistöt on suoraan liitetty koaksiaalikaapelilla alueensa soluverkkoon, on edelleen käytössä useimmissa Helsingin ns. vanhoissa kaupunginosissa. Soluun kytkettyjen liittymien määrä vaikuttaa suoraan verkon palvelujen suorituskykyyn. Tällaista verkkoa kutsutaan myös HFC-verkoksi. (8.)





Kuva 3. HFC-verkon perusrakenne (8).

Koska kaapelitelevisioverkossa käytetään isoja, jopa kaupunginosan kokoisia segmenttejä, voi yhden vahvistinlaitteen kohinatason nousu estää yhdellä alueella jopa tuhannen talouden tiedonsiirron ja heikentää televisiokuvan näkyvyyttä koko alueella. Vian paikantaminen saattaa myös tästä syystä olla erityisen haastavaa. Näin ainakin silloin, kun asuinalue on kaapeloitu vanhemmalla koaksiaalikaapelitekniikalla. (9.)

Kiinteistöjen sisäverkkojen uudistamisen yhteydessä myös liityntäteknikka yleensä päivitetään niin, että signaali tuodaan suoraan valokaapelilla kiinteistön laitetilään (talojakamoon), josta se jaetaan eteenpäin käyttäen koaksiaalikaapelia ja/tai valokuitua. Tämä niin sanottu tilaajakuitu voi olla toteutettu yhdellä kuidulla aallonpituusjakoisesti tai kahdella erillisellä kuidulla, jolloin puhutaan tilaajakuituparista. Tällöin esimerkiksi operaattori DNA:lla kuitu alkaa asiakaskiinteistön talojakamon liitännäpisteestä ja päättyy operaattorin paikalliskeskuksen tai keskittimen ristikytkentätelineelle. (10, s. 9.)

### 2.3.1 Kaapelimodeemi

Kaapeli-tv-verkko on niin sanottu rengasverkko, jossa päätelaitteena toimiva modeemi yhdessä muiden modeemien kanssa jakaa kaapeliverkon laitetilassa olevan keskittimen tarjoaman taajuuskaistan. Tässä päättävässä keskittimessä (CMTS) on tarjolla erilliset taajuuskanavat myötä- ja paluusuuntaiselle tietoliikenteelle. Siirtonopeuden kasvaessa kasvaa myös käyttöön kytkettävien kanavien määrä. DOCSIS 3.0 -tyypin modeemin rautapuolen (HW) täytyy tukea minimissään neljää myötä- ja vastasuunnan liikenteen kanavaa. Kanavien maksimimäärää ei standardissa ole määriteltynä, vaan se perustuu enemmän käytettävissä olevaan kanavatilaan kaapelitelevisioverkossa ja päätelaitteeseen käytettävissä olevien mikropiirien suorituskykyyn. (11.) Tämän voi käytännössä havaita siitä, että esimerkiksi DNA:n toimittaman kaapelimodeemitekniikan myötäsuunnan huippunopeus jää käytännössä alle luvatus 350 Mbit/s, koska modeemin prosessorin suorituskyky ei riitä enää siinä tapauksessa, että siinä käytetään reitittävää tilaa. Siltaava tila antaa paremman läpäisykyvyn, koska modeemi ei siinä käytännössä suodata dataliikennettä ollenkaan. (12.)

DOCSIS 3.1 -standardi mahdollistaa Broadcomin tammikuussa 2015 julkaisemalla piirisarjalla BCM3390 yli gigabitin yhteysnopeuden myötäsuuntaan. Uudessa pian julkaistavassa BCM93390-modeemissa muun muassa seuraavat ominaisuudet:

- Kaksi kappaletta OFDM 196 MHz:n siirtokanavaa myötäsuuntaan.
- 32 kpl yksittäiskantaaltoon perustuvia DOCSIS 3.0 QAM siirtokanavia myötäsuuntaan.
- Kaksi kappaletta OFDM-A 96 MHz:n siirtokanavaa paluusuuntaan.
- 8 kpl yksittäiskantaaltoon perustuvia DOCSIS 3.0 QAM siirtokanavia paluusuuntaan.
- WLAN:n siirtonopeus on uudella MU-MIMO-tekniikalla vanhaan 802.11ac-tekniikkaan verrattuna nelinkertainen.
- Broadcom BCM4366 piirillä WLAN 802.11ac nopeudet jopa 2,2 Gbit/s 5 GHz:n ja 1 Gbit/s 2,4 GHz:n taajuuskaistoilla. (13.)

### 2.3.2 TV-kanavien jakelutekniikkaa

TV-kanavien jakelu kaapeliverkossa perustuu DVB-C-jakelutekniikkaan ja kanavanipuihin. Signaalin siirto poikkeaa merkittävästi antennijakelusta, koska kaapeliverkko on suljettu ja hallittu ympäristö, jossa signaali on aina melko voimakas. Verkossa saattaa kuitenkin muodostua monitie-etenemistä eli signaalikaikuja varsinkin verkon rakenteen vikatilanteissa. Myös ketjutetut vahvistimet saattavat säröyttää signaalia, mikä taas voi häiritä vastaanottoa. Kunkin multipleksin eli kanavanipun modulaatioparametrit määräävät signaalin vähimmäistason verkossa. Virhesuojaukseen käytetään ainoastaan Reed-Solomon-tekniikkaa. Koska signaalitaso on selkeästi korkeampi kuin maanpäällisessä antenniverkossa, voidaan laajasti käyttää 128-QAM ja 256-QAM-modulaatioita. Kaapeliverkon lähetyskanavan kaistaleveys on yhteneväinen vanhan analogisessa PAL-tekniikassa käytetyn kanavarasterin kanssa. Euroopassa käytetään VHF-alueella 7 MHz (vanha PAL B-järjestelmä) ja UHF-alueella 8 MHz (vanha PAL G) kanavajakoa. DVB-C-järjestelmä sisältää viisi vaihtoehtoista modulaatiomenetelmää, joissa bittinopeudet vaihtelevat 25–50 megabittiin sekunnissa. (14, s. 215.)

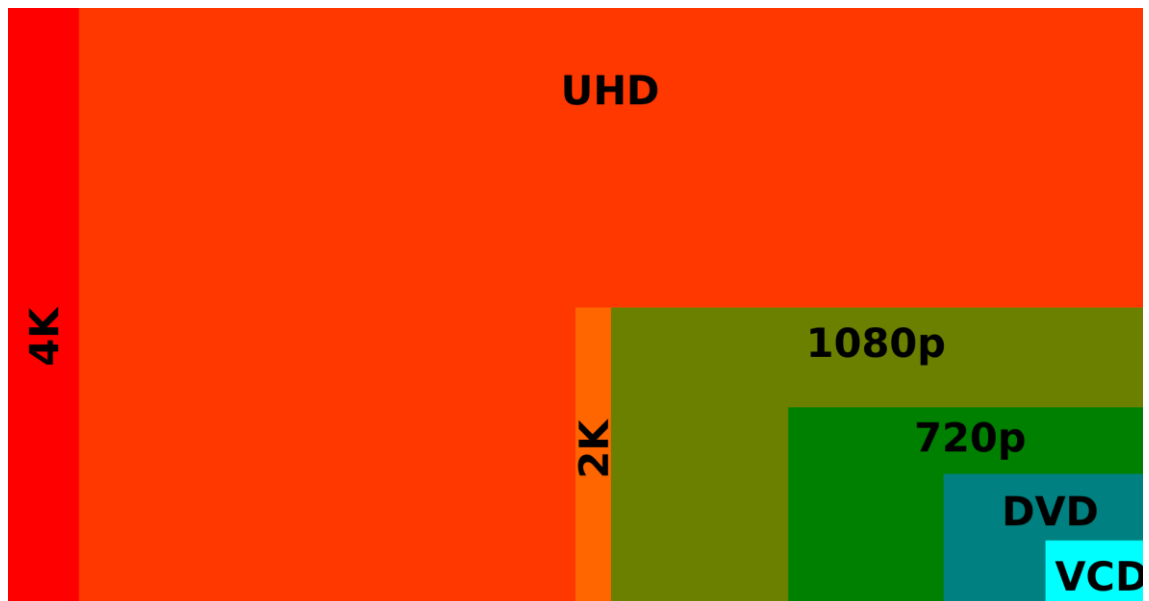
Taulukko 1. DVB-C modulaatioparametrit 8 MHz:n kaistanleveydellä (14, s. 216).

Modulaatio	Bittiä / symboli	Bittinopeus (megabittiä/s)	Signaalikohinasuhde (dB)
16-QAM	4	25,4	19
32-QAM	5	31,8	22
64-QAM	6	38,1	25
128-QAM	7	44,5	28
256-QAM	8	50,8	31

DVB-C2-standardi perustuu monikantaaliseen OFDM-tekniikkaan, jossa kantaaltoa voidaan moduloida eri tavoilla, joita ovat 16-QAM, 64-QAM, 256-QAM, 1024-QAM ja 4096-QAM. Järjestelmä voi toimia usealla eri kaistaleveydellä ja tv-kanavia voidaan niputtaa 8 MHz:n 4K-moodissa maksimissaan kahdeksan vierekkäistä kanavaa yhtä aikaa. Tässä kokonaiskaistaleveydeltään 64 MHz:n kaistassa on käytössä yksi OFDM-signaali, joka sisältää teoriassa 32000 kantaaltoa. Tämä tehokas aika-taajuusviipalointi parantaa järjestelmän toimivuutta häiriötilanteissa, koska tietyille taajuusalueelle osuva häiriö ei pääse pilaamaan vastaanottoa. Taajuuslomittelu toimii siten, että peräkkäiset tavut on jaettu eri kanaville, jolloin vastaanottimen virheensuojaus toimii mahdollisimman tehokkaasti. Aikalomittelu taas estää impulssimaisten häiriöiden vaikutuksia koko siirtokanavassa. DVB-C2-järjestelmän koodaus on LDPC, joka löytyy myös S2- ja T2-järjestelmistä. Virheenkorjaus on mahdollista valita tietyin askelin väliä 2/3–9/11. Kolmenkymmenen prosentin parannus siirtokapasiteettiin saadaan lähinnä siirtymällä 256-QAM-modulaatiosta 1024-QAM-modulaatioon. 4096-QAM-modulaatioissa siirtokapasiteetti kasvaa jopa 50 % verrattuna aikaisempaan DVB-C-standardiin. (14, s. 217.)

Kaapelitelevisioverkossa normaalipiirtoisena (SDTV) välitettävä kuva on yleensä pakattu MPEG-2-standardin mukaisesti, jolloin yksittäiseen kanavanippuun voidaan pakata 6–10 ohjelmakanavaa. Normaalipiirtoisen digitaalisen televisiokuvan tarkkuus on eurooppalaisessa DVB-järjestelmässä 720 (vaakasuuntaan) kertaa 576i (pystysuuntaan lomiteltuna) kuvapistettä, joka vastaa vanhan PAL-järjestelmän kuvatarkkuutta. Jos käytetään pakkaamiseen tehokkaampaa MPEG-4:sta (H.264), voidaan siirtää 12–25 normaalipiirtoista tai 4–6 teräväpiirtoista (HDTV) kanavaa yhdessä nipussa. Parhaaseen kuvan erottelukykyyn päästään luonnollisesti välittämällä kuva vastaanottimeen MPEG-4:nä, jolloin kuvan erottelu on maksimissaan 1920 kertaa 1080 kuvapistettä tai pikseliä. (14, s. 240.) Seuraavana kehitysaskelena tulee olemaan kuvan välittäminen niin sanotulla Ultra HD 1 -tekniikalla (14). Siinä kuvan erottelu on televisiokäytössä 3840 kertaa 2160 pikseliä, kun näytetään kuvaa kuvasuhteessa 16:9 (1:78:1). UHD-1:stä ei pidä sotkea elokuvateollisuuden käyttämään 4K-varianttiin (DCI 4K), jonka erottelukyky on 4096 kertaa 2160 ja siinä käytetään kuvasuhdetta 256:135 (1,9:1). Televisiovastaanotinten valmistajat ovat myös mainostaneet vastaanottimiaan 4K-yhteensopivina, vaikka kyseessä on teknisesti eri variantti pienemmällä vaakasuuntaisella resoluutiolla. (16.) Ultra HD 1 -signaali tullaan todennäköisesti välittämään kaapeliverkoissa DVB-C2-standardin mukaisella siirtotekniikalla. Tekniikka pystyy välittä-

mään samassa taajuustilassa kaksinkertaisen määrä tv-kanavia. DNA Welho on testannut pääkaupunkiseudun verkossaan DVB-C2-siirtoa vuonna 2012. (17.)



Kuva 4. Kuvassa esitetään eri erottelutarkkuuksien suhde toisiinsa (16).

Joissakin kaapeliverkoissa voidaan vastaanottaa DVB-T-tekniikan mukaisia lähetyksiä (DNA pääkaupunkiseutu, Oulu ja Raisio). DNA:n tv-palveluista vastaava johtaja Mikko Saarentaus kertoo tekniikan hyödyistä seuraavaa:

Verkkomme alueella on paljon taloyhtiöitä, joissa parhaillaan harkitaan kaapelitelevisioverkkoon siirtymistä. Nyt päätöksen tekeminen on entistä helpompaa, kun myös antenniverkon digiboksilla ja televisiolla voi katsella peruskanavia, ja kaapeliverkon DVB-C-päätelaitteen hankinnan voi tehdä ajan kanssa. Myönteiset kokemukset vastaavasta DVB-T-signaalin välittämisestä kaapelitelevisioverkkoon pääkaupunkiseudulla ja läntisessä Suomessa ovat rohkaisseet tuomaan tämän lisäpalvelun nyt myös Oulun alueen kotitalouksien hyödynnettäväksi. (18.)

### 3 Kiinteistöjen sisäverkot

#### 3.1 Päätöksenteon haasteet taloyhtiössä

Pääsääntöisesti asuinkiinteistössä päätökset perusparantamisesta tehdään aina yksinkertaisella äänen enemmistöllä yhtiökokouksessa. Yhtiökokouksen kutsuu koolle taloyhtiön hallitus, joka myös päättää käsiteltävistä asioista ja valmistelee ne yhdessä isännöitsijän kanssa. Suuremmissa korjaus- ja perusparannushankkeissa toimivalta

jakautuu siten, että yhtiökokous päättää rahoituksesta ja hankkeiden suorittamisesta ja hallitus toteuttaa hankkeen yhtiökokouksen päätöksen mukaisesti. Hallituksen tulee valvoa kiinteistön kuntoa ja esittää yhtiökokoukselle kiinteistön vaatimia korjauksia. Pääsääntönä voidaan pitää sitä, että tietotekniset uudistukset on syytä aina viedä yhtiökokouksen päätettäväksi. (3, s. 39.)

Kiinteistön sisäverkon uusiminen voidaan toteuttaa itsenäisenä hankkeena tai esimerkiksi kiinteistön putkiston linjasaneerauksen yhteydessä. Sisäverkon rakentaminen edellyttää rakenteiden avaamista, minkä vuoksi on suositeltavaa, että verkon asentaminen ajoitetaan ison remontin yhteyteen.

Antennijärjestelmissä kaapelitelevisioon liittymistä ja taloyhtiökohtaista laajakaistaa voidaan pitää tavanomaisina yhteishankintaan kuuluvina palveluina, joiden rahoituksesta yhtiövastikkeessa voidaan päättää yhtiökokouksen äänten enemmistöllä. Yhtiökokous voi myös 2/3 määräenemmistöllä päättää yhtiöjärjestyksen muuttamisesta niin, että tietyn palvelun rahoitus voidaan kerätä samansuuruisena kaikilta yhtiön huoneistoilta. Kyseessä voi olla laajakaista- tai kaapelitelevisiovastike, jota peritään liittymismaksun kattamiseksi silloin, kun hyöty saadaan yhtä suurena jokaisessa liittyvässä huoneistossa. Sisäverkkotöissä voidaan harvoin osoittaa, että kustannukset ja hyöty jakautuisivat tasan osakehuoneistojen kesken, koska suurin osa verkostakin sijaitsee huoneistojen ulkopuolella yhtiön tiloissa. Laajakaistan juoksevat käyttökustannukset eivät myöskään voi tulla jaettaviksi kyseisen lainkohdan nojalla. (3, s. 43.)

### 3.2 Taloverkko ennen kunnostusta (esimerkki)

Taloyhtiö käsittää kaksi erillistä taloa, joissa antenniverkko on kunnostettu vuonna 1990, jolloin yhtiö liittyi (HTV) kaapeli-tv-verkkoon. Kahden rakennuksen erilliset ulkoantennit on silloin poistettu käytöstä, ja verkot on yhdistetty silloisten määräysten mukaiseksi yhteisantenniverkoksi. Verkko on käytännössä Ketju 600 -tyyppinen verkko, johon ei ole tehty kunnostusta edes Ketju 800 -verkon tullessa suositukseksi vuonna 2007. Ketju 600 riittää välittämään koko nykyisen kaapelitarjonnan kaikki palvelut, mutta tilanne voi lähitulevaisuudessa muuttua, jos kaapelilaajakaistoissa otetaan korkeampia taajuuskaistoja käyttöön tai tv-lähetykset siirtyvät osittain DVB-C2-tekniikkaan. Neljäkerroksisen rakennuksen kaksi vierekkäistä linjaa on yhdistetty ketjuksi niin, että peräkkäisiä rasioita on maksimissaan 8 kpl yhdessä ketjussa. (19.)

Käytännön puutteita nykyisessä antenniverkossa:

- Antennipisteitä on ainoastaan yksi kappale huoneistoa kohti, paitsi neljässä isoimmassa asunnossa niitä on kaksi kappaletta.
- Verkon ketjumuotoisuuden takia antennipisteiden lisääminen ei onnistu kuin korkeintaan alimman kerroksen huoneistoihin.
- Ullakolla olevat kaapelitiet eivät täytä määräyksiä, koska ovat suojaamattomia.
- Verkon jaottimia vaihdeltu ja vanhat roikkuvat vintin rakenteista.
- Kulkureitti talon 2 antennivahvistinkaapille ei ole määräysten mukainen.
- Antennikaapelit on viety asuntoihin osaksi rapatun ulkoseinän päältä ilman kotelointia ja suojausta.
- Antennikaapeleiden porausreiät ulkoa asuntoihin aiheuttavat vedontunnetta ja lämpöhukkaa asunnoissa.
- Mekaanisesti kuluneet antennirasiat ja liittimet voivat aiheuttaa häiriöitä kuvaan ja ääneen.

Puhelinkaapelointi on peräisin talon rakentamisvuosilta 1950 ja 1951. Kaapelina puhelinpuolella on käytetty lyijyvaippaista ei-kierrettyä yksiparista parikaapelia (PuLS), jossa sisälanka on lakattua kuparia ja vaipan ja kaapelin välissä on pumpulieriste. Kuparin pinnalla on lisäksi ympärikierrretty vahattu kangaseriste eli suojaalmikko. Kyseiselle kaapelille on mitattu toimivuutta ainoastaan alle 4 Mbit/s ADSL-yhteyksien kanssa (7, s.10). Toisaalta joidenkin modeemien (Telewell TW-EA510v2) linjaohjelmisto ei näytä vaimennusta (vaimennus vasta/myötäsuuntaan 0,0 dB) ollenkaan, vaikka kaapelia on useita kymmeniä metrejä huoneistosta talojakamoon ja välissä useita liitoksia (20). Tämä saa epäilemään, että kyseisellä kaapelilla on niin epätasainen eri taajuuksien läpäisykyky, että ohjelmistossa oleva mittari ei osaa enää näyttää järkeviä vaimennusarvoja.

### 3.3 Yleiskaapelointijärjestelmän rakentaminen asuinkiinteistöön

Määräykset sallivat poikkeuksen parikaapeloinnin rakentamisvaatimukseen, jos kiinteistöön on saatavissa kuitu kotiin FTTH-liittymiä verkon uudistamisen jälkeen. Lisäksi

edellytetään, että vanha puhelinsisäjohtoverkko jää käyttöön. (21, s. 25.) Parikaapeloinnin vaatimuksesta ei sinällään ole luovuttu, koska se turvaa palvelut myös alueilla, jossa kuitu kotiin -liittymiä ei ole saatavissa. Lisäksi on mahdollista, että kuitu kotiin -palvelua tarjoava operaattori lopettaa toimintansa tietyllä alueella kokonaan tai lopettaa kyseisen palvelun, jolloin kiinteistön kaapelointi on puutteellinen korvaaville palveluille. Parikaapelia voidaan kiinteistössä hyödyntää myös muuhun kuin teleyrityksen viestintäpalveluihin. (21, s. 24.)

Asuinkiinteistöjen aluekaapelointi on toteutettava siten, että jokaisen asuinhuoneiston käyttöön varataan yksi kategorian 6 (cat 6) parikaapeli tai yksi pari telekaapelia. Optisen kaapelin tapauksessa jokaista asuinhuoneistoa kohden asennetaan vähintään neljä yksimuotokuitua. Talojakamosta jokaiseen alijakamoon tulee viedä vähintään kuusi optista yksimuotokuitua päätettynä. Asuinkiinteistön nousukaapelointi vaatii vastaavasti talo- tai alijakamosta jokaisen asuinhuoneiston kotijakamoon neljä optista yksimuotokuitua ja yhden kategorian 6 parikaapelin. Optiset kaapeloinnit voidaan jatkaa suoraan nousukaapelointiin alijakamossa eli kaapelit on päätettävä ainoastaan talo- ja kotijakamossa. (21, s. 25.)

Edellä mainittua kategoria 6 mukaista parikaapelointia ei tarvitse rakentaa, jos alueella on saatavissa kuitu kotiin -liittymiä vähintään yhdeltä operaattorilta ja vanha puhelinsisäjohtoverkko jää käyttöön. Saatavuus tulee varmistaa operaattorilta kirjallisella tarjouspyynnöllä tai saatavuuskyselyllä. Vanhan puhelinverkon toimintakyky tulee mittaustaa huoneistokohtaisesti ja verkosta on laadittava tarkastusasiakirja. Mikäli talojakamosta jokaiseen asuinhuoneistoon ei ole yhtä toimintakykyistä kaapeliparia, on verkko kunnostettava niin, että vaatimus täyttyy. (21, s. 25.)

Viestintävirasto suosittelee, että parikaapeli kytketään kotijakamoon niin, että se voidaan yhdistää helposti kotikaapelointiin. Vanhat puhelinpistorasiat johtoineen suositellaan peitettäväksi ja poistamaan rasioihin tulevat tarpeettomat kaapelihaarat käytöstä. (21, s. 26.)

### 3.4 Antenniverkon uudistaminen tai kunnostaminen

Jos antenniverkko päätetään uudistaa kokonaan, se muutetaan Viestintäviraston määräyksen 65/2014M mukaisesti tähtiverkoksi. Kaapelointi suoritetaan tähtimäisesti talo-

jakamosta jokaisen huoneiston kotijakamoon, josta muodostetaan kotiverkon tähtipiste. Koska jakamot ja johtotiet saattavat kiinteistön sisällä muuttua huomattavasti, uudistaminen yleensä toteutetaan muun peruskorjauksen yhteydessä. Talon uusitun verkon ja liitännöiden tulee uudistamisen jälkeen täyttää standardeissa esitetyt järjestelmäarvot jokaisessa antennirasiassa ja verkon liitäntäosissa. Toimivuuden mukaan uusi verkko on Tähti 1000 tai Tähti 2000. Signaalin kokonaisvaimennus saa olla enintään 45 dB taajuudella 1000 MHz. Tähti 2000 -verkko mahdollistaa myös satelliittien välittämien kanavien suorajakelun taajuusalueella 950–2150 MHz. (22, s. 192.)

Kunnostuksen suunnittelun haasteena on lähinnä se, että taloverkoille ei ole olemassa standardoitua laatuluokitusta. Toiminnallisesti tai välityskyvyn mukaan verkko voidaan kunnostaa vähimmillään Ketju 600 -verkoksi, joka kykenee välittämään kaapelitelevisi- on palvelut taajuusalueella 5–606 MHz. Signaalin vaimennus saa olla enintään 42 dB taajuudella 606 MHz ja kaltevuus enintään 12 dB taajuusalueella 146–606 MHz. Toinen mahdollisuus on kunnostaa Ketju 800 -määritelmän mukaisesti. Tässä vaihtoehdossa verkko kykenee välittämään kaikki digitaaliset televisio palvelut (DVB-T tai DVB-C) taajuusalueella 5–862 MHz. Vaimennus saa olla enintään 50 dB taajuudella 862 MHz ja kaltevuus enintään 15 dB taajuusvälillä 146–862 MHz. (22, s. 193.)

Kunnostamisen tai uusimisen toteutuksessa suositellaan kiinnitettäväksi huomiota seuraaviin seikkoihin:

- Johtotiet on mitoitettu riittävän tilaviksi ja tarkoituksenmukaisiksi.
- Kaapelinpaksuudet ovat riittäviä signaalin vaimentumisen ehkäisemiseksi.
- Taloverkon piirustukset täytyy laatia siten, että niistä voidaan todeta määräysten ja standardien toteutuminen.
- Taloverkon piirustuksissa esitetään kaapeloinnit ja kaapelityypit mitoitukseen.
- 60 ohmin (ennen vuotta 1975 asennetut) koaksiaalikaapelit pyritään korvaamaan uusilla 75 ohmin kaapeleilla ilman jatkoliittämistä.
- Asennettavien kaapeleiden vaipan tulee olla itsestään sammuvaa.
- Antennirasiat uusitaan, mikäli ne eivät täytä verkon uusia vaatimuksia.
- Uusien liitäntäjohtojen suojausvaimennuksen tulee olla vähintään 75 dB.
- Jaottimet ja haaroittimet uusitaan verkon luokittelun mukaisiksi.



- Laitteiden koteloituuskat valitaan kulloisenkin asennustilan mukaan.
- Antenniverkon vahvistinlaitteet uusitaan kuntotutkimuksen perusteella.
- Vahvistimet ja tähtipisteet sijoitetaan lukittavaan tilaan, joihin pääsy ulkopuolisilta on estetty.
- Vahvistimet pyritään asentamaan huoneenlämpöiseen (15–25 astetta Celsiusta) tilaan.
- Yleiskaapeloinnille käytetään mahdollisuuksien mukaan samoja jakamotiloja.
- Jakamotiloihin asennetaan riittävä määrä pistorasioita vahvistimille ja mittalaitteille.
- Jakamoille ja tähtipisteille tehdään potentiaalitasaus ja maadoitukset tarkistetaan.
- Kotijakamot rakennetaan määräysten mukaisesti jokaiseen huoneistoon. (22, s. 195.)

### 3.5 Huoneiston sisäiset yhteydet

#### 3.5.1 Kotikaapelointi

Uudisrakentamisessa parikaapeliverkon kotikaapelointi toteutetaan Viestintäviraston ohjeen mukaan niin, että kotijakamosta asennetaan jokaiseen asuinhuoneeseen vähintään kaksi kategorian 6 parikaapelia päätettyinä kaksiosaiseen tietoliikennesasiaan. Ainakin yksi rasia asennetaan jokaiseen kodin asuinhuoneeseen ja lisäksi keittiöön (esim. 2h+k). Uudistus- ja korjausrakentamisessa kotijakamosta asennetaan yhteen asuinhuoneeseen vähintään kaksi kategorian 6 parikaapelia päätettyinä kaksiosaiseen tietoliikennesasiaan.

Uudisrakentamisessa antenniverkon koaksiaalikaapeli viedään kotijakamosta jokaiseen kodin asuinhuoneeseen tähtimäisesti ja huoneisiin asennetaan antennirasiat. Korjausrakentamisessa kaapelointi kotijakamosta viedään vähintään yhteen kodin asuinhuoneeseen ja sinne asennetaan antennirasia. Määräyksen täsmennyksen mukaan kategorian 6 parikaapelien sijasta verkossa saa käyttää myös muita ns. parempia kaapeleita. Esimerkiksi kategorian 6<sub>A</sub>-, 7- ja 7<sub>A</sub>-kaapeleiden käyttö sallitaan. (21, s. 26.)

### 3.5.2 Antennivälikaapelit

Digitaalinen päätelaite liitetään antennijärjestelmään liitântäjohdolla, jonka tulisi täyttää suojausluokan A (75 dB) vaatimukset. Liitântäjohto on siirtoketjun viimeinen lenkki ja verkosta tuleva signaali on pienimmillään juuri ennen vastaanotinta, missä häiriöiden indusoituminenkin on todennäköisintä. Moniin häiriöihin ja kuvan laatuongelmiin on syynä suorastaan kelvoton liitântäjohto. (22, s. 98.) Koaksiaalikaapelin häiriösuojausta kuvaavat suureet ovat kytkentäimpedanssi ja suojausvaimennus. Mitä pienempi on kytkentäimpedanssi ja suurempi suojausvaimennus, sitä parempi on kaapelin häiriösuojaus. (22, s. 86.)

Standardi SFS-EN 50083-2 määrittelee muun muassa sen, kuinka hyvä kyky vaimentaa ulkoisia häiriöitä liitântäjohdolla tulee olla. Mistään ei kuitenkaan löydy tahoja, jotka vaatisi standardin noudattamista. Näin ollen kaupoissa voidaan myydä minkälaisia liitântäjohtoja tahansa. Lisäksi hinta ja laatu vaihtelivat suuresti. Sähkömaailma-lehden testiin hankittiin kahdeksan eri toimittajan liitântäjohtoja. Hinnat vaihtelivat vajaasta kahdesta eurosta vajaaseen kuuteentoista euroon kappaleelta. Johtojen suojausvaimennus vaihteli 33 ja 71 desibelin välillä ja useimmissa oli ainoastaan yksinkertainen kuparipunos. Koaksiaalikaapeli vuotaa yleensä sen takia, että ulkojohtimen ulkopinnalla kulkee virtaa. Vuotamisen mahdollistavat kaapelin kuparipunoksen reiät. Hyvässä johdossa on kuparipunoksen lisäksi myös metallifolio suojuksena johtimessa ja liittimien kaikki signaalin kanssa tekemisissä olevat osat ovat muovin sijasta metallia. Siksi suurimmat puutteet löytyvät yleensä liittimien suojausvaimennuksesta. (23, s. 24.) Johto, jolla on puutteellinen suojausvaimennus, saattaa aiheuttaa häiriöiden näkymistä tv-kuvassa esimerkiksi siitä, kun valokatkaisimia käytetään samassa huonetilassa olevien valaisinten sytyttämiseen (24).



Kuva 5. Eri valmistajien Sähkömaailma-lehdessä testattuja antennivälijohtoja, joiden liittimet ovat sisältä muovia (useassa sama kiinalainen liitin). Osassa on lisäksi häiriötä vähentävä ferriitivaimennin.



Kuva 6. Puutteellisesti häiriösuojattu liitin avattuna. Suurtaajuussignaali vuotaa, koska liittimen takana on ainoastaan läpinäkyvää muovia. (23, s. 25.)

Viallinen antennijohto voi aiheuttaa televisiokuvan pikselöitymistä ja pysähtelyä. Koska antenniverkossa eri kanavaniput ovat eri keskitaajuuksilla, usein on niin, että huono antennijohto estää tiettyjen nippujen (taajuuksien) läpipääsyn kunnolla vastaanottimelle, jolloin nipun kanavan tai kanavien kuvat pikselöivät tai eivät virity ollenkaan vastaanottimen kanavahauulla. (25.)

Jos asiakas ottaa yhteyttä operaattorin asiakaspalveluun kuvan pätkimisestä johtuen, suositellaan yleensä laitteen tehdasasetusten palauttamista ja uutta kanavahakua. Lisäksi saatetaan pyytää vaihtamaan antennivälijohto, mikäli edellä mainitut toimet eivät auta. Suositellaan korkeintaan 4 metrin pituisia liitántäjohtoa ja sen vaihtamista, vaikka johto olisi päällisin puolin ehjä. (26.)

Todellisuudessa annetaan ohjeita, jotka saattavat auttaa osittain ja sillä kertaa, mutta olla kysymys ainoastaan siitä, että liitántäjohto on alun perin puutteellisesti suojausvaimennettu. Hyvällä liitántäjohdolla johdon pituus ei muodostu ongelmaksi, mikäli kaksoisuojatun koaksiaalikaapelin kaapeliosan suojausvaimennus on käytännössä yli 90 desibeliä, kuten Sähkömaailma-lehden testissä on esitetty. Silloin mahdolliset signaalin vuotokohdat löytynevät ainoastaan liitántäjohtojen liitinosista (IEC 169-2), joiden sähköinen häiriösuojaus on puutteellinen.

Operaattoreiden tulisi enemmänkin kiinnostua siitä, mistä kuluttaja saa hankittua välijohtoja, joiden tekninen suorituskyky on riittävä kaikissa olosuhteissa. On outoa, että operaattorit eivät itse myy kyseisiä tuotteita, vaikka niissä ilmenee tukipalstojen kirjoituksista päätellen jatkuvasti ongelmia varsinkin kaapelitelevisioverkkojen asiakkailta. Suppean markkinakatsauksen perusteella myöskään alan liikkeet Suomessa eivät tunnukaan panostavan siihen, että tuotevalikoima olisi edes tyydyttävällä tasolla. Kokeilussani parhaaksi havaittu antennivälikaapeli on Valueline CX120DBx.xH (x.x = kaapelin pituus), jossa oletettavasti liittimien paremman sisäisen rakenteen takia on myös parempi suojausvaimennus. Kyseisellä johdolla ei ole ollut havaittavissa tv-kuvan signaalin häiriöitä tai kanavanippujen puuttumista edes silloin, kun kaapelin pituus on ollut yli 10 metriä kaapelitelevisiokäytössä.

Operaattori DNA kertoo omassa ohjeessaan, että kaksoissuojatun liitäntäjohdon suojausvaimennuksen tulee olla vähintään 75 dB:ä ja suositus on vähintään 85:tä desibeliä (27).



Kuva 7. Valueline CX120DB2.5H kaksoissuojattu antennijohto kulmaliittimillä (28).

Lisänsä haastavaan tilanteeseen asiakkaan tv-katselun kannalta tuo se, että kevään 2015 aikana toteutetaan kaikissa operaattori DNA:n kaapeliverkoissa laajat taajuusmuutokset (29). Tällä tiivistetään kanavanippujen taajuusjakoa verkoissa, muutetaan nippujen sisältämiä kanavia ja lisätään osin yksittäisten kanavien bittivirtaa. Kanavanippujen määrä kaapeliverkoissa putoaa 37:stä 28:aan ja samalla suurin osa nipuista siirtyy käyttämään 256-QAM-modulaatiota. Toisin sanoen siirrytään tehokkaampaan pakkaamiseen yksittäisessä kanavanipussa. Tiedot saatiin vertaamalla niitä jo muutoksen läpikäyneiden paikkakuntien verkkojen kanavatietoja nykyisiin (13.5.2015) pääkaupunkiseudun verkon kanavatietoihin osoitteessa [dwb.welho.fi](http://dwb.welho.fi). (30.)

DNA:n hankittua omistukseensa Sanoma Osakeyhtiön omistaman Welhokaapeliverkon liiketoiminnan vuonna 2010 (31) nyt toteutettava taajuusmuutos tulee koskemaan myös pääkaupunkiseudun kaapeli-tv-verkkoa (n. 320 000 kotitaloutta

vuonna 2009) kesäkuussa 2015 (29). Osassa pienemmistä verkoista (esim. Kuopio), joissa muutos on suoritettu kevään 2015 aikana, on jo DNA:n tukipalstalla raportoitu kuvan pätkimistä ja häiriöitä joissakin kanavanipuissa (32).

### 3.5.3 Langaton verkko WLAN

IEEE 802.11 muodostaa kokoelman suosituksia, joissa määritellään langattoman lähiverkon toiminta. Ensimmäinen versio julkaistiin vuonna 1997 ja nykyisin kaiketi laajemmalle levinnyt vanha versio "g" vuonna 2003. Tällä g-versiolla päästiin maksimissaan teoreettisesti 54 megabittiä sekunnissa siirtonopeuksiin 2,4 gigahertsin taajuusalueella. Modulaatiossa siirryttiin pääsääntöisesti OFDM:oon, jossa digitaalinen kanta-aalto käyttää useita toisistaan riippumattomia taajuuksia tiedon siirtoon (monikaistatekniikka). Lopullinen versio "n" julkaistiin vuonna 2009. Siinä päästään teoreettisesti maksimissaan 600 Mbit/s siirtonopeuksiin (kaistaleveydellä 40 MHz), joko 2,4 tai 5 Gigahertsin taajuusalueilla. Versiosta "n" eteenpäin yhteys perustuu MIMO-antennitekniikkaan ja siinä tuli myös mahdolliseksi muuttaa siirtokanavan kaistanleveyttä (20/40 MHz). Versio "ac" kasvattaa nopeuksia tuhanteenkolmeensataan megabittiin sekunnissa asti viiden gigahertsin taajuusalueella (80 MHz kaistanleveydellä) ja kaistanleveyksiä on käytettävissä neljä kappaletta erilaisia. Suurin kantama ulkotiloissa on 250 metriä ja sisällä noin 70 metriä. (33.)

Seuraavassa taulukosta löytyvät IEEE 802.11:n eri versiot taajuusalueineen. White-FI viittaa Yhdysvalloissa kehitettyyn 802.11af-standardiin, jossa television eri lähetyksasemien käyttämättömiä taajuuksia voidaan käyttää langattomien WLAN-verkkojen rakentamiseen (34). Malli sopii huonosti Euroopassa käytettyyn järjestelmään, jossa television lähetystaajuudet ja kanavat on neuvoteltu naapurimaiden kesken kanavien hyödyntämisen maksimoimiseksi. ISM-taajuusalue (Industrial, Scientific and Medical) on taajuuskaista, jossa ei lähtökohtaisesti tarvita lupaa, vaan se on alun perin teollisuuden ja tieteen käytössä oleva kaista, jolla olevat laitteet saattavat aiheuttaa radiohäiriöitä varsinaiselle viestiliikenteelle (35).

Taulukko 2. Oheisessa taulukossa ovat 802.11-standardin eri versiot ja niiden taajuusalueet (36).

IEEE 802.11	TAAJUUSALUE
802.11a	5GHz
802.11b	2.4GHz
802.11g	2.4GHz
802.11n	2.4 & 5 GHz
802.11ac	Alle 6GHz
802.11ad	60 GHz:in asti
802.11af	"White-FI" (alle 1 GHz)
802.11ah	700 MHz, 860MHz, 902 MHz, jne. ISM-taajuusalue, jonka käyttö riippuu sijaintimaasta ja kohdentamisesta.

Suositus määrittelee langattomalle verkolle kaksi eri topologiaa, jotka ovat vertaisverkko (wireless ad hoc network) ja tukiasemaratkaisu (infrastructure). Tukiasemaratkaisussa useampi tukiasema voidaan kytkeä samaan runkoverkkoon hoitamaan liikennettä omalla alueellaan eli runkoverkko voidaan jakaa soluihin. Soluista käytetään nimitystä BSS (Basic Service Set) ja kiinteän verkon yhdyskäytävästä nimitystä Portal. (37, s. 293.)

Topologioita langattomassa lähiverkossa on kolme erilaista:

- BSS (Basic Service Set). Muodostuu kiinteästä tukiasemasta ja langattomasti siihen liitetyistä työasemista. Laitteiden välinen kaikki tiedonsiirto kulkee tukiaseman (Access Point) kautta.
- IBSS (Independent Basic Service Set). Kaikki esimerkiksi kokoustilassa olevat laitteet voivat periaatteessa kommunikoida keskenään. Mikään laite ei erikseen toimi kytkimenä tai lähetä toisen laitteen tietoja edelleen.
- ESS (Extended Service Set). Verkkoa laajennetaan niin, että käytetään useampia tukiasemia, jotka liitetään samaan runkoverkkoon. Runkoverkosta käytetään nimitystä DS (Distribution System). Voidaan luoda laajoja verkkoja, jotka kattavuus ei rajoitu muutamaan sisätilaan. Laitteita voi liikuttaa verkon fyysisen alueen sisällä, jolloin yhteys siirtyy tarvittaessa solusta toiseen käyttäjän huomaamatta. (37, s. 294.)

ESS-runkoverkko mahdollistaa tukiasemien välisen tietoliikenteen. Suosituksessa määritellyt runkoverkon puolen palvelut ovat:

- Autentikointipalvelun (authentication) tehtävänä on varmistaa, että liitetyt laitteet kuuluvat siihen joukkoon, joilla on pääsy kyseiseen verkkoon. Laitteautentikointi.
- Autentikoinnin lopetuspalvelun (deauthentication) avulla päätelaite voi lopettaa menossa olevan istunnon ja irtautua verkosta.
- Siirtotien suojaus (privacy) takaa perussuojauksen niin, että vain järjestelmälle autentikoituneet laitteet voivat seurata verkkoliikennettä.
- Tiedonsiirtopalvelu (data delivery) välittää sanomia luotettavasti kahden osapuolen välillä. 802.11 varmistaa tiedonsiirron kuittauksen myös OSI 2-tasolla.
- Sidonta (association) on palvelu, joka muodostaa loogisen yhteyden työaseman ja tukiaseman välille. Sidonnassa tukiasema kertoo mitä kautta liikenne ohjataan ja varaa riittävästi resursseja työasemalle. Suoritetaan autentikoinnin jälkeen.
- Uudelleensidonta (reassociation) on palvelu, jota tarvitaan silloin kun työasema siirtyy tukiaseman valvomalta alueelta toiselle. Työasema ilmoittaa uudelle tukiasemalle, miltä vanhalta tukiasema-alueelta se on tulossa, jolloin vanha tukiasema voi reitittää työasemalle menossa olevia ja puskuroiduja viestejä uudelle tukiasemalle.
- Sidonnan purkua (disassociation) käytetään tukiasemalta pakottamaan työasema sidontaan tai työasemalta hylkäämään tukiasema.
- Reitityspalvelua (distribution) käytetään tukiaseman puolelta silloin, kun se haluaa tietää sanoman vastaanottaja sijainnin. Jos vastaanottaja on samassa solussa, runkoverkon palveluja ei tarvita. Jos vastaanottaja on jonkun toisen tukiaseman alueella, sanoma reititetään toiselle tukiasemalle.
- Integrointipalvelu (integration) huolehtii rajapinnasta IEEE 802.11 -verkon ja muiden verkkojen välillä. Runkoverkko toimii sisäisesti niin, että sen liikenne ei näy siihen kytketyissä lähiverkoissa mitenkään. Integrointipalvelu sitoo yleensä tukiaseman sekä kiinteän lähiverkon että langattoman lähiverkon runkoverkkoon. (37, s. 296.)

IEEE 802.11 -langattomiin yhteyksiin on varattu taajuusalueet 2,4–2,5 GHz ja 4,915–5,825 GHz. Yhden siirtokanavan leveys riippuu käytettävästä versiosta, mutta 802.11 b- ja g-versioihin ei sisälly ollenkaan määrittelyä siirtokaistan leveydestä. Niissä määritellään ainoastaan taajuuskaistan keskitaajuus ja se, että signaalin tulee vaimentua 30 desibeliä 11 MHz:n etäisyydellä keskitaajuudesta ja 50 desibeliä 22 MHz:n etäisyydellä keskitaajuudesta. Lähetystehoon ei standardissa myöskään oteta kantaa, ainoastaan signaalin suhteelliseen vaimenemiseen. Euroopassa (ETSI) 2,4 GHz:n taajuusalueella on käytettävissä 13 kanavaa, joiden keskitaajuudet ovat 2412–2472 MHz ja kanavarasteri on 5 MHz. Käytettäviä lähetystehoja on rajoitettu niin, että pienin teho on 1 mW ja

suurin Euroopassa on 100 mW. Yksi lähiverkon tukiasema varaa noin 20 MHz:n taajuuskaistan, ja keskitaajuus asetetaan siten, että etäisyys toisen samalla alueella toimivan tukiaseman keskitaajuuteen tulee olla vähintään 30 MHz. Tämä johtaa siihen, että Euroopassa samalla alueella voi toimia ainoastaan kolme 2,4 GHz:n tukiasemaa. (37, s. 298.)

Viiden gigahertsin taajuuskaistalla tilanne on parempi, koska kanavia on käytössä enemmän ja kaista on edelleen kotitalouksissa melko harvojen laitteiden käytössä.

Taulukko 3. Taulukoituna 5 GHz:n taajuuksien jako maailmanlaajuisesti. DFS = Dynaaminen taajuuden valinta. TPC = Lähetystehon rajoitus (36).

KANAVA NUMERO	TAAJUUS MHZ	EUROOPPA (ETSI)	POHJOIS-AMERIikka (FCC)	JAPANI
36	5180	Sisätiloissa	✓	✓
40	5200	Sisätiloissa	✓	✓
44	5220	Sisätiloissa	✓	✓
48	5240	Sisätiloissa	✓	✓
52	5260	Sisätiloissa / DFS / TPC	DFS	DFS / TPC
56	5280	Sisätiloissa / DFS / TPC	DFS	DFS / TPC
60	5300	Sisätiloissa / DFS / TPC	DFS	DFS / TPC
64	5320	Sisätiloissa / DFS / TPC	DFS	DFS / TPC
100	5500	DFS / TPC	DFS	DFS / TPC
104	5520	DFS / TPC	DFS	DFS / TPC
108	5540	DFS / TPC	DFS	DFS / TPC
112	5560	DFS / TPC	DFS	DFS / TPC
116	5580	DFS / TPC	DFS	DFS / TPC
120	5600	DFS / TPC	Ei	DFS / TPC
124	5620	DFS / TPC	Ei	DFS / TPC
128	5640	DFS / TPC	Ei	DFS / TPC
132	5660	DFS / TPC	DFS	DFS / TPC
136	5680	DFS / TPC	DFS	DFS / TPC
140	5700	DFS / TPC	DFS	DFS / TPC
149	5745	Lyhyen kantaman laitteet maksimiteho 25 mW	✓	Ei
153	5765	Lyhyen kantaman laitteet maksimiteho 25 mW	✓	Ei
157	5785	Lyhyen kantaman	✓	Ei



KANAVA NUMERO	TAAJUUS MHZ	EUROOPPA (ETSI)	POHJOIS- AMERIKA (FCC)	JAPANI
		laitteet maksimiteho 25 mW		
161	5805	Lyhyen kantaman laitteet maksimiteho 25 mW	✓	Ei
165	5825	Lyhyen kantaman laitteet maksimiteho 25 mW	✓	Ei

Taajuusjaon taulukossa on huomattava, että annetut tiedot ovat 5 Ghz:n taajuuden perusjako ja useilla mailla on omia paikallisia poikkeuksia ja lisäyksiä edellä esitettyyn kanavajakoon. Näin on esimerkiksi Australiassa, Brasiliassa, Kiinassa, Israelissa, Koreassa, Singaporessa, Etelä-Afrikassa ja Turkissa. USA:ssa on oma 802.11y-standardi, jossa tukiasemat käyttävät 3,6 GHz:n taajuuskaistaa. (36.)

## 4 Palvelut

### 4.1 Kaapeli-TV-palvelut eri operaattoreilla

#### 4.1.1 Operaattorikohtainen saatavuus

Kiinteän verkon operaattorikohtainen saatavuus vaihtelee alueittain ja suurimmissa asutuskeskuksissa myös osoitekohtaisesti. Kaapeli-tv-liittymiä tarjoavat Suomessa lähinnä kolme isoa toimijaa: DNA, Elisa ja Sonera. Helsingin kaupunginosissa kilpailutilanne on eittämättä se, että kaikkien kolmen operaattorin liittymiä on hyvin saatavissa. Taloyhtiöissä tähän uuteen kilpailutilanteeseen ei ole reagoitu, vaikka operaattorin vaihtaminen voisi säästää keskikokoiselle taloyhtiölle kaapelitelevisiion perusmaksujen muodossa tuhansia euroja vuodessa. Perusmaksut periytyvät ajalta, jolloin tarjolla oli ainoastaan yksi operaattori ja liittymismaksu eivät olleet käytännössä neuvoteltavissa. Kilpailulain muutos (38) vuoden 1994 alusta mahdollisti paikallisten teleyritysten rakentaa televerkkoja myös varsinaisen toimialueensa ulkopuolelle.

Pientalojen liittyminen kiinteään kaapeli-tv-verkkoon pääkaupunkiseudulla maksaa yleensä 882–1195 € (sis. ALV), jos liittymä toteutetaan alueelle valmiiksi tulevalle koaksiaalikaapelilla, ja 1090–1890 € (sis. ALV), jos käytetään valokuitua. Hintatiedot on saatu kolmen operaattorin internetsivuilta. Lisäksi osa operaattoreista perii erillisen

maksun siitä, että varsinaiset kaapelitelevisiopalvelut otetaan käyttöön liittyneessä taloudessa. (39; 40; 41.) Jos taloyhtiössä on huoneistoja kolmesta noin neljääntoista, hinnoitellaan liittyminen yleensä tapauskohtaisesti tarjouksien perusteella. Vähintään 15 huoneistoa käsittävät asuinkiinteistöt hinnoitellaan niin sanottuina yhteisöliittyminä, jolloin liittymästä perittävä ylläpitomaksu porrastuu huoneistomäärän mukaan. Pääkaupunkiseudun yhteisöliittymien hintatiedot ovat saatavissa ainoastaan tarjousperusteisesti. Ylläpitomaksut vaihtelevat yleisesti yhdestä viiteen Euroon kotitaloutta kohti kuukaudessa.

Muulla Suomessa hinnoittelu riippuu yleensä siitä, onko alueella saatavissa myös kilpailevan operaattorin kiinteitä liittymiä. Jos kilpailua ei ole, paikalliset operaattorit ovat vakiohinnoitelleet erisuuruiset asuinkiinteistöt alueellaan. Liittymismaksuja peritään kiinteällä hinnalla per huoneisto taloyhtiön huoneistomäärästä riippumatta ja ylläpidon huoneistokohtainen perusmaksukin on vakioitu. Esimerkkinä MPY:n kaapelitelevisio perusliittymä taloyhtiöille (42).

Kaapeli-TV Perusliittymä taloyhtiöille 1.1.2015 Avausmaksu 124,00 €/huoneisto, kuitenkin enintään 2976 € (2400,00) Kuukausimaksu 6,55 €/kk/huoneisto (5,28) 6,55 €/kk/liikehuoneisto (5,28) 6,55 €/kk/yhteisöliittymä (5,28) Liittymän omistajan vaihto 8,02 € (6,4754) Tilauksen peruuntumismaksu 124,00 €/huoneisto, kuitenkin enintään 2976 € (2400,00) - peruuntumismaksu peritään tilanteissa, joissa asiakas peruuttaa tilauksensa ennen liittymän toimitusta Maksujen takia lopetettun liittymän avausmaksu 124,00 € Veloitus paperilaskusta yrityksille 6,20 € Perusmaksun alennusprosentti määräytyy huoneistomäärien mukaan. Hinnat sis. alv 24 %. Suluissa hinta alv 0 %.

Jos taloyhtiö vaihtaa kaapelitelevisioliittymänsä kilpailevalle yritykselle, voi hyvin otaksua, että liittymismaksu on tällöin 0 euroa ainakin pääkaupunkiseudulla niissä kaupunginosissa, joissa on kaikkien kolmen operaattorin liittymiä saatavana valokuidun kautta (esimerkki yhtiössä on 85 asuntoa, joista 12 on liikehuoneistoja). Tämä liittymismaksun hinnoittelu toteutui myös esimerkkiyhtiössä, kun tarjoukset otettiin ensimmäisen kerran vuonna 2012.

#### 4.1.2 Perusohjelmalvelut

Kaapelitelevision alkuaajoista lähtien verkoissa on välitetty antenniverkon peruspalvelujen lisäksi suuri joukko ilmaisia lisäkanavia, jotka näkyvät kaikissa verkkoon liitetyissä talouksissa ilman ohjelmakorttia. Muutaman viime vuoden aikana on selvästi menossa suuntaus, jossa operaattorit yrittävät vähentää näitä ilmaispalveluja verkoissaan. Esi-

merkiksi BBC World -kanavan poistaminen kaapelin perustarjonnasta DNA:lla muutama vuosi sitten sai katsojilta tiukkaa kritisoivaa palautetta. Samanlainen palauteryöppy koski helmikuussa 2015 maksukanavaksi siirtynyttä ranskankielistä TV5 Monde (43). Pääsääntöisesti asiassa lienee kysymys tekijänoikeuskorvauksien kustannuksien jakamisesta operaattoreiden ja lähetyssyhtiöiden välillä. Toisaalta operaattoreista Elisa on pystynyt tarjoamaan edelleen laajenevaa määrää lisäkanavia verkossaan, kuten taulukosta 2 voi todeta. Taulukkoon on kerätty verkkosivuilta kolmen operaattorin tarjoamia lisäkanavia toukokuussa 2015. Soneralla ilmainen kanavavalikoima painottuu venäjänkielisiin kanaviin, joita on tarjonnassa peräti 5 kappaletta.

Taulukko 4. Operaattorit välittävät eri määrän katsojille ”ilmaisia” television lisäohjelmalveluja verkoissaan.

DNA	Elisa	Sonera
France 24	France 24	France 24
Maksukanava	TV5 Monde	TV5 Monde
MTV Finland	MTV Finland	MTV Finland
Maksukanava	Deutsche Welle	Ei saatavissa operaattorilla
Maksukanava	Bloomberg Television	Bloomberg Television
Maksukanava	NHK World	Ei saatavissa operaattorilla
Kanavakortilla	Nelonen HD	Kanavakortilla
Alfa TV	Alfa TV	Ei saatavissa operaattorilla
Maksukanava	Kanavakortilla	Russia Today
Maksukanava	Ei saatavissa operaattorilla	RT Documentary
Ei saatavissa operaattorilla	Ei saatavissa operaattorilla	Inspiration
Ei saatavissa operaattorilla	Ei saatavissa operaattorilla	RU TV
Ei saatavissa operaattorilla	Ei saatavissa operaattorilla	World Fashion
TV7	TV7	TV7
Tulossa	Frii	Frii
Ei saatavissa operaattorilla	HD Life	Ei saatavissa operaattorilla
Ei saatavissa operaattorilla	Harju & Pöntinen	Ei saatavissa operaattorilla

Siirtovelvoite (must-carry) perustuu tietoyhteiskuntakaaren pykälään 227, joka pyrkii takaamaan myös yksityisten kaapelioperaattoreiden asiakkaille mahdollisuuden seurata yleistä television ohjelmatarjontaa. Siirtovelvoite on Suomessa seuraavilla tahoilla:

- verkkopalvelua kaapelitelevisioverkossa tarjoavalla teleyrityksellä
- IPTV-palveluntarjoajalla kaapelitelevisioverkossa
- asunto-osakeyhtiöllä
- kiinteistöosakeyhtiöllä

- yhteisantennijärjestelmän ylläpitäjällä.

Siirtovelvoitteen alaisia kanavia näkyvyysalueellaan ovat kaikki Ylen neljä televisiokanavaa ja näiden teräväpiirtoversiot, sekä yleisen edun mukaiset MTV3 ja Nelonen, joihin tulee myös liittää ääni- ja tekstityspalvelu. (44.) Lisäksi Suomeen on tulossa takaisin tekijänoikeuslain kohta, jossa televisio-ohjelmien tuottajilla ja tekijöillä on oikeus saada korvausta EU-lainsäädännön perusteella myös siirtovelvoitteen alaisilla kanavilla kaapelitelevisioverkoissa edelleenlähetetyistä ohjelmista (45). Kopiosto on ehdottanut maksun suuruudeksi 3 senttiä/kotitalous/kk, vaikka käytännössä ohjelmayhtiöt maksavat nykykäytännön mukaan nuo samat tekijänoikeuskorvaukset kaikista suomalaisista katsojista aina etukäteen (46). Monen kaapelitelevisioyhtiön asiakkaalle tämä tietänee jatkossa kallistuvia ylläpitomaksuja, joita käytännössä peritään nytkin jo pelkästä kaapeli-tv-liittymästä. Toinen vaihtoehto lienee nostaa erikseen maksutelevisiokanavien katselumaksuja, mutta ongelmana tässäkin on se, että maksu-tv:n tilaajien määrä Suomessa suhteessa kaikkiin kaapeli-tv:n katsojiin on liian pieni.

#### 4.1.3 Maksukanavien salauksenpurkutekniikka

Mikäli halutaan katsella kaapeli-tv:n teräväpiirtotarjontaa, täytyy vastaanottimen olla Suomessa hyväksytty (Cable Ready HD) ja laitteessa tulee olla Common Interface Plus -kortinlukijaliitäntä (CI+). Asiakkaan tulee hankkia liitäntään hyväksytty Conax-salauksen purkava kortinlukija jälleenmyyjältä. Lisäksi tarvitaan operaattorin ohjelmakortti, joka linkitetään kortinlukijan kanssa. Toisena vaihtoehtona on esimerkiksi tallentava digisovitin, josta löytyy ns. sisäänrakennettu (embedded) Conax-kortinlukija. Kortin ja lukijan välinen linkitys tulee tehdä/teettää siinäkin tapauksessa, että katsellaan salattuja normaalipiirtoisia kanavia, koska kummassakin tapauksessa kyseessä on ns. linkitettävä laite. Linkitystä varten operaattorille tulee ilmoittaa laitteeseen merkitty 11-numeroinen 005- tai 006-alkuinen linkitystunnus (chipset-paring ID) sekä ohjelmakortin numero. (47.) Vuonna 2013 Suomessa toteutettiin CI+-lukijoiden ohjelmapäivitys, joka oli saatavissa eri operaattorin kaapeliverkoissa ja maanpäällisessä antenniverkossa. (48.) Päivityksellä kortinlukijoiden liitäntäohjelmisto päivittyi versioon 1.3.1, jossa on lisäominaisuutena muun muassa nopeutettu IP-tietoliikenne, tilausvideopalvelujen tuki ja parannuksia sisällönsuojaukseen (49).



Kuva 8. Kuvassa on Topfield-merkkinen hyväksytty CI+ Conax -lukija.

Kolmannessa laitevaihtoehdossa asiakkaalla on ennen vuotta 2010 hankittu Cable Ready HD -televisio, jossa on pelkkä CI-lukijaliitettä, joka ei tue sisällön salausta kortinlukijan ja television välillä. Tässä tapauksessa asiakkaan tulee vuokrata operaattori-kohtainen DVB-CI v1 -kortinlukija omalta operaattoriltaan. Operaattorille tulee tässä yhteydessä toimittaa television malli- ja sarjanumero, jotta hyväksyntä voidaan verifioida etsimällä tv:n malli sarjanumeron perusteella listalta ja tehdä ns. linkitys. (47.)

#### 4.1.4 Kaapelitelevisioverkkoon hyväksytyt päätelaitteet

Suomeen hyväksytyt antenni- ja kaapeliverkon kanssa yhteensopivat laitteet voi tarkistaa FiCom ry:n ylläpitämästä internetosoitteesta [www.testatutlaitteet.fi](http://www.testatutlaitteet.fi). Sivustolta löytyy lisäksi tieto siitä, onko kyseisen laitemallin hyväksyntä vielä voimassa vai ei (50). Mikäli laitemallin hyväksyntä on vanhentunut, kaikki uudet palvelut eivät välttämättä toimi laitteessa moitteetta. Esimerkiksi laitteen ohjelmaoppaan tiedot saattavat näkyä puutteellisesti tietyillä kanavilla tietyissä kaapelitelevisioverkoissa, jos operaattori on päivittänyt verkkoparametrejään jälkeenpäin. (51.) Hyväksyntä on kerrallaan voimassa kolme vuotta, jonka jälkeen laitteen edustajan tai maahantuojan on haettava lisenssille jatkoaikaa. Laite ohjelmistoinen toimitetaan uudelleen testattavaksi, mikäli laitteen elinkaarta halutaan vielä jatkaa. (52.) Hyväksymistestejä suorittavat Sofia Digital ja Labwise Oy. Testit perustuvat pääasiassa NorDig-määrittelyihin, jotka sisältävät paikalliset laajennukset, kuten CA- ja muuttuvien parametrien (LCN, DVB SSU) testit. LCN tarkoittaa DVB-järjestelmän loogista kanavanumerointia ja SSU järjestelmän tai päätelaitteen ohjelmistopäivitystä etänä (esim. OTA). Sofia Digital ylläpitää myös ohjelmistoihin liittyvää ongelmanratkaisutietokantaa (53).

#### 4.1.5 IPTV

Suomessa on useita toimijoita, jotka tarjoavat loppuasiakkaille kaupallista IP-televisiopalvelua. Yleensä operaattorit hinnoittelevat omat IPTV-palvelunsa omassa verkossaan halvemmaksi, jos asiakas on hankkinut samassa tilauksessa asuntokohtaisen laajakaistayhteyden määräaikaisella sopimuksella tai asuinkiinteistössä on kyseisen operaattorin taloyhtiölaajakaista.

- DNA TV (vanha nimi matka-tv)
- Boox-TV. Sama kuin DNA matkatelevision vanha versio, mutta tätä myydään myös suoraan Booxmedian verkkosivuilta loppuasiakkaalle
- Elisa Viihde (laajakaistapalvelulla tai ilman)
- Sonera Viihde (myydään vain Soneran verkkoon, mutta mobiilisovellusta voi käyttää myös ilman Soneran yhteyttä)
- Maxivision Viihde (yksityinen tarjoaja/operaattoriinriippumaton)
- Anvia Watson ja Watson Viihde.

#### 4.2 Laajakaistapalvelut

Asuntokohtaisissa laajakaistaliittymissä on runsaasti valinnanvaraa kaikilla kolmella operaattorilla. Asiakkaan tekemä määräaikainen sopimus vaikuttaa merkittävästi sopimuskauden aikana muodostuvaan kokonaishintaan. Esimerkiksi Elisa VDSL 50/10 normaalihinta on 32,90 €/kk. Kokonaishinta 24 kuukauden aikana on 789,60 €. Jos asiakas tilaa liittymän määräaikaisella 24 kuukauden sopimuksella, ensimmäisen 12 kuukauden hinta on 9,90 €/kk ja loppujen 29,90 €/kk. Yhteensä siis 477,60 €.

Taulukko 5. Taulukkoon on koottu asuntokohtaisten laajakaistaliittymien normaalihintoja eri operaattoreilla toukokuussa 2015. Hinnat sisältävät ALV:n.

Laajakaistan siirtotekniikka	DNA Welho		Elisa		Sonera	
ADSL 24/1 (tai 24/2)	DNA Laajakaista 24	44,90 €/kk	Saunalahti Laajakaista 20/1	29,90 €/kk	Kodin Netti Plus ADSL	34,90 €/kk
DOCSIS 10/2 M (tai 10/10)	Ei saatavissa	Ei saatavissa	Saunalahti Laajakaista 10 M	26,90 €/kk	Kodin Netti Perus Kaapeli	29,90 €/kk
DOCSIS 50/5 M	DNA TV Welhokaistalla 50	29,90 €/kk	Saunalahti Laajakaista 50 M	32,90 €/kk	Kodin Netti Plus Kaapeli	34,90 €/kk
DOCSIS 100/10 M	DNA TV Welhokaistalla 100	34,90 €/kk	Saunalahti Laajakaista 100 M	39,90 €/kk	Kodin Netti Teho	39,90 €/kk
DOCSIS 350/20 M (tai 200/10)	DNA TV Welhokaistalla 350	44,90 €/kk	Saunalahti Laajakaista 200 M		Kodin Netti Max	69,90 €/kk
VDSL2 40/10	DNA Laajakaista 40	54,90 €/kk	Ei saatavissa		Ei saatavissa	
VDSL2 50/10	Ei saatavissa	Ei saatavissa	Saunalahti Laajakaista	32,90 €/kk	Kodin netti Plus / Valokuitu	34,90 €/kk

DNA, Elisa ja Sonera tarjoavat asuntoyhtiöille kiinteän verkon taloyhtiölaajakaista-tuotetta. Nämä tuotteet hinnoitellaan tarjouksien perusteella yhtiökohtaisesti, mutta peruslähtökohta on se, että kunkin operaattorin omassa kaapeli-tv-verkossa jo olevat kiinteistöt saavat myös lisätuotteet edullisempaan yhteishintaan. Eli jos asunto-osakeyhtiö tilaa kaapeli-tv:n lisäksi laajakaistan, on kaapelitelevisiosta perittävä perusmaksu 0 € niin kauan kuin sopimus on voimassa. Eroa eri operaattoreiden tekniikassa on ainakin se, että DNA tarjoaa laajakaistatuotettaan pääsääntöisesti kaapelilaajakaistana (kaapelimodeemilla), kun taas muut operaattorit puhelinverkon kautta. Näin siis on kiinteistössä, jossa ei ole toimivaa Ethernet-sisäverkkoa ja yhteyteen tarvitaan joka tapauksessa huoneistokohtainen modeemi. Tarjottava perusnopeus on yleensä kaapelimodeemissa 10/2 megabittiä sekunnissa ja parikaapelituotteissa 10/10 megabittiä sekunnissa. Huoneiston haltija voi hankkia lisänopeuksia omaan liittymäänsä. Lisänopeudet laskutetaan suoraan loppukäyttäjältä.

#### 4.3 Maanpäällisen antenniverkon muutokset

Antenniverkon palvelut ovat suuren muutoksen alla Suomessa, koska 700 megahertsin aikaisemmin maanpäällisiin televisiolähetysiin varattuna ollut taajuusalue siirtyy vuoden 2017 alusta liikkuvan laajakaistan käyttöön. Vuoden 2014 alusta ovat operaattorit jo rakentaneet 4G-laajakaistatukiasemia 800 megahertsin taajuusalueella, joka on aiheuttanut vastaanotto-ongelmia digitaalisen (DVB-T/T2) television joillakin näkyvyysalueilla. Pääasiassa ongelmat liittyvät tapauksiin, jossa televisiolähetystä vastaanotetaan antennin kautta ja vastaanottopaikka sijaitsee näkyvyysalueen reunamilla eli vastaanottoon tarvitaan antennivahvistin. Ongelmat voidaan yleensä helposti poistaa asentamalla antennijärjestelmään suodatin, joka suodattaa pois yli 790 MHz:n taajuudet (kanavat 61–69). Vuonna 2017 voimaantulevat muutokset poistavat tv-käytöstä myös kanavat 49–60. Lisäksi kolme neljästä Digitan hallinnoimista antenniverkon DVB-T-kanavanipuista (A, B, C, E) UHF-alueella siirtyy DVB-T2-järjestelmään. Tämä tehostaa taajuuksien käyttöä entisestään, koska uuden järjestelmän pakkaustiheys nippua kohdin on selkeästi suurempi kuin nykyisen DVB-T-järjestelmän. Lisätietoja antaa operaattoreiden yhteinen verkkosivu [taajuustalkoot.fi](http://taajuustalkoot.fi). (54.)

## 5 Loppukäyttäjän IPTV-järjestelmät kokeilussa

Työn tarkoituksena on selvittää, pystytäänkö näillä järjestelmillä korvaamaan kotitaloudessa olevat kaapeli-tv -palvelut ja erillisen digisovittimen tarjoamat tallennuspalvelut. Tarkastelussa ovat myös saatavana oleva kanavavalikoima, kanavien paketointi ja kuvanlaatu.

Perinteisten tallennuspalvelujen lisäksi IPTV tarjoaa mm. seuraavia toimintoja:

- Videopalveluja voidaan tilata (esim. elokuva) päätelaitteella.
- Ohjelmakirjastoista voidaan toistaa menneitä ohjelmia.
- Ohjelmätiedot voidaan saada näkyviin mobiililaitteen sovelluksella.
- Ohjelmia voidaan ajastaa tallentumaan suoraan mobiililaitteesta.
- Yhdellä palvelutunnuksella voidaan käyttää useita päätelaitteita samaan aikaan.
- Ohjelman katselu voidaan aloittaa alusta kesken suoran lähetyksen.

Palvelujen teknistä toimivuutta rajoittaa Suomessa tekijänoikeuslaki ja sen tulkinta mm. etätallennuksen osalta. Lisäksi IPTV-järjestelmiä koskee siirtovelvoite (must-carry), jonka mukaan suljetun verkon operaattorin on jaeltava tietty määrä alueella maanpäällisessä jakeluverkossa näkyvistä kanavista myös omassa verkossaan. Avoimella OTT-verkolla ei ole vastaavia velvoitteita jakaa ohjelmia.

### 5.1 Watson-tv ja Makuuni

Anvia Oyj:n (55.) Netikka IPTV -palvelu päivittyi valtakunnalliseksi Watsoniksi syksyllä 2013. Tällöin perustettiin myös tytäryhtiö Watson Nordic Oy markkinoimaan tuotetta Pohjoismaissa. Watson Nordic Oy on Anvia Oy:n ja videovuokraamo Makuunin yhteisyritys, joka tuottaa laajakaistan kautta toimitettavia tv- ja viihdepalveluita. Päätuotteet ovat Watson-tv ja tilausvideopalvelu Makuuni 24h. Samassa yhteydessä Watson-palvelun kanavatarjonta laajeni ja Anvian kaapelitelevisioasiakkaat alkoivat saada palvelun käyttöönsä ilman lisämaksua. (56.)



### 5.1.1 Riippuvuus operaattorista

Vaikka palvelu on sinällään riippumaton laajakaistaoperaattorista, sopimusoperaattoreilla on kuitenkin oma versionsa liikenteestä, jolloin loppukäyttäjällä on saatavissa laajempi kanavatarjonta. Tällöin kanavien lähettämisessä suljetussa verkossa käytetään ryhmälähetystä (multicast), joka mahdollistaa myös salattujen teräväpiirtokanavien välittämisen. Päätelaitteena on käytössä Arris VIP1853/2853, joka lisäksi voidaan varustaa kiintolevyllä paikallisten tallennusten tekemiseen. Sopimusoperaattoriverkon ulkopuolella voidaan Arris VIP1853/2853 muuttaa toimimaan OTT-liikenteellä, jolloin myöskään paikallinen tallennus ei onnistu laitteen kiintolevyille.

Watsonin kaksi erilaista välitystapaa:

- IPTV-sopimusoperaattorin verkossa välitystapana ryhmälähetys.
- OTT-sopimusoperaattoriverkon ulkopuolella välitystapana täsmälähetys.

### 5.1.2 Sovellus usealle eri päätelaitteelle

Matkapuhelimista ja taulutietokoneista tuettuja ovat Android-, iOS- ja Windows 8 -käyttöjärjestelmiä käyttävät laitteet. Tallenteiden ja tv-kanavien suorakatselu onnistuu myös suoraan Windows-pohjaiselta tietokoneelta, vaikkakin käytettävään selaimeen vaaditaan lisäosan asentaminen. Television kautta katselua varten on hankittava erillinen Dune HD Connect -tikku tai Arris-digisovitin. Jos sopimuksen muoto on Watson Viihde, kuukausimaksuun sisältyy erillinen digisovitin (TV-102-T2), joka sisältää myös antenniverkon DVB-T2-vastaanottimen (57). Uutuutena on saatavissa tuki sisällön mobiililaitesisällön virtauttamiseen Google Chromecast -sovittimelle, mutta tätä kautta katselu rajoittuu vain maksuttomiin kanaviin (58).



Kuva 9. Watson Dune HD Connect -tikku ja Watson Viihde TV-102-T2 -sovitin.

Osalla markkinoilla olevista antenni/kaapeliverkon digisovittimista ja televisioista on mahdollisuus käyttää Watson-sovellusta. Näitä on esim. Philipsin uudet Android-televisiot, Finluxin tietyt tv-mallit, sekä HDThunder-digisovittimet HD6000 ja HD6500. (59.)

Watson-sovelluksen ominaisuuksia ovat:

- Kaikkien ohjelmien tallennus on mahdollista suurimmalta osalta palveluun sisältyviltä kanavilta kahden viikon ajalta.
- Rajaton tallennusmäärä katseltavissa 6kk:n sisällä tallennuksesta.
- Maksu-tv kanavien katselu mobiililaitteilla.
- On mahdollisuus tilata kanavapalveluita lyhimmillään yhdeksi kuukaudeksi kerrallaan.
- Toimii minkä tahansa laajakaistaoperaattorin verkossa Suomessa.
- Selaimen kautta vuokratut Makuuni-elokuvat voi katsella myös mobiililaitteilla.

Järjestelmäintegraattorina ja ohjelmistorajapinnan toimittajana on toiminut Hibox Systems Oy, joka on Anvia TV:n suomalainen tytäryhtiö (60). Tikun ja viihdeboksin lisäksi myös Dune HD TV-303D -laite on saanut Hibox-tuen Tosin laitetta ei vielä ole näkynyt myynnissä Suomessa (61).

### 5.1.3 Dune HD Connect -laitteen asennus ja käyttö

Tikku voidaan asentaa toimimaan kodin langattomassa lähiverkossa. Verkolta vaaditaan kuitenkin melko voimakasta signaalia, jotta laite suostuu toimimaan siinä ilman kuvasignaalin pätkimistä ja häiriöitä. Jos ohjelman signaalimittari näyttää esim. alle 70 % täydestä signaalista, laite kannattaa jo ennemmin kytkeä ethernet-kaapelilla kiinteään verkkoon.

Laitteen pakkaus sisältää seuraavat osat:

- digisovitin (televisiotikku)

- kaukosäädin
- johdollinen infrapunavastaanotin
- tarra infrapunavastaanottimelle
- mikro USB – USB -välijohdo
- jänniteadapteri (USB-liittimellä)
- audio video -johdo (ilman HDMI-liitäntää oleville televisioille)
- 2 kpl AAA-paristot.

HDMI-jatkoadapteria kannattaa käyttää, koska sijoittamalla laite kauemmaksi esim. television rungosta voidaan estää sen turha kuumenemista käytössä ja signaalin häiriöitä. USB-liitin on haaroitettu niin, että se on mahdollista kytkeä suoraan television vapaaseen USB-porttiin +5V-käyttöjännitettä varten.

Asennuksen ja viritystoimenpiteiden jälkeen näkyviin tulee ohjelmapaikka 1 eli TV1. Kaukosäätimen suuntaaminen vastaanottimeen on tosi tarkkaa, jos haluaa käskyjen ollenkaan menevän perille. Kuvanlaatu ei täysin vastaa odotuksia ainakaan teräväpiirtölähetystyksiä katsottaessa. Kuvanlaatua verrattiin vastaavien kanavien lähetystyksiin DNA:n kaapeli-tv verkossa. (62.)

#### 5.1.4 Kuvasuhde

On havaittavissa, että 4:3-lähetystyset tietyiltä kanavilta eivät näy oikeassa kuvasuhteessa, vaan ne levitetään koko 16:9-ruudulle. Ongelma koskee lähinnä antenniverkosta tulevia SD-kanavia TV1, TV2, YLE Fem, YLE Teema, Sub ja Liv. Asiasta reklamoiitiin pariin kertaan laitteen toimittajalle (63), mutta toistaiseksi muutosta ei ole saatu tehtyä. Suomessa oikean kuvasuhteen välittäminen on siinä mielessä haastavaa, että yhteistä sopimusta asiasta ei ole, vaan ohjelmayhtiöt päättävät itsenäisesti, miten toteuttavat kuvasuhteen muutoksen lähetystyvirrassa. Pääsääntöisesti tähän on kolme erilaista tapaa:

- Jos toimilupa on SDTV-lähetystyksiin Digitan antenniverkon kautta, kuvasuhde lähetetään aktiivisella formaatinmäärittelijällä (AFD), joka on lähetystyksessä lisätty enkoodauksen jälkeen videokuvan MPEG-2-signaalin tunnistekenttään (picture header). Yhdistelmänä signaalin kanssa välitetään kuvakohtainen oikea kuvasuhde (AR) 16:9 tai 4:3. DVB-signaalissa käytetään ainoastaan kahta edellistä kuvasuhdetta, vaikka AFD-koodeja

on olemassa kaikkiaan 16 kpl. Loppukäyttäjä voi säätää haluamansa kuvasuhteen käyttöön oman laitteensa asetuksista. (64.)

- Jos välitetään SDTV-lähetyksiä suoraan satelliitista jakeluverkkoon tai ohjelmayhtiöstä riippuen lähetetään aina 16:9-kuvasuhteista kuvaa ja 4:3-lähetys muunnetaan jo lähetyspäässä niin, että vastaanottajalla se näkyy ns. pillarbox-muodossa eli kuvan sivuilla näkyvät mustat pystypalkit. Tällöin loppukäyttäjä ei voi päätelaitteeltaan säätää haluamaansa kuvasuhdetta käyttöön.
- Jos välitettävä signaali on suoraan HDTV-muotoista MPEG-4- (vaaka-resoluutio 720p/1080i) tai ylös konvertoitua SDTV-kuvaa, lähetetään kuva aina 16:9-kuvasuhteessa ja 4:3-lähetykset pillarbox-muodossa. Loppukäyttäjän päätelaitteessa kuva näkyy aina 16:9-suhteessa.

Toisin sanoen Watson-ohjelmistossa olevat valinnat kuvasuhteelle ovat täysin turhia, jos sitä käytetään televisiossa, joka pystyy toistamaan HD-kuvaa 16:9-kuvasuhteessa HDMI-liitännän välityksellä.

#### 5.1.5 Ääni

Usealla satelliittikanavalla on käytössä äänijärjestelmä, jossa lähetetään erikielisiä rinnakkaisia selostuskieliä. Esimerkiksi Euronews lähettää ohjelmansa seitsemällä eurooppalaisella pääkielellä. Elokuvanavatkin lähettävät usein alkuperäisäänen lisäksi muita ääniraitoja. Käytännössä Watson-palvelu ei mahdollista äänikanavan vaihtoa missään tilanteessa, vaan se on valittu välittävän yhtiön toimesta kiinteäksi. Palautteen perusteella Watson Nordic vaihtoi Euronews-kanavan välittämän ääniraidan ranskan-kielisestä englanninkieliseen. (65.)

Suomen antenniverkon ohjelmat vastaanotetaan Anvian Vaasan vastaanottokeskuksen kautta. Siksi Yleisradion alueelliset uutislähetykset ja MTV3:en mainokset tulevat Pohjanmaan alueelta koko Suomeen. Yleisradion HD -kanavilla taas kaikki paikallisuutiset tulevat Uudeltamaalta, kuten käytännössä kaikissa kilpailijoiden IPTV-järjestelmissäkin.

#### 5.1.6 Käyttöliittymä

Käyttöliittymän yleinen ulkoasu on aika sekava, ja sama sekavuus jatkuu päävalikoita avattaessa. Kun minkä tahansa toiminnon on valikosta valinnut, on hankalaa tietää, miten toiminnon jälkeen valikosta palataan takaisin. Toisista toiminnoista palataan ”pop up menu”-näppäimellä, toisista taas vaaditaan ”return”-painikkeen painallusta. Osittain

tämä selittyi sillä, että valikko ikään kuin ”muistaa”, missä valikossa oltiin aikaisemmin ja menee suoraan siihen, kun ”valikko”-näppäintä painetaan. Eniten sekavuutta aiheuttavat kuitenkin ohjelmaoppaat, joita laitteessa on kaksi toiminnoiltaan ja ulkoasultaan erilaista. Toisen oppaan kautta voidaan toistaa menneitä ohjelmia kanavakohtaisesta arkistosta, mikäli kanava on asetettu jatkuvaan tallennukseen. Ohjelmaoppaiden toimintojen hitaus ja sekavuus saa käyttäjän raivostumaan ja turhautumaan. Vaikuttaa selkeästi siltä, että web-liittymän käyttömukavuuteen on selkeästi panostettu sovittimen ohjelmaversioiden kustannuksella.



Kuva 10. Watsonin valikoissa korostuu sekavuus, koska valikon läpinäkyvyyttä ei voi säätää.

### 5.1.7 Tallennus

Sovittimelle pystyy tekemään paikallisia tallennuksia ulkoiselle tallennusvälineelle, jos käytettävissä on microSD-muistikortti. Kortin muistimäärän tulee olla 32–128 gigatavua ja sen tulee olla nopeusluokaltaan vähintään luokka 10. Myös tallentaminen ulkoiselle USB-muistille on mahdollista, mutta tätä varten on hankittava erillinen USB OTG -kaapeli, joka sisältää virransyötön mahdollistavan USB-liittimen lisäksi myös USB A -naarasliittimen ulkoisen tallennuslaitteen liittämiseksi tikkuun. Hieman outoa on, että tätä jälkimmäistä USB-vaihtoehtoa tikulle tallentamiseen (tai kaapelin hankkimisen mahdollisuutta) ei ole esitelty käyttöohjeessa tai Watson-sivustoilla mitenkään. (66.)

Suomessa voimassa olevan tekijänoikeuslain tulkinnan mukaan teräväpiirtotasoisia tv-lähetyksiä ei saa etätallentaa operaattorin palvelimelle loppukäyttäjän toimesta. Toisaalta loppukäyttäjän tallennusoikeus (ns. yksityiskopiointisäännös) paikallisesti koskee myös teräväpiirtosisältöjä (67). Osassa kanavista omistajayhtiöt eivät myöskään salli tiettyjen kanavien jatkuvaa tallennusta verkkopalveluun, vaikka kanava olisi laadultaan ns. standardipiirtoinen. Näitä ovat Sanoma osakeyhtiön kanavat Liv, Jim, Hero ja Nelonen (68). Suorana katselu taas on estetty SBS Discovery Median kanavilla TV5, Kutoonen ja Fii (operaattorien verkon ulkopuolella). Niissä ohjelmia on mahdollista katsella ainoastaan verkkopalvelusta jälkikäteen, jos kanava on asetettu jatkuvaan tallennukseen. (57.)

Maksullisten ja teräväpiirtokanavien tallennus on mahdollista paikallisesti edellä mainituilla tavoilla lisäämällä ulkoinen tallennusväline. Laitteen tallennusvalikossa näkyvät eriteltynä verkkoon tallennetut ohjelma (tallennukset) ja paikalliset tallenteet (kotitallennukset). Jos yksittäiset ohjelman haluaa laittaa paikalliseen tallennukseen, tulee valita vaihtoehto ”tallenna tälle laitteelle” tai ”tallenna aina tälle laitteelle”, jolloin kyseessä on paikallisesti ajastettu jatkuva tallennus kyseiselle ohjelmalle. Jos käyttäjällä on käytössään useampi samanlainen laite, niiden nimet kannattaa vaihtaa niin, että tietää käyttävänsä oikeaa laitetta. Myös tv-tikun tai sovittimen valikossa näkyvät siis ristiin kaikki Watson-palveluun liitetyt laitteet, joissa on tallennustilaa käytettävissä.

#### 5.1.8 Maksukanavat ja saatavuus

Maksutelevisiokanavia on valikoimassa suhteellisen kattava määrä, mutta tässäkin operaattoriasiakkailla on tarjolla selkeästi laajempi määrä kanavia ja paketteja. Esimerkiksi ”TV-mix”- ja ”TV-mix mini” -paketit ovat saatavissa vain operaattoriverkoissa. Sama puute koskee suomalaisten kaupallisten kanavien HD-versiot sisältävää HD Start -pakettia (MTV3 HD, Nelonen HD) ja teräväpiirtopakettia, joka sisältää englannin- tai suomenkielisiä satelliittikanavia (mm. Eurosport HD, MTV Live HD, BBC HD). MTV3 HD tuli saataville myös OTT-asiakkaille 13.4.2015.

Sovittimen ohjelmistoon oli maaliskuussa 2015 lisätty ominaisuus, jolla ryhmälähetys voidaan pakottaa käyttöön täsmälähetyksen sijaan. Tämän pitäisi mahdollistaa laajempi ohjelmatarjonta ainakin sopimusoperaattorin verkossa. Toimintoa kokeiltiin 5.4.2015 Lounean verkossa Salossa, mutta näkyviin saatiin ainoastaan laajennettu kanavalista. Kuva tai ääni ei suostunut toimimaan tv-tikulla, joka oli yhdistettynä Asus DSL-N12U

B1 -modeemiin ethernet-kaapelilla. Modeemin asetuksia yritettiin myös muuttaa niin, että ryhmälähetys olisi mahdollista laitteen porteista 3 ja 4, mutta tällä ei ollut vaikutusta lopputulokseen. Lopuksi kokeiltiin myös vaihtaa tilalle modeemi Zyxel P-870HN-51b, mutta ilmeisesti jokin asia Lounean verkon puolella esti kuvan ja äänen siirtoa, eikä käytetyillä modeemilla ollut merkitystä.

Watson Nordic Oy:n Facebook-sivuston kautta selvisi, että ryhmälähetys toiminto ei välttämättä automaattisesti toimi edes operaattorin sisäverkossa, joten asiaa kyseltiin suoraan Lounea Oy:stä. Vastauksena saatiin yksikantaan, että palvelu ei toimi Lounean ADSL-verkossa, koska sieltä puuttuu tuki ryhmälähetykselle. Yrityksen tarjoamassa valokuitupohjaisessa Valokaistassa kyseinen ominaisuus on, mutta koska kyseinen kiinteistö on 15 osakkaan taloyhtiö, ei yksittäisellä osakkaalla ole kustannussyistä mahdollisuutta liittyä tähän palveluun. (69.) Valokuituverkkoon on mahdollista hankkia myös Arris-merkkinen tallentava digisovitin Lounean omistaman Jimm's PC - jälleenmyyjän kautta.

## 5.2 Maxivision Viihde

Maxivision on Maxisat-konserniin kuuluva suomalainen perheyrittäjä, joka tarjoaa operaattoriin riippumattomaa tv-palvelua koko Suomessa. Maxisat-konsernin muut osat rakentavat ja ylläpitävät turvallisuus- ja videojärjestelmiä, sekä mm. laajakaistaverkkoja etupäässä taloyhtiöille ja yrityksille. (70.) Konsernilla on pitkä kokemus esimerkiksi satelliittiantennien ja maksukanavien myynnistä taloyhtiöille jo 80-luvulta alkaen. Osa maakuntien kuituprojektien toimittajista toimii jälleen myyjinä Maxivision-palveluille ja toimittaa sen osana omaa palvelukonseptiaan loppukäyttäjätalouksiin. Tällaisia toimijoita ovat esimerkiksi Savon Kuitu ja Kairan Kuitu.

Nykyisessä Maxivision viihdepalvelussa tehtiin suuri tekninen uudistus joulukuussa 2014, jossa käytännössä koko palvelun siirtotekniikka uudistettiin ja siirryttiin käyttämään HLS-pohjaista muuttuvabittisuhteista järjestelmää. HLS on tekniikka, jossa tallenne pilkotaan osiin ja jokaisesta osasta löytyy kopio palvelimelta usealla eri laadulla. Käyttäjän päätelaitteen pitäisi sitten osata automaattisesti valita optimaalinen toistettava laatu esimerkiksi siirtotien nopeuden mukaan. (73.) Palvelun nykyinen sovellus-

ta on KreaTV ja käytännössä kaikki muutoksen ohjelmistoon tehdään ilmeisesti ulkomailla. Maxivision-palvelun oli tarkoitus laajentua myös mobiilipäätelaitteille, mutta (KreaTV Go) ohjelmiston käyttöönotto on sekin siirtynyt hamaan tulevaisuuteen.

Maxivision sai saman uudistuksen yhteydessä haltuunsa Super Head End Finland -yhtiön entisen palvelinkeskuksen tilat Espoon Otaniemestä. Ongelmilta siirtymäaikana ei täysin voitu välttyä ja monien aikaisemmin käytössä olleiden lisäpalveluiden uudelleen käyttöönotto viivästyi. Näitä olivat esimerkiksi ohjelmien start-over-ominaisuus, jolla menossa olevan ohjelman katselun voi aloittaa alusta ja aikaisemmin hyvin toimineet kuvakelaukset. (71.)

### 5.2.1 Kuvalaatu ja kuvasuhde

Kanavavalikoimassa tietyt peruskanavat näkyvät sekä muuttuvabittisuhteisina että kiinteäbittisuhteisina eri kanavapaikoilta. Kiinteäbittisuhteiset kanavat on poistettu kokonaan jakelusta huhtikuussa 2015. Muuttuvabittisuhteisten kanavien laatu on parantunut selkeästi viimeisten kuukausien aikana, vaikkakin niissä vielä ajoittain esiintyy kuvan pätkimistä ja liiketoiston hitautta joillakin materiaaleilla.

Kuvan laatu muuttuvabittisuhteisilla HD-kanavilla on lähellä teräväpiirtotasoisia kaapelikanavien kuvanlaatua, mutta täysin yhtä hyvään erottelukykyyhin ei silti yllätä. HD-kanavien tallennukset tehdään edelleen vain SDTV-tasoisella bittivirralla, joka Maxivisionin mukaan johtuu tekijänoikeuslain rajoituksista. Jälkikäteen saatiin tieto, jonka mukaan Maxivision-järjestelmä tallentaa teräväpiirtoisina ainoastaan kanavat MTV3 HD ja FOX HD. (72.) Varsinaisia maksu-tv-kanavia ei pysty etätallentamaan ollenkaan. Ennen muutosta harkittiin ilmeisesti myös paikallisen tallentamisen käyttöönottoa digisovittimissa, mutta tästä luovuttiin jo ennen muutosprojektin aloitusta marraskuussa 2014. Tämä olisi mahdollistanut tallennusten tekemisen teräväpiirtolaatuisena.

Kuvasuhteen muutoksen toiminta on parantunut selkeästi sen jälkeen, kun lähetyspään transkooderin eteen lisättiin enkooderi, joka tunnistaa 4:3-kuvasuhteisen lähetyksen bittivirrasta ja muuttaa kuvasuhteen 16:9-pillarbox-muotoon (73). Ennen muutosta transkooderi saattoi muuttaa kuvasuhteen esimerkiksi zoomaukselle, kun sen olisi pitänyt vaihtaa 16:9-kuva takaisin 4:3-lähetyksen jälkeen. Tämä aiheutti sen, että kuvan suurentuessa ylisuureksi, katsojat eivät enää kyenneet seuraamaan lähetyksen tekstitystä, koska se siirtyi ruudulla näkyvän alueen ulkopuolelle. Toisin sanoen transkoode-



rille syötetään aina kuva ainoastaan 16:9-muodossa, jolloin vältetään edellä mainitun kaltaisilta ongelmilta.

### 5.2.2 Palvelun käyttöönotto ja päätelaite

Maxivision kaupaa viihdeboksiaan melkein yksinomaan oman verkkosivustonsa kautta. Useimmat ulkopuoliset jälleenmyyjät ovat lopettaneet tuotteen myynnin ainakin verkkokauppojensa kautta. Nykyinen päätelaitemalli on Arris Group Inc. -yhtiön valmistama VIP1103. Laitteen toiminnot ovat täysin riippuvaisia ohjelmistosta, joten käytännössä tämä uudempi malli vastaa täysin vanhaa VIP1003-laitetta. Ainoastaan kaukosäädin on sovitettu toimimaan selkeämmin uudella ohjelmistolla. Kaukosäätimen (Arris 120DV1.0 J14 P/N 593255-004-00) voi hankkia erikseen myös vanhaan laitteeseen hintaan 15 € (sis. toimituskulut).

Laite otetaan käyttöön rekisteröimällä se erilliselle sivulle, jossa annetaan sarjanumero ja fyysinen laiteosoite (MAC) laitteen pohjasta. Rekisteröinnin jälkeen järjestelmä lähettää käyttäjätunnuksen ja salasanan annettuun sähköpostiosoitteeseen, joilla asiakas pystyy kirjautumaan my.maxivision.fi -sivuston palvelukeskukseen. Palvelukeskuksen avulla asiakas pystyy

- jatkamaan voimassa olevia tilauksiaan
- tilaamaan perus- ja maksu-tv kanavia
- tilaamaan lisäkanavia
- hallinnoimaan tallenteita ja ajastamaan niitä ohjelmaoppaasta
- luomaan tallennus sääntöjä ja lisäämään tägejä
- päivittämään omia tai laitteen tietoja
- hankkimaan tallennustilaa aikakoneeseen
- siirtämään ohjelmia videokirjastosta boksiin
- siirtämään Eurosport- ja Discovery-kanavien takautuvaa sisältöä boksiin katselua varten.

Tallennustila ns. aikakoneeseen pitää lähtökohtaisesti aina hankkia erikseen (kertamaksulla), eikä se sisälly suoraan laitteeseen tai Maxivision-palvelun kuukausimaksuun. Tallennustilaa voi kasvattaa aina 500 tuntiin asti lisäpaketeilla.

### 5.2.3 Boksen käyttöliittymä

Boksen käynnistäminen virrankatkaisun jälkeen kestää noin 2 min, ja tämän päälle tulee vielä mahdollinen ohjelmaversion päivityksen kesto aika. Yleensä kanavahaun jälkeen tulee sitten vielä teksti ”ei kanavia”, vaikkakin kaikki ne on todellisuudessa jo ladattu käyttöön.

Ohjelmaoppaan tiedot päivittyvät melko nopeasti käyttöön, vaikkakin käyttäjä kaipaisi erillisiä hyppypainikkeita, joilla ohjelmia voisi selata vaikka päivä kerrallaan, kuten useimmissa kodin tv- ja tallennuslaitteissa voi.

Käyttöliittymä kautta käyttäjä voi valita laitteen HDMI-ulostulon kuvan erottelutarkkuuden. Vaihtoehtoina ovat:

- automaattinen
- 576i 50 Hz
- 576p 50 Hz
- 720p 50 Hz
- 1080i 50 Hz
- 1080p 24 Hz
- 1080p 50 Hz.

Jos valitaan ”automaattinen”, laitteen pitäisi valita kuvanlaatu käytettävän laajakaistan siirtonopeuden ja laadun mukaan. Tosin mahdollisia eritasoisia siirtolaatuja ei Maxivision-palvelussa ole kuin kaksi kappaletta, joten ihmetyttää hieman, miksi tällaiseen ratkaisuun on päädytty. Jos HDMI-kaapeli liitetään televisioon esimerkiksi vaihtajan läpi ja käytetään automaattista asetusta, saadaan usein laite valitsemaan liian alhainen erottelukyky ulostuloon. Käyttäjät ovat myös kyselleen Facebook-ryhmässä mahdollisuutta käyttää pakkaamatonta teräväpiirtolaatua yhtenä vaihtoehtona, mutta ainakaan vielä kyseistä vaihtoehtoa ei ole saatu valittavaksi käyttöön.

## 6 Loppupäätelmät

IPTV-ratkaisuista voidaan todeta, että ne eivät täysin pysty korvaamaan nykyisiä kaapelitelevisioverkon kautta saatavia ohjelma- ja tallennuspalveluja. Erityisesti kuvanlaatu suorissa lähetyksissä ja tallenteissa on kyseenalainen osittain kummankin testatun palvelun kohdalla.

Maxivision-palvelun käyttökelpoisuutta rajoittavat tiettyjen kanavien tallennusmahdollisuuksien puuttuminen ja kanavien yleisen saatavuuden puutteet. Maksu-tv-kanavia ei käytännössä voi tallentaa ollenkaan, ja Ylen teräväpiirtokanavatkin tallentuvat vain normaalipiirtoisina. Käyttöliittymään on tosin tullut useita toimivuusparannuksia kevään aikana ja ”aloita alusta” -toiminto toimii sekun jälleen.

Watson-palvelun kohdalla on myös kyse palvelutasosta, koska huomattavaa määrää kanavia ei voi saada suoratoistona paikallisen operaattorin verkon ulkopuolella. Kanavien tallennus toimii Watsonissa paikallisesti hyvin, mutta käyttöliittymä ei vastaa odotuksia ainakaan nykyisessä muodossaan.

IPTV-järjestelmillä on kuitenkin se hyvä puoli kaapeli-tv palveluihin verrattuna, että ne ovat melko riippumattomia käyttöpaikasta ja käytettävästä verkkoratkaisusta. Yleensä OTT-televisiokanavien suoratoistoon riittää jo ”hidas” 4G-yhteys. Toisin sanoen, jos tarvetta katseluun ja ohjelmien tallennukseen on esimerkiksi kesämökillä, jossa ei ole tarvittavia kattoantenneja, voi jo IPTV:n peruskanavavalikoimakin olla toimiva vaihtoehto. Verrattuna internet-televisioon saadaan kanavat näkymään yhdessä laitteessa ilman useiden eri portaalien avausta tietokoneen selaimessa. Myös ohjelmien ajastus mobiililaitesovelluksen ohjelmaoppaasta toimii Watsonissa hyvin jopa 3G-yhteydellä.

Taloyhtiön sisäverkoista voidaan todeta, että yleispätevää ohjetta siitä, uusitaanko verkko kokonaan vai päädytäänkö vanhan verkon kunnostukseen, on mahdotonta tässä antaa. Tämä johtuu ainoastaan siitä seikasta, että verkkojen kunto ja laatu suhteessa tavoitetasoon vaihtelee niin suuresti jo pelkän rakennusajankohdan perusteella. Jos taloyhtiöllä on vähänkään epäilystä verkon teknisestä suorituskyvystä, se kannattaa mittauttaa viranomaisten määräysten mukaisesti asiantuntijalla. Kuntotutkimuksella saadaan melko tyhjentävästi selville se, onko verkon uusiminen kyseisessä tilanteessa välttämätöntä.

Päätöksentekoprosessi taloyhtiössä saattaa koetella hermoja, mutta parhaaseen lopputulokseen päästäneen selvittämällä tekniset yksityiskohdat ja keräämällä tarpeeksi tietoa asukkaiden toiveista ennen päätöksentekoa. Taloyhtiöiden hallituksen jäsenet ja isännöitsijät ovat tietysti tässä suhteessa avainasemassa.

Valtiolta ja päättäjät voisivat olla vaikuttamassa aktiivisemmin siihen, että kiinteitä valokuituverkkoja tulisi saataville valtion tuella myös kaupunkiseutujen reuna-alueille, missä tilanne lienee tällä hetkellä huonoimmalla tolalla, koska kyseiset alueet ovat periaatteessa markkinaehtoisen rakentamisen piirissä. Operaattorit eivät kuitenkaan juuri rakenna tai uusi verkkojaan noilla alueilla vapaaehtoisesti, vaan siihen tarvittaisiin ulkopuolista rahallista panostusta.

Antennikaapeleista olisi perusteltua tehdä testi, jossa testataan laajemmin markkinoilla olevia eripituisia liitäntäjohtoja suojausvaimennuksen ja sähköisen rakenteen osalta. Testiin olisi syytä kerätä kaapeleita, joissa on keskenään erilaiset IEC-liittimet. Sähkömaailma-lehden testissä suuri osa liittimistä oli keskenään samoja, koska johdot olivat ilmeisesti saman kiinalaisen tehtaan valmistamia.

## Lähteet

- 1 Koivisto, Pekka. ST-ohjeisto 18. Optiset liityntäverkot. Verkkodokumentti. <[www.sahkoinfo.fi](http://www.sahkoinfo.fi)>.2011. Luettu 19.4.2015.
- 2 Fiber to the x. Verkkodokumentti. <[http://en.wikipedia.org/wiki/Fiber\\_to\\_the\\_x](http://en.wikipedia.org/wiki/Fiber_to_the_x)>. Luettu 3.5.2015.
- 3 Hovatta, Tauno. Asuinkiinteistön tietoliikenneverkon uudistaminen. Verkkodokumentti. <[https://www.viestintavirasto.fi/attachments/Asuinkiinteiston\\_tietoliikenneverkon\\_uudistaminen\\_2014.pdf](https://www.viestintavirasto.fi/attachments/Asuinkiinteiston_tietoliikenneverkon_uudistaminen_2014.pdf)>. 2014. Luettu 3.5.2015.
- 4 VDSL2 50/10 ja etäisyys DSLAM? Verkkodokumentti. <<https://yhteiso.elisa.fi/t5/Elisa-Viihde-Yleinen-keskustelu/VDSL2-50-10-ja-et%C3%A4isyys-DSLAM/td-p/389705>>. Luettu 3.5.2015.
- 5 Viihteeseen lisää VDSL-yhteysvaihtoehtoja. Verkkodokumentti. <<https://yhteiso.elisa.fi/t5/ideas/v2/ideapage/blog-id/Elisa/article-id/677/page/2#comments>>. Luettu 3.5.2015.
- 6 Palvelukuvaus Saunalahti huoneistokaista 1.1.2012. Verkkodokumentti. Elisa Oyj. <[http://asiakastuki.saunalahti.fi/attachment/content/Palvelukuvaus\\_Saunalahti\\_Huoneistokaista\\_1\\_1\\_2012.pdf](http://asiakastuki.saunalahti.fi/attachment/content/Palvelukuvaus_Saunalahti_Huoneistokaista_1_1_2012.pdf)>. Luettu 10.5.2015.
- 7 ST 98.11. Asuinkiinteistön puhelinsisäverkon kuntotutkimusohje. 2007. Verkkodokumentti. Sähköinfo Oy. <<http://www.taloyhtio.net/attachements/2008-05-07T12-16-057438.pdf>>. Luettu 15.12.2014.
- 8 Kaapeli-tv-järjestelmien rakenteesta. Verkkodokumentti. <[http://www.tlu.ee/~matsak/telecom/lasse/cableTV/kaapelitvjrjestelmien\\_rakenteeesta.html](http://www.tlu.ee/~matsak/telecom/lasse/cableTV/kaapelitvjrjestelmien_rakenteeesta.html)>. Luettu 4.5.2015.
- 9 Keskustelu. Verkkodokumentti. Asunto Oy Liusketie 19. <<http://www.liusketie19.fi/keskustelu.html/360?p=&c=0>>. Luettu 29.3.2015.
- 10 Markkinan M4 ja M5 palvelukuvaus. 1.6.2014. Verkkodokumentti. DNA Oy. <<https://www.dna.fi/documents/19098254/21360352/MarkkinanM4jaM5palvelukuvaus.pdf/96f0f6e7-06a7-48f7-8cc7-7d6e99dd071e>>. Luettu 11.5.2015.
- 11 Kaapelimodeemi. Verkkodokumentti. <<http://fi.wikipedia.org/wiki/Kaapelimodeemi>>. Luettu 29.3.2015.

- 12 DNA tukipalsta. Yhteys hidastelee ja modeemi boottailee itseään. Verkkodokumentti. <<https://tuki.dna.fi/org/dna-fi/d/yhteys-hidastelee-ja-modeemi-boottailee-itsestaan/>>. Luettu 10.5.2015.
- 13 Broadcom Unleashes Gigabit Speeds for Consumer Cable Modems. 2015. Verkkodokumentti. <<http://www.broadcom.com/press/release.php?id=s889754>>. Luettu 3.5.2015.
- 14 Ikonen, Ari. 2009. Teräväpiirtotelevisio. Jyväskylä: Gummeruksen Kirjapaino Oy.
- 15 Ultra-high-definition television. Verkkodokumentti. <[http://en.wikipedia.org/wiki/Ultra-high-definition\\_television](http://en.wikipedia.org/wiki/Ultra-high-definition_television)>. Luettu 29.4.2015.
- 16 4K resolution. Verkkodokumentti. <[http://en.wikipedia.org/wiki/4K\\_resolution](http://en.wikipedia.org/wiki/4K_resolution)>. Luettu 29.4.2015.
- 17 Laitila, Teemu. 10.9.2012. DNA Welho testaa kaapeliverkossaan DVB-C2-tekniikkaa. Verkkodokumentti. Luettu 29.4.2015.
- 18 DNA tuo DVB-T-signaalin lisäpalveluna myös Oulun alueen kaapeliverkkoon. Verkkodokumentti. <<http://www.kauppalehti.fi/5/i/yritykset/lehdisto/stt-info/tiedote.jsp?selected=kaikki&oid=20130401/13666320165230>>. Luettu 11.5.2015.
- 19 Taloverkkokuvat. 2013. DNA Oy, Helsinki. Sähköposti 5.12.2013.
- 20 Telewell sähköposti. 2014. Telewell Oy, Järvenpää. Sähköposti 15.5.2014.
- 21 Määräyksen 65 perustelut ja soveltaminen. Kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista MPS 65. 2014. Verkkodokumentti. Viestintävirasto. <[https://www.viestintavirasto.fi/attachments/maaraykset/M65\\_MPS.pdf](https://www.viestintavirasto.fi/attachments/maaraykset/M65_MPS.pdf)>. Luettu 12.5.2015.
- 22 Hovatta, Tauno. 2014. Antennijärjestelmät ST-käsikirja 12. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 23 Ristilä, Juha. 2008. Antennijohdot aiheuttavat häiriöitä digitelevisioon kuvaan. Sähkömaailma 1/2008, s. 24–25.
- 24 TV ottaa häiriöitä valoista. Verkkodokumentti. <<http://keskustelu.suomi24.fi/t/8683188>> Luettu 12.5.2015.
- 25 YLE HD -kanavat pikselöityy. Verkkodokumentti. <<http://tuki.dna.fi/org/dna-fi/d/yle-hd-kanavat-pikseloityy/>>. Luettu 12.5.2015.

- 26 Kaapeliverkossa mosaiikkia Rasion alueella päivityksen jälkeen. Verkkodokumentti. DNA tukipalsta. <<http://tuki.dna.fi/org/dna-fi/d/kaapeliverkossa-mosaiikkia-raision-alueella/>>. Luettu 12.5.2015.
- 27 Kaapeliverkkoon kytketyissä kiinteistöissä ei tarvita omia antennoja, vahvistimia tai erillisiä internet-kaapelointeja. Liityntäteknikat. Verkkodokumentti. <<https://www.dna.fi/fi/pientaloasukkaat>>. Luettu 12.5.2015.
- 28 120 dB 4-voudig afgeschermdde haakse coax (CX 120DB15H). Verkkodokumentti. <<http://www.exellent.be/kabels-en-connectoren/antenne-kabels/coax/120-db-4-voudig-afgeschermdde-haakse-coax-ne0055869834>>. Luettu 12.5.2015.
- 29 Kaapeli-tv-verkon päivitys. Verkkodokumentti. <<https://www.dna.fi/fi/kaapeli-tv-muutos>>. Luettu 12.5.2015.
- 30 DNA Welho DVB Resources. Verkkodokumentti. <<http://dvb.welho.fi/>>. Luettu 12.5.2015.
- 31 Sanoma myy Welhon DNA:lle. Verkkodokumentti. <<http://www.taloussanomat.fi/media/2010/05/31/sanoma-myy-welhon-dnalle/20107712/135>>. Luettu 4.5.2015.
- 32 Kuva "tökkii" Kuopiossa päivityksen jälkeen. Verkkodokumentti. <<http://tuki.dna.fi/org/dna-fi/d/kuva-tokkii-kuopiossa-paivityksen-jalkeen/>>. Luettu 12.5.2015.
- 33 IEEE 802.11. Verkkodokumentti. <[http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE\\_802.11](http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11)>. Luettu 11.5.2015.
- 34 IEEE 802.11af White-Fi Technology. Verkkodokumentti. <<http://www.radio-electronics.com/info/wireless/wi-fi/ieee-802-11af-white-fi-tv-space.php>>. Luettu 17.5.2015.
- 35 ISM-taajuusalue. Verkkodokumentti. <<http://fi.wikipedia.org/wiki/ISM-taajuusalue>>. Luettu 17.5.2015.
- 36 Wi-Fi / WLAN Channels, Frequencies, Bands & Bandwidths. Verkkodokumentti. <<http://www.radio-electronics.com/info/wireless/wi-fi/80211-channels-number-frequencies-bandwidth.php>>. Luettu 17.5.2015.
- 37 Granlund, Kaj. 2007. Tietoliikenne. Porvoo: WSOYpro.
- 38 Leinonen, Juha. 2012. Kotitalouksien telepalvelujen alueellinen saatavuus 2012. Verkkodokumentti. Liikenne- ja viestintäministeriö. <[https://www.lvm.fi/docs/fi/1986562\\_DLFE-18538.pdf](https://www.lvm.fi/docs/fi/1986562_DLFE-18538.pdf)>. Luettu 13.5.2015.

- 39 Talon liittäminen kiinteään verkkoon. Verkkodokumentti. DNA Oy.  
<<https://www.dna.fi/pientaloasukkaat>>. Luettu 13.5.2015.
- 40 Talokaapelit pientaloihin. Verkkodokumentti. Elisa Oyj.  
<<http://elisa.fi/kiinteistoille/pientalot/>>. Luettu 13.5.2015.
- 41 Laajakaistahinnasto. Verkkodokumentti. Sonera Oyj. <  
<http://www.sonera.fi/media/1328ae4d1c715fa2b3e2dc088f1bcce965af5140/laajakaistahinnasto-fi.pdf>>. Luettu 13.5.2015.
- 42 Kaapeli-tv. Verkkodokumentti. MPY  
<<http://www.mpy.fi/documents/119718/146219/Kaapeli-TV+Hinnasto+Taloyhti%C3%B6ille+1.1.2015.pdf/9483f037-d9f8-4019-9899-ba74a6cc7371>>. Luettu 12.5.2015.
- 43 Hakutulos sanalle: TV5 Monde. Verkkodokumentti. DNA tukipalsta.  
<<https://tuki.dna.fi/org/dna-fi/search/?q=TV5+Monde>>.
- 44 Velvollisuus ohjelmistojen ja palvelujen siirtämiseen (must carry). 21.4.2015. Verkkodokumentti. Viestintävirasto.  
<<https://www.viestintavirasto.fi/tvradio/jakelujavastaanotto/Kaapeli-tv/mustcarrylisiirtovelvoite.html>>. Luettu 13.5.2015.
- 45 Korvausoikeus palautettu tekijänoikeuslakiin. 10.4.2015. Verkkodokumentti. Kopiosto.  
<[http://www.kopiosto.fi/kopiosto/ajankohtaista/uutiset\\_arkisto/2015/fi\\_FI/Korvausoikeus\\_palautettu/](http://www.kopiosto.fi/kopiosto/ajankohtaista/uutiset_arkisto/2015/fi_FI/Korvausoikeus_palautettu/)>. Luettu 4.5.2015.
- 46 HE 305/2014. Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi tekijänoikeuslain 25 i ja 47 pykälän muuttamisesta. Verkkodokumentti. Finlex.  
<<https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2014/20140305>>. Luettu 10.5.2015.
- 47 Kysymyksiä ja vastauksia HD-laitteista. Testatutlaitteet.fi. Verkkodokumentti. <  
[http://www.testatutlaitteet.fi/fi/fi\\_5.html](http://www.testatutlaitteet.fi/fi/fi_5.html)>. Luettu 14.5.2015.
- 48 CI+ kortinlukijan päivitys. Verkkodokumentti. Sonera Oy.  
<[http://www5.sonera.fi/ohjeet/CI%2B\\_kortinlukijan\\_p%C3%A4ivitys](http://www5.sonera.fi/ohjeet/CI%2B_kortinlukijan_p%C3%A4ivitys)>. Luettu 14.5.2015.
- 49 Common Interface. Verkkodokumentti.  
<[http://en.wikipedia.org/wiki/Common\\_Interface#CI.2B\\_v1.3](http://en.wikipedia.org/wiki/Common_Interface#CI.2B_v1.3)>. Luettu 2.5.2015.
- 50 Cable Ready HD-laitteet. Verkkodokumentti. Testatutlaitteet.fi. FiCom ry.  
<[http://www.testatutlaitteet.fi/fi/fi\\_3.html](http://www.testatutlaitteet.fi/fi/fi_3.html)>. Luettu 14.5.2015.



- 51 Wbox HD2: Ohjelmaopas ym. Verkkodokumentti. DNA tukipalsta. <<https://tuki.dna.fi/org/dna-fi/d/wbox-hd2-ohjelmaopas-ym/>>. Luettu 12.5.2015.
- 52 Cable Ready Verification and Licensing Services. Verkkodokumentti. Labwise Oy. <[http://www.labwise.fi/PDF/Cable\\_Ready\\_Verification\\_services.pdf](http://www.labwise.fi/PDF/Cable_Ready_Verification_services.pdf)> Luettu 14.5.2015.
- 53 Antenna Ready HD and Cable Ready HD. Verkkodokumentti. <<http://sofiadigital.com/services/cable-ready/>>. Luettu 14.5.2015.
- 54 Nykänen, Juha. 2014. 4g-televisiohäiriöt – taajuustalkoot. Verkkodokumentti. <<http://tekniikanmaailma.fi/4g-televisiohairiot-taajuustalkoot/>>. 22.12.2014. Luettu 10.5.2015.
- 55 Anvia Oyj. Verkkodokumentti. <<http://fi.wikipedia.org/wiki/Anvia>>. Luettu 25.3.2015.
- 56 Anvia aloittaa Watson-tv palvelun myynnin valtakunnallisesti. 2013. Verkkodokumentti. <<https://www.anvia.fi/anvia/uutiset/mediatiedotteet/anvia-aloittaa-watson-tv-palvelun-myyntin-valtakunnallisesti>>. Luettu 25.3.2015.
- 57 Mikä on Watson. Verkkodokumentti. <<https://www.watson.fi/extra/mika-on-watson.php>>. Luettu 14.5.2015.
- 58 Chromecast-tuki Watsoniin. Verkkodokumentti. <[http://lounea.fi/tiedotteet/Watson\\_Chromecast/](http://lounea.fi/tiedotteet/Watson_Chromecast/)>. Luettu 20.3.2015.
- 59 Watson on ensimmäinen kotimainen tv-palvelu Android-televisioihin. Verkkodokumentti. <<https://www.anvia.fi/anvia/uutiset/mediatiedotteet/watson-ensimmainen-kotimainen-tv-palvelu-android-televisioihin>>. Luettu 20.3.2015.
- 60 IPTV & OTT. Verkkodokumentti. <<http://www.hibox.tv/references.shtml>>. Luettu 20.3.2015.
- 61 Dune HD Adds Hibox Systems' IPTV Platform to StickSTB and TV Series Set-top Boxes. Verkkodokumentti. <<http://dune-hd.com/eng/news/detail/85-dune-hd-adds-hibox-systems-iptv-platform-to-stickstb-and-tv-series-set-top-boxes>>. Luettu 21.3.2015.
- 62 Watson-tikku käyttöohje. Verkkodokumentti. <[https://www.watson.fi/pctv/resources/images/Watson-tikku\\_ohje.pdf](https://www.watson.fi/pctv/resources/images/Watson-tikku_ohje.pdf)>. Luettu 20.11.2014.
- 63 Watson kuvasuhteet. Watson Nordic asiakaspalvelu. Lähetetty sähköposti 20.11.2014 ja 4.12.2014.

- 64 pjdaniel.org.uk ~ my explanation of AR and AFD. Verkkodokumentti.  
<<http://www.pjdaniel.org.uk/afd/>>. 21.4.2014. Luettu 15.5.2015.
- 65 Re: Watson Euronews jne. [Tukipyyntö #xxxxx]. Watson Nordic asiakaspalvelu.  
Sähköposti 9.12.2014.
- 66 Usein kysyttyä. Verkkodokumentti. <<https://www.watson.fi/extra/usein-kysyttya.php>>. Verkkodokumentti. Luettu 14.5.2015.
- 67 Ylen ohjelmien tallentaminen. Verkkodokumentti.  
<<http://yle.fi/aihe/artikkeli/2015/05/08/ylen-ohjelmien-tallentaminen>>. 8.5.2015.  
Luettu 14.5.2015.
- 68 Korhonen, Suvi. 2014. Sanoma kielsi tv-kanaviensa tallentamisen Anvian asiakkailta. Verkkodokumentti.  
<<http://www.mpc.fi/uutisia/sanoma+kielsi+tvkanaviensa+tallentamisen+anvian+asiakkailta/a958107>>. 8.1.2014. Luettu 15.5.2015.
- 69 Asiakaspalvelu, Lounea, Salo. Facebook-vastaus. 8.4.2015.
- 70 Maxisat-konserni. Verkkodokumentti. <<http://www.maxisat.fi/maxisat-konserni/>>. Luettu 4.12.2014.
- 71 Palvelu-uudistus ja uuden käyttöliittymän tuomat muutokset. Verkkodokumentti.  
Maxivision Viihde.  
<<http://www.anpdm.com/newsletterweb/434050427042465C4770464259/4145584B71424B5F4A7348475B4371>>. Luettu 30.11.2014.
- 72 Asiakaspalvelu, Maxivision, Espoo. Verkkodokumentti.  
<<https://www.facebook.com/MaxivisionViihde>>. Facebook-vastaus. 26.2.2015.  
Luettu 15.5.2015.
- 73 Asiakaspalvelu, Maxivision, Espoo. Facebook-vastaus. 14.12.2014.

## DNA Welho kaapeli-tv-verkon kanavaniput (pääkaupunkiseutu)

Oheisena on listattu verkon kanavaniput, nippujen keskitaajuudet ja modulaatiotapa. Lisäksi kerrotaan siirtovirran tunniste ja verkon tunniste.

### Modulaatioparametrit

Network ID: 42249  
Modulation: 64-128-256QAM  
Inner FEC: None  
Outer FEC: RS(204,188)  
Symbol Rate: 6,8750/6,900 Msym/s

### Tiedot kanavanipuista

TSID = Transport Stream ID (siirtovirran tunniste)  
ONETID = Original Network ID (alkuperäinen verkkotunniste)

Mux#	Frequency	Symbol rate	Modulation	TSID	ONETID
1	274 MHz	6.9 Msym/s	128-QAM	1	42249
2	282 MHz	6.9 Msym/s	128-QAM	2	42249
3	162 MHz	6.9 Msym/s	64-QAM	3	42249
4	170 MHz	6.9 Msym/s	128-QAM	4	42249
5	290 MHz	6.9 Msym/s	128-QAM	5	42249
6	146 MHz	6.9 Msym/s	128-QAM	6	42249
7	154 MHz	6.9 Msym/s	128-QAM	7	42249
8	138 MHz	6.9 Msym/s	128-QAM	8	42249
9	266 MHz	6.9 Msym/s	128-QAM	9	42249
10	362 MHz	6.9 Msym/s	128-QAM	10	42249
11	298 MHz	6.9 Msym/s	128-QAM	11	42249
12	354 MHz	6.9 Msym/s	128-QAM	12	42249
13	370 MHz	6.9 Msym/s	128-QAM	13	42249
14	378 MHz	6.9 Msym/s	128-QAM	14	42249
15	394 MHz	6.9 Msym/s	128-QAM	15	42249
16	386 MHz	6.9 Msym/s	128-QAM	16	42249
17	258 MHz	6.9 Msym/s	128-QAM	17	42249
18	250 MHz	6.9 Msym/s	128-QAM	18	42249
19	314 MHz	6.9 Msym/s	128-QAM	19	42249
20	306 MHz	6.9 Msym/s	64-QAM	20	42249
21	322 MHz	6.9 Msym/s	128-QAM	21	42249
22	330 MHz	6.9 Msym/s	256-QAM	22	42249
23	338 MHz	6.9 Msym/s	256-QAM	23	42249
24	346 MHz	6.9 Msym/s	128-QAM	24	42249

25	234 MHz	6.9 Msym/s	256-QAM	25	42249
26	210 MHz	6.9 Msym/s	256-QAM	26	42249
27	218 MHz	6.9 Msym/s	256-QAM	27	42249
28	226 MHz	6.9 Msym/s	256-QAM	28	42249
29	178 MHz	6.9 Msym/s	256-QAM	29	42249
30	186 MHz	6.9 Msym/s	256-QAM	30	42249
31	194 MHz	6.9 Msym/s	256-QAM	31	42249
32	202 MHz	6.9 Msym/s	256-QAM	32	42249
33	514 MHz	6.9 Msym/s	256-QAM	33	42249
34	522 MHz	6.9 Msym/s	256-QAM	34	42249
35	530 MHz	6.9 Msym/s	256-QAM	35	42249
36	538 MHz	6.9 Msym/s	256-QAM	36	42249
80	554 MHz	6.9 Msym/s	256-QAM	80	42249

## DNA Welho kaapeli-tv-verkon kanavalista (pääkaupunkiseutu)

Jokaisesta kanavasta on listattuna oletuskanavapaikka, kanavan nimi, kanavan taajuus, paketin modulaatio, sekä mihin kanavanippuun eli MUX:iin kanava kuuluu. Lisäksi listalta löytyvät kuvan, äänen ja tekstityksen pakettien tunnustearvot. Viimeisessä sarakkeessa on yksittäisen palvelun tunnustearvo.

	Kanava	MHz	Modulaatio	MUX	Video(+PCR) PID	Audio PID(t)	Tekstitys PID	Service ID
1	Yle TV1	274	128	1	512	650	34	17
1	Yle Puhe	274	128	1		905	0	4369
2	Yle TV2	274	128	1	513	660	2027	33
3	Yle Klassinen	274	128	1		901	0	4401
3	MTV3	282	128	2	305	561,562	1073	49
4	Nelonen	282	128	2	512	650,658	5012	65
5	Yle Fem	274	128	1	514	670	3027	81
5	Yle Mondo	274	128	1		903	0	4433
6	Sub	282	128	2	353	609	33	97
6	Iskelmä	290	128	5		650	0	817
7	Yle Teema	274	128	1	516	690,694	33	113
8	Liv	290	128	5	516	690	5012	450
9	Jim	282	128	2	522	720	0	225
10	TV5	162	64	3	513	660	0	241
11	Kutonen	314	128	19	523	655	0	178
12	FOX	186	256	30	2000	2100,2101	0	200
13	AVA	346	128	24	352	353,359	354	351
14	Hero	178	256	29	531	631	0	1450
16	Reality.fi	338	256	23	394	594	0	1804
21	Yle TV1 HD	538	256	36	310		33	1701
22	Yle TV2 HD	538	256	36	312		860	1702
23	MTV3 HD	226	256	28	3292	3297,3298	3293	3291
24	Nelonen HD	234	256	25	401+8190	402	0	444
25	Yle Fem HD	538	256	36	314		870	1703
27	Yle Teema HD	538	256	36	316		32	1704
32	FOX HD	186	256	30	1000	1100,1101	0	100
60	MTV	394	128	15	1259	3276	0	6040
64	AlfaTV	266	128	9	530	740	0	1089
65	TV7	386	128	16	800+802	801	768	61500
71	DINA	162	64	3	641+6413	642	0	64000

83	FRANCE 24 English	250	128	18	606	626	6702	13850
87	TV5MONDE	394	128	15	615	635	835	12240
90	Mosaiikki 1	554	256	80	68		0	65101
91	Mosaiikki 2	554	256	80	38		0	65102
92	Mosaiikki 3	554	256	80	40		0	65103
93	Mosaiikki 4	554	256	80	36		0	65104
94	Mosaiikki 5	554	256	80	34		0	65105
98	Kuukauden kanava	322	128	21	33	34,35,36,37,38	39	499
99	Infokanava	162	64	3	68		0	1973
100	Discovery Channel	138	128	8	1481	3534	0	406
100	Alem FM	378	128	14		3196	0	7319
103	Travel Channel	298	128	11	33	6864,6865	35	28003
106	Nelonen Prime	394	128	15	2781	2786	0	1852
109	Nick Jr.	250	128	18	3073	3075,3078,3080,3083	0	206
114	Eurosport	362	128	10	1103	3098,4083,4086,4087	6016	905
115	Eurosport 2	362	128	10	1197	3193,4056,4122,4318	0	1608
120	Nelonen Maailma	354	128	12	651	652	0	65100
124	Animal Planet	138	128	8	1079	3074	6000	407
127	Investigation Discovery	194	256	31	1360	1320,1323	1369	30
130	National Geographic Channel	306	64	20	3580	3581	3582	201
134	Showtime	250	128	18	515	652	579	2111
139	VH1	298	128	11	205	208	34	204
140	Star!	258	128	17	519	672	581	1609
149	MTV Max	282	128	2	342	343	344	209
150	MTV Leffa	346	128	24	322	323	324	321
151	MTV Fakta	346	128	24	312	313	314	311
152	MTV Juniori	282	128	2	332	333	335	257
156	Nelonen Nappula	354	128	12	641	642	0	64100
160	Disney Channel	306	64	20	3181	3182,3185,3186,3189	980	3180
161	Disney XD	298	128	11	3191	3194,3195,3196,3197	3192	23000
162	Disney Junior	250	128	18	1131	1132,1133,1134,1135,1136,1138	1137	3850
167	TLC	370	128	13	1096	3091	0	1016
168	Discovery Science	370	128	13	1095	3090	6114	1015
169	Discovery World	370	128	13	1094	3089	6113	1014
174	Nat Geo Wild	378	128	14	5081	5082	5087	5080
179	Silver	250	128	18	514	648	576	3313
188	BBC Entertainment	354	128	12	513	644	577	1103
190	CNN International	298	128	11	203	206	0	202
202	MTV Max HD	178	256	29	1501	1506	1502	1500
204	Eurosport HD	234	256	25	1125		3118	2017
205	Eurosport 2 HD	194	256	31	1284	3389,4286,4287,4288	0	15203
210	FUEL TV HD	338	256	23	323	423	2801	5480
218	Discovery HD	338	256	23	2500		2501	205

219	Animal Planet HD	178	256	29	2600		2601	4203
225	National Geo- graphic HD	194	256	31	3680	3681	3684	3806
226	Nat Geo Wild HD	226	256	28	1173	4147,4236,4237	6536	4805
230	Outdoor Channel HD	514	256	33	2301	2311,2326	2514	1501
234	Silver HD	338	256	23	512	640	604	4201
243	Nelonen Pro 1 HD	514	256	33	208	320	0	90
244	Nelonen Pro 2 HD	514	256	33	213	330	0	60
245	Nelonen Pro 3 HD	202	256	32	444	544	0	146
246	Nelonen Pro 4 HD	202	256	32	445	545	0	147
247	Nelonen Pro 5 HD	202	256	32	446	546	0	148
248	Nelonen Pro 6 HD	202	256	32	447	547	0	149
249	Nelonen Pro 7 HD	202	256	32	448	548	0	150
250	Nelonen Pro 8 HD	530	256	35	449	549	0	151
257	History HD	186	256	30	1307	3303	6512	4209
260	BBC HD	226	256	28	1233		3230	4104
271	SVT1 HD	178	256	29	1611		1615	1610
285	MTV Live HD	210	256	26	1011	1012	1013	5200
289	iConcerts	194	256	31	2002	3002	0	3502
294	myZen.tv HD	218	256	27	1651	1652,1653,1654,1655, 1656	0	332
305	History	394	128	15	1002	36,1005	1004	2511
307	BBC Knowledge	322	128	21	1234	3231,4285,4291	6100	233
308	BBC Lifestyle	370	128	13	1187	3183	6079	2501
312	Nordic TCM	298	128	11	402	405	403	401
313	Cartoon Network	154	128	7	1192	3188,4095,4096,4098	0	402
320	Fashion TV	170	128	4	165	100	0	103
321	CBS Reality	290	128	5	2301	2310,2318,2320,2321, 2326	2501	5300
324	MTV Rocks	290	128	5	5111	5112	0	28659
325	MTV Hits	138	128	8	5081	5082	0	28664
326	MTV Dance	290	128	5	5091	5092	0	28665
327	MTV Music	362	128	10	4011+8190	4012	0	28671
329	VH1 Classic	258	128	17	4060	4061	0	28657
331	VIVA	258	128	17	34+32	35	36	12732
333	Mezzo	370	128	13	125	135	185	105
338	Extreme Sports Channel	290	128	5	2601	2610,2613,2617,2620, 2621,2626	2801	3
340	Motors TV	210	256	26	2401	2402,2403,2404,2405, 2406,2407,2408	2421	7301
344	Nautical Channel	154	128	7	481	482	0	8607
347	BBC World	394	128	15	34	35	0	1001
349	Sky News	138	128	8	1014	1017	0	1013
351	CNBC	298	128	11	6780	6781	0	906
352	Bloomberg TV	138	128	8	2761	2764	2762	5
355	SVT World	250	128	18	2008	3008	4008	1

356	SVT1	386	128	16	1019	1018	1014	1010
357	SVT2	386	128	16	1029	1028	1024	5030
358	TV3	314	128	19	1101	1102	1106	1100
359	TV4	138	128	8	1140	3135	6042	1040
360	TV6	194	256	31	1161	1162	1166	1160
361	SVTB/SVT24	386	128	16	879	878	874	870
362	Kunskapskanalen	186	256	30	1249	1248	1244	1240
364	RTL Television	154	128	7	163	104	105	8001
365	ZDF	378	128	14	1340	1341,1342,1343	1344	28006
366	DW-TV Europe	394	128	15	608	611	609	607
367	3sat	154	128	7	1340	1341,1342,1343	1344	28007
369	ARTE	154	128	7	401	402,403,407,408	404	28109
371	France 2	146	128	6	258	261,262,263	259	8801
374	TVE Internacional	146	128	6	5420	5421,5424	5422	3501
375	Rai1	146	128	6	3402	3405,3406	3403	3401
376	Rai2	146	128	6	34	35,3407,3408	3404	3402
378	euronews	362	128	10	33	35,4063,4064,4065,40 66,4067,4068,4069,40 70,4071,4072,4073,40 74,4075	34	8211
380	NTV Mir	362	128	10	50	51	0	10
381	Channel one Russia	362	128	10	4061	4060	0	5500
385	ETV	386	128	16	6841	32,6842	0	2
387	Al Jazeera English	306	64	20	7013	7016	0	7012
388	Al Jazeera Arabic	386	128	16	709	712	0	708
390	Turkmax Gurme	378	128	14	2107	3109	0	4302
391	Skyturk	378	128	14	2169	3172	0	4301
394	Adult Channel	146	128	6	228		0	227
395	Brazzers TV Europe	386	128	16	7001	7011,7012	7021	4689
398	Toto-TV	362	128	10	101	102	0	5100
399	Big Brother 24/7	258	128	17	392	397	393	391
400	C More First	266	128	9	302	305,306,307,308	303	301
401	C More First HD	330	256	22	1012		4143	3306
402	C More Hits	298	128	11	318	321,322,323,324	319	317
405	C More Action	314	128	19	3308	3311,3312,3313,3314	3309	3307
407	C More Series	266	128	9	1084	3079,4061,4062,4063	330	308
409	C More Emotion	266	128	9	310	313,314,315,316	311	309
411	SF Kanalen	370	128	13	3319	3322,3323,3324,3325	3320	3318
413	C More Kids	314	128	19	2781	2784,2785,2786,2787	2782	2780
424	MTV Sport 1	266	128	9	41	46	42	305
425	MTV Sport 1 HD	218	256	27	3422	3427	3423	3421
428	C More Tennis	314	128	19	34	35,36,37,3315	3310	3308
431	MTV Sport 2	370	128	13	1441	1446	1442	3315
432	MTV Sport 2 HD	234	256	25	3432	3433	3434	3431
438	C More Extreme	514	256	33			0	3316
450	Nelonen Pro 1	162	64	3	34+101	256	0	193
451	Nelonen Pro 2	162	64	3	308+8190	33	0	145



455	Viasat Sport	306	64	20	2101	2104,2105	0	2100
456	Viasat Sport HD	210	256	26	2701		2702	2700
458	Viasat Hockey	146	128	6	2141	2142,2143,2144	0	2140
459	Viasat Hockey HD	218	256	27	2711		2712	2710
460	Viasat Hockey Fin- land	210	256	26	4401	4402,4403	0	4430
461	Viasat Golf	322	128	21	1861	1862,1863,1864,1865	0	4400
462	Viasat Golf HD	530	256	35	1701	1706	1702	2730
464	Viasat Hockey Fin- land HD	330	256	22	450	550,552	0	2150
467	Viasat Film	354	128	12	1141	1144,1145,1146,1147	1142	1140
468	Viasat Film HD	218	256	27	1601		710	1600
471	VFilm Family	354	128	12	3111	3114,3115,3116,3117	3112	3110
472	VFilm Family HD	522	256	34	2221		33	2220
473	VFilm Action	170	128	4	1151	1154,1155,1156,1157	1152	1150
474	VFilm Action HD	522	256	34	2201		2203	2200
475	VFilm Comedy	170	128	4	3121	3124,3125,3126,3127	3122	3120
476	VFilm Comedy HD	522	256	34	2231		2232	2230
477	VFilm Classic	170	128	4	3131	3134,3135,3136,3137	3132	3130
479	VFilm Drama	170	128	4	1196	1199,1200,1201,1202, 1203,1204	1197	3000
490	Viasat Explorer	322	128	21	7051	7052,7053,7054,7058, 7220	7057	7050
492	Viasat History	322	128	21	6051	6054,6055,6056,6057, 6058	6052	6050
494	Viasat Natu- tu- re/Crime/Playboy	322	128	21	2111	2114,2115,2116,2117	2112	2110