

# DIGITAALISET TELEVISIOTEKNIIKAT JA ANALOGISEN ANTENNIVERKON PÄIVITTÄMINEN DIGIAIKAAN

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tietotekniikan koulutusohjelma  
Tietokone-elektroniikka  
Opinnäytetyö  
Syksy 2007  
Mika Härö

Lahden ammattikorkeakoulu  
Tietotekniikan koulutusohjelma

HÄRÖ, MIKA: Digitaaliset televisiotekniikat ja analogisen antenniverkon päivittäminen digiaikaan

Tietokone-elektroniikan opinnäytetyö, 87 sivua, 17 liitesivua

Syksy 2007

TIIVISTELMÄ

---

Tämä opinnäytetyö käsittelee digitaalisia televisiotekniikoita sekä antennijärjestelmän päivittämistä digiaikaan. Opinnäytetyö jakautuu teoriaosaan ja käytännön työhön. Teoriaosassa selvitetään digitaalisten televisiotekniikoiden, antennijärjestelmien ja digitaalisten televisiolaitteiden teoriaa. Käytännön työssä näitä teorioita sovelletaan käytäntöön.

Digitaaliset palvelut vaativat antenniverkolta entistä parempaa välityskykyä ja toimivuutta. Tärkeää on, että antenniverkot suunnitellaan, rakennetaan ja uudistetaan kykeneviksi välittämään digitaalisia palveluita.

Teoriaosassa selvitetään, mitä antennijärjestelmiltä ja television katseluun tarvittavilta laitteistoilta vaaditaan digiaikana. Käytännön työssä teorioita sovelletaan käytäntöön uudistamalla rivitaloyhtiön antenniverkko digiaikaan soveltuvaksi ja asentamalla huoneistoihin tarvittavat digitaalisten lähetysten katsomiseen tarvittavat laitteet käyttövalmiiksi.

Avainsanat: Digitaaliset televisiotekniikat, digitaaliset antennijärjestelmät, digitekniikka

Lahti University of Applied Sciences  
Faculty of Technology

HÄRÖ, MIKA: Digital television engineering and updating an analog antenna system to digital

Bachelor's Thesis in Computer Electronics, 87 pages, 17 appendices

Fall 2007

## ABSTRACT

---

This study deals with digital television engineering and how to update antenna systems from analog to digital. The study is divided into a theory part and a practical part. The theory part contains theory of digital television engineering, digital antenna systems and digital devices. The practical part applies these theories to practical use.

Digital services require better throughput and functionality from antenna systems. It is important that antenna systems are designed, constructed and updated so that they are capable of supplying digital services.

The theory part discusses what is required from antenna systems and digital devices in the digital age. The practical part applies these theories to practice by updating the antenna system of the row houses owned by a housing company to make it capable of delivering digital signal, and by installing digital devices to the houses.

Key words: digital television, digital antenna systems, digital technology

## SISÄLLYS

|       |                                                               |    |
|-------|---------------------------------------------------------------|----|
| 1     | JOHDANTO                                                      | 1  |
| 2     | DIGITAALITELEVISIO                                            | 2  |
| 2.1   | DVB -järjestelmä                                              | 4  |
| 2.1.1 | DVB-T                                                         | 7  |
| 2.1.2 | DVB-C                                                         | 9  |
| 2.1.3 | DVB-S                                                         | 9  |
| 2.1.4 | DVB-H                                                         | 10 |
| 2.2   | Digitaalisen television palvelut                              | 11 |
| 3     | DIGITAALITEKNIIKAN ETUJA                                      | 14 |
| 4     | DIGI-TV LÄHETYSTEN VASTAANOTTAMINEN                           | 17 |
| 4.1   | Digitaaliset vastaanottimet                                   | 18 |
| 4.1.1 | Perusdigisovittimet                                           | 19 |
| 4.1.2 | Korttipaikalliset Digisovittimet                              | 20 |
| 4.1.3 | Tallentavat digisovittimet                                    | 21 |
| 4.1.4 | Integroidut digi-tv-vastaanottimet                            | 22 |
| 4.1.5 | MHP-digisovittimet                                            | 23 |
| 4.1.6 | PC-vastaanotinkortit                                          | 23 |
| 4.1.7 | Mobiilitelevisio                                              | 24 |
| 5     | MOBIILITEKNIikka JA LAITTEET                                  | 25 |
| 6     | ANTENNIJÄRJESTELMÄT                                           | 28 |
| 6.1   | Antennivastaanotto                                            | 28 |
| 6.2   | Signaalin vastaanotto ja siihen vaikuttavia tekijöitä         | 29 |
| 6.2.1 | Sään ja vuodenaikojen vaihtelut ja niiden vaikutus signaaliin | 31 |
| 6.2.2 | Radiokelien vaikutus signaaliin                               | 31 |
| 7     | ANTENNIN VALINTA                                              | 33 |
| 7.1   | Antennityypit ja antennin vahvistus                           | 34 |
| 7.1.1 | Yagi-antenni                                                  | 36 |
| 7.1.2 | Logaritmisperiodinen antenni                                  | 37 |
| 7.1.3 | Paneeliantenni                                                | 38 |

|        |                                                                     |    |
|--------|---------------------------------------------------------------------|----|
| 7.1.4  | Yhdistelmäantenni                                                   | 39 |
| 7.1.5  | Sisääntenni                                                         | 40 |
| 7.1.6  | Ula-antenni                                                         | 41 |
| 7.2    | Passiiviset rakenneosat                                             | 42 |
| 7.2.1  | Jaottimet                                                           | 44 |
| 7.2.2  | Haaroittimet                                                        | 45 |
| 7.2.3  | Antennirasiat                                                       | 46 |
| 7.2.4  | Muut passiiviset yksi- tai kaksiporttiset rakenneosat               | 47 |
| 7.2.5  | Koaksiaalikaapelit                                                  | 48 |
| 7.3    | Aktiiviset rakenneosat                                              | 49 |
| 8      | ANTENNIN SIJOITUS                                                   | 51 |
| 8.1    | Vahvistimien käyttö antennijärjestelmässä                           | 53 |
| 8.2    | Taloverkkovaihtoehdot                                               | 55 |
| 8.2.1  | Ketju 800                                                           | 59 |
| 8.2.2  | Tähti 800                                                           | 59 |
| 8.2.3  | Tähti 2000                                                          | 60 |
| 10     | TALOYHTIÖN ANTENNIVERKON JA LAITTEISTON<br>PÄIVITTÄMINEN DIGIAIKAAN | 61 |
| 10.1   | Asennuksen valmistelu                                               | 62 |
| 10.2   | Antennien asennus                                                   | 65 |
| 10.3   | Antennijärjestelmän tarkistusmittaukset                             | 75 |
| 10.4   | Sisäasennustyöt                                                     | 77 |
| 10.4.1 | RF-modulaattorilla varustettujen digisovittimien asennus            | 77 |
| 10.4.2 | Scart -liitäntään asennettavien digisovittimien asennus             | 79 |
| 10.4.3 | Sony Bravia 32” LCD digitelevisio asentaminen                       | 81 |
| 11     | YHTEENVETO                                                          | 83 |
|        | LÄHTEET                                                             | 85 |
|        | LIITTEET                                                            | 88 |

## 1 JOHDANTO

Televisiolähetysten digitalisointi on nyt ajankohtaista ja käynnissä koko Euroopassa. Televisiohistoriassa on tapahtumassa suuri muutos, kun yli viisikymmentä vuotta palvellut analoginen lähetystekniikka korvataan digitaalisella lähetystekniikalla. Siirtyminen digitaaliseen tekniikkaan on Euroopan laajuinen hanke. EU-komissio on pyytänyt kaikilta jäsenmailtaan tiedot televisioverkkojen digitalisointia koskevista suunnitelmista. Euroopan tasolla Suomi on digitalisoinnin kärkijoukoissa, ja 1.9.2007 Suomessa siirryttiin analogisesta lähetystekniikasta digitaalisen lähetystekniikkaan.

Analoginen lähetystekniikka pysyi väritelevision kehittämisestä lähtien tähän asti samanlaisena eikä muutoksia tullut sen paremmin lähetykseen kuin vastaanottiinakaan. Vastikään tapahtunut siirtyminen digitaaliseen järjestelmään toi mukanaan paljon muutoksia niin antennijärjestelmien kuin vastaanottolaitteistojenkin osalta sekä kuluttajille että palvelun tarjoajille.

Uusi digitaalinen aika tarjoaa kuluttajille enemmän kanavia sekä paremman kuvan kuin analoginen järjestelmä, mutta se vaatii usein muutoksia sekä antennijärjestelmään että vastaanottolaitteistoon. Digitaalisten lähetysten katselemiseen tarvitaan digitaalinen televisio tai digisovitin, joka purkaa digitaaliset lähetykset vanhalla televisiolla katsottaviksi. Lisäksi antennijärjestelmän täytyy olla digi-kelpoinen. Kynnys digiaikaan ei kuitenkaan ole niin korkea kun moni näyttää luulevan, eikä siirtyminen ole edes mahdottoman kallista. Asiaan kannattaa suhtautua positiivisesti, sillä muuta vaihtoehtoa tuskin on.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on perehdyttää lukija digitaaliseen televisiotekniikkaan ja digitaalisen televisiotekniikan vaatimaan antennijärjestelmään antenniverkon piiriin kuuluvissa talouksissa. Työssä selvennetään digitaaliseen televisiojärjestelmään liittyviä keskeisiä kysymyksiä ja kerrotaan digitaalisen tekniikan eduista.

## 2 DIGITAALITELEVISIO

Digitaalitelevisio on digitaaliseen ohjelmasiirtoon perustuva televisiojärjestelmä. Puhekielessä siitä käytetään yleisesti ilmaisua digi-tv. Televisiolähetysten digitalisointi tarkoittaa, että lähetyksen kuva ja ääni pakataan entistä tiiviimpään muotoon. Tällä tavalla jakeluverkossa on mahdollista lähettää huomattavasti enemmän ohjelmia sekä muita palveluja ja siten lisätä kuluttajien valinnan varaa. Digitaalinen lähetysjärjestelmä mahdollistaa myös datan, tekstin, kuvien ja multimedian siirtämisen. Maanpäällinen digitaalinen jakeluverkko on Suomessa rakennettu alun perin siten, että se tukee myös vuorovaikutteisten palveluiden kehittämistä ja lähettämistä.

Digitaaliset televisiolähetykset otettiin Suomessa virallisesti käyttöön 27.8.2001, minkä myötä myös digisovittimien myynti alkoi. Hallitus teki periaatepäätöksen maaliskuussa 2004, että Suomessa siirrytään pelkästään digitaalisiin televisiolähetysiin 1.9.2007 ja analogiset lähetykset lopetetaan. Alkuperäinen päätös oli, ettei myöskään kaapeliteitse saa tämän jälkeen lähettää analogisia lähetysiä. Tähän kuitenkin myönnettiin vielä kesällä 2007 jatkoaikaa 28.2.2008 saakka.

Televisiolähetykset Suomessa muuttuivat 1.9.2007 kokonaan digitaalisiksi. Uuteen järjestelmään siirtyminen on vaatinut koko televisiolähetysverkon digitalisoimisen. Maanpäällinen digitaalinen televisioverkko tavoittaa Digtan mukaan vuoden 2007 lopussa 99,999 % kaikista suomalaisista. Yli puolet talouksista vastaanottaa televisiolähetykset kaapeliverkon kautta ja loput antenni- tai satelliittiverkon kautta. Käytännössä tämä tarkoittaa, että digi-tv näkyy koko Suomessa. (Mitä ja miksi digi-TV 2007; DigiTV 2007.)

Digitaalisten televisiolähetysten alkuaikoina sekä lähetyksissä että niiden vastaanottamisessa oli ongelmia, mutta tilanne on nyt muuttunut paljon paremmaksi. Tosiasia tietenkin on, että digitelevisio perustuu moderniin tietotekniikkaan, ja siinä väistämättä esiintyy joskus häiriöitä. Laitteiston käyttäminen vaatii myös hiukan opettelemista, mutta vastapainoksi sitten kun kaikki toimii, edut ovat kiistattomat.

Analogisen lähetyksen tekniikka oli vanhentunutta ja vanhenee koko ajan, joten uusintatarve oli kova ja siirtyminen uuteen tekniikkaan väistämätöntä jo pelkästään kustannus- ja energiansäästösyistä. Monet vastustavat digitaalista lähetystekniikkaa, mutta eivät tiedä tai ymmärrä tätä analogisen lähetyksen heikkoutta ja sitä, että verkko olisi joka tapauksessa uusittava asteittain lähitulevaisuudessa. Näin ollen järkevä kehitysaskel oli digitaalitekniikka. Digitaaliseen televisioon siirtyminen on herättänyt muutenkin laajaa keskustelua. Enimmäkseen julkisuuteen esitetyt kannanotot ovat olleet kielteisiä. Ihmisille tyypillinen muutosvastarinta näkyy tässä varsin selvästi. Valittajat tosin näyttävät olevan tietämättömiä koko asiasta ja siitä, mitä se tosiasiallisesti pitää sisällään. He toistavat toinen toistensa väitteitä ymmärtämättä, että valtaosa niistä ei pidä paikkaansa. Digi-tv:n tiimoilla jauhaa uskomaton väärin käsitysten huhumylly. Aikaa digitekniikkaan valmistautumiseen on kuitenkin ollut kuusi vuotta, joten turhanpäiväinen ja tosiasioihin perustumaton vastustaminen tuntuu oudolta, etenkin kun edut ovat kiistattomat.

Vaikka digitelevisiolla on paljon hyviä puolia, on niitä tuotu varsin vähän julkisuuteen. Tämä uusi tekniikka parantaa mm. merkittävästi kuvan laatua. Television kuva kohentuu erityisesti siellä, missä analoginen signaali on ollut heikko. Ennen muuta digitaalisuus antaa teknisen mahdollisuuden lisätä ohjelmatarjontaa ja tuo ohjelmatiedot kätevästi suoraan televisioruutuun.

Digitaalinen lähetyksen ei ole niin altis ulkoisille häiriöille kuin analoginen lähetystekniikka. Näin digitaalinen tekniikka parantaa kuvan ja äänen laatua erityisesti niillä alueilla, joilla on ongelmia tv-lähetyksen vastaanotossa esimerkiksi maastoesteiden vuoksi. Digitaalisen tekniikan myötä monet häiriöt, kuten tv:n lumisade ja haamukuvat, poistuvat. Monet ihmettelevätkin ja kiittelevät digiboksin hankinnan jälkeen televisiokuvan merkittävää parantumista. Esimerkiksi monesti mökkeillä tv-kuvan laatu on ollut huono, koska antennipuoli on usein ratkaistu halvemmin ja yksinkertaisemmin kuin kaupunkiasunnossa. Digi-tv on kokemusten perusteella mökkikatselijalle erinomainen asia. Monet pääsevät kertaheitolla eroon varjokuvista ja sääolojen vaikutuksista kuvan laatuun ottamalla käyttöön digiboksin. Tavallinen tv-katsoja hyötyy siis paljon parantuneesta kuvan ja äänen laadusta ja saa kaupan päälle monia uusia tv- ja radiokanavia. (Salomaa 2007.)



Digitaalinen lähetystekniikka säästää kaikkeen langattomaan tiedonsiirtoon käytettäviä radiotaajuuksia. Televisiopalveluiden siirtyessä digitaaliseen jakeluun säästetään merkittävästi taajuuskaistaa, koska digitaalinen siirto tarvitsee analogista vähemmän taajuuskapasiteettia sisällön määrään verrattuna. Käytännössä tämä tarkoittaa, että analogisten lähetysten päättyessä taajuuksia jää ylitse ja niitä voidaan käyttää moniin muihin tarkoituksiin. Samalla kustannukset yhtä lähetettävää tv-ohjelmaa kohden pienenevät huomattavasti verrattuna analogisiin lähetyksiin. Tämä johtuu siitä, että yhden analogisen tv-kanavan tilalla voidaan lähettää useita ohjelmia.

Taajuusylijämän käytöstä on keskusteltu laajasti sekä Suomessa että Euroopan Unionissa. Esille on tuotu näiden taajuuksien käyttäminen joko perinteisen televisiotoiminnan (mukaan lukien maksutelevisio) laajentamiseen, teräväpiirtotelevisiolle (HDTV), mobiilitelevisiolle (esimerkiksi DVB-H) tai aivan muulle radioliikenteelle, esimerkiksi matkaviestinverkoille tai muulle langattomalle laajakaistalle. Taajuusylijämän taajuudet ovat radioteknisiltä ominaisuuksiltaan sellaisia, että ne mahdollistaisivat langattomien laajakaistapalvelujen tarjoamisen myös harvaan asutuille alueille nykyistä kustannustehokkaammin. (Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 31/2007.)

Jatkossa digitaalinen lähetystekniikka kehittyy entisestään, ja suuntauksena on siirtyminen teräväpiirtolähetyksiin. Teräväpiirtolähetyksen aloittaminen antenniverkossa edellyttää, että käytössä on nykyistä tehokkaampia koodaus- ja jakelutekniikoita. Näistä MPEG-4-videokoodauksen vastaanottoon soveltuvia vastaanottimia on jo rajoitetusti saatavilla. DVB-T2-standardiversion arvellaan olevan käytettävissä vuonna 2009, kaupallisia laitteita olisi saatavilla 1–2 vuotta myöhemmin. (Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 31/2007; Leidenius 2007.)

## 2.1 DVB -järjestelmä

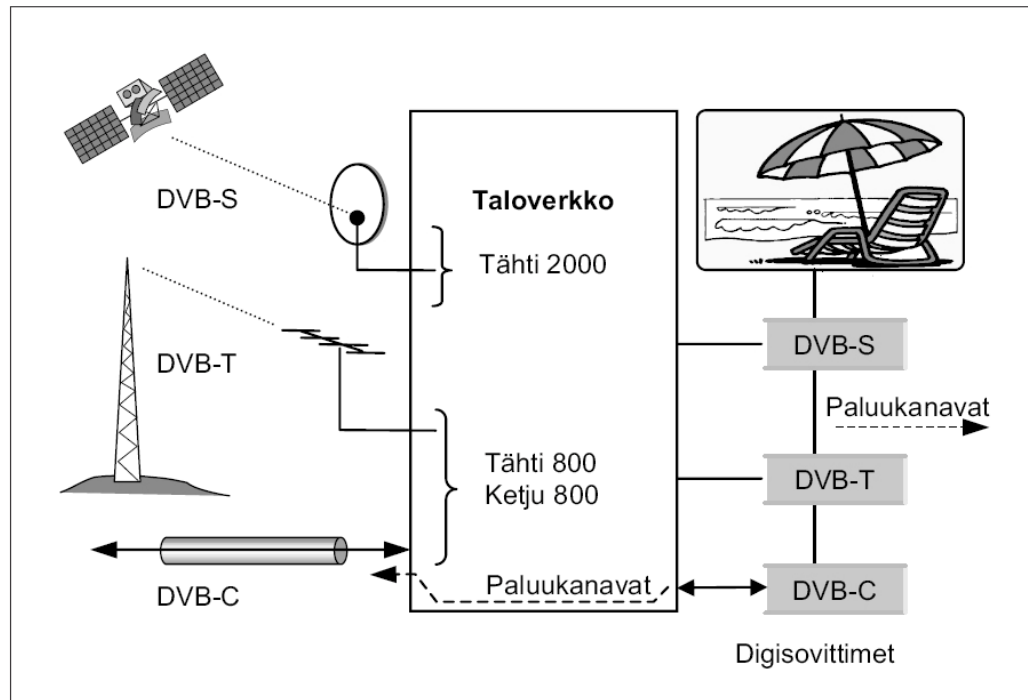
Koko Eurooppa on vauhdilla siirtymässä kohti digitaalisia tv-lähetyksiä, Suomi etujoukoissa. Yhteiseurooppalaiseksi tv-lähetysjärjestelmäksi on valittu DVB, joka

tulee sanoista Digital Video Broadcasting. DVB-standardi jakautuu osaltaan kolmeen alaryhmään eri jakeluteiden ominaisuuksien pohjalta: DVB-T-maanpäällinen jakelu, DVB-C-kaapelijakelu ja DVB-S-satelliittijakelu.

Euroopan DVB-järjestelmä perustuu liikkuvan kuvan häviölliseen MPEG-2-pakkaukseen. Digitaalitelevision lähetykset voivat olla SDTV- tai HDTV-lähetyksiä, jotka voidaan lähettää maanpäällisen lähetysverkon (DVB-T), kaapeliverkon (DVB-C) tai satelliitin (DVB-S) kautta. Teknisesti näissä kolmessa jakelujärjestelmässä käytetään radioaaltojen etenemisominaisuuksista johtuen hieman erilaista tekniikkaa, joten kutakin lähetettä on katsottava erityyppisellä vastaanottimella. Läheteiden datanopeus on tyypillisesti noin 20 - 30 Mbit/s per multipleksi. Yhdessä läheteessä on monen kanavan ohjelmat ja muuta dataa. Suomessa Digita lähettää maanpäällisessä verkossaan lähetykset toistaiseksi SDTV:nä, jonka kuvaresoluutio on 720\*576i. (Wikipedia 2007.)

DVB-standardit eroavat toisistaan niiden käyttämän modulaation osalta, minkä seurauksena yhteen verkkoon suunnitellut vastaanottimet eivät toimi ristiin toisessa verkossa. Kuluttajan kannalta asia saattaa muodostua ongelmaksi muuton yhteydessä, jos hän muuttaa asuntoon, jossa on eri vastaanottojärjestelmä kuin aikaisemmassa asunnossa. Teknisesti on mahdollista valmistaa vastaanottimia, joilla voidaan vastaanottaa sekä kaapeli- että maanpäällisiä lähetyksiä. Nämä ovat vielä kuitenkin harvassa. Todennäköistä kuitenkin on, että nämä laitteet yleistyvät nopeasti.

Asuinkiinteistön antenniverkossa jaettavat palvelut voidaan vastaanottaa kolmella eri tekniikalla. Nämä tekniikat ovat: maanpäällisten lähetysten vastaanotto pientalon antennijärjestelmällä tai kerrostalon yhteisantennijärjestelmällä (DVB-T), satelliittilähetysten vastaanotto pientalon satelliittiantennijärjestelmällä tai kerrostalon yhteisantennijärjestelmällä (DVB-S) ja maanpäällisten lähetysten ja satelliittilähetysten sekä mahdollisesti muiden palvelujen vastaanotto kaapeli-tv-liittymän kautta (DVB-C).



KUVIO 1. Digitaalisten palvelujen jakelutavat (Yhteisantennioipias 2004)

Tällä hetkellä digitaalista televisiosignaalia jaetaan Suomen antenniverkoissa MPEG-2-pakkaustekniikkaa käyttäen. Siitä tehokkaampi versio, MPEG-4<sup>25</sup>, on jo lähes valmis, muttei vielä yllä käytännössä suorituskyyvyltään teoreettiseen maksimitehokkuuteensa. Liikenne- ja viestintäministeriön mukaan on odotettavaa, että vuoteen 2009 mennessä MPEG-4-tekniikalla saavutetaan noin kaksinkertainen tehokkuus nykyiseen järjestelmään verrattuna, myöhemmin kenties suurempikin. MPEG-4-vastaanotto edellyttää uusia vastaanottimia (joko digisovittimia tai integroituja vastaanottimia), joskin kaikki sen purkamiseen kykenevät laitteet pystyvät avaamaan myös MPEG-2-lähetyksiä. Koska MPEG-2-standardin mukaisen vastaanotinten määrä kuluttajilla on jo huomattavan suuri, on MPEG-4-pakkauksen käyttäminen mielekästä ainoastaan uusien palveluiden kohdalla. Tällainen palvelu on esimerkiksi teräväpiirtotelevisio. Myös antenniverkon jakelustandardista (DVB-T) ollaan kehittämässä uutta välityskyyvyltään tehokkaampaa versiota (DVB-T2). Yhtenä sen kehitystyön keskeisenä tavoitteena on ollut taajuustehokkuuden nostaminen 30–100 prosenttia ja DVB-T jakelun opti-

moiminen teräväpiirtotelevisiolle sopivammaksi. Standardit teknisistä vastaanotomahdollisuuksista valmistunevat liikenne- ja viestintäministeriön mukaan vuonna 2009. Vastaanottimia on saatavissa aikaisintaan 2010. Myös DVB-T2-tekniikka edellyttää vastaanottimen uusimista. Tällä hetkellä vain osa digitelevisiovastaanottimista toimii UHF-taajuuksien lisäksi VHF-alueella. Useissa Euroopan maissa VHF-taajuudet on varattu digitaaliselle radiolle tai multimedialle (DAB/DMB) 26, joten on epävarmaa, miten VHF-kelpoiset vastaanottimet yleistyvät jatkossa. (Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 31/2007.)

### 2.1.1 DVB-T

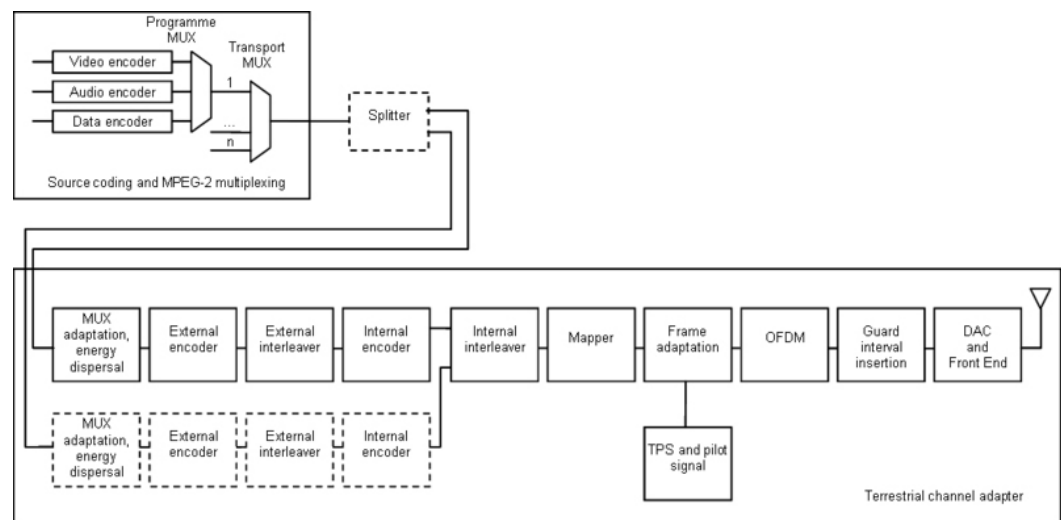
DVB-T on lyhenne sanoista Digital Video Broadcasting -Terrestrial, eli DVB-versio, jossa tiedonsiirtoon käytetään maanpäällistä lähetyverkkoa eli ns. antenniverkkoa. Antenniverkkoon soveltuvan digisovittimen tunnistaa merkinnästä DVB-T.

DVB-T eli maanpäällinen digitaalinen lähetyjärjestelmä, on käytössä yli 36 maassa. Siinä UHF-kanava on moduloitu OFDM-tekniikalla ja digitaalisella datavirralla. Järjestelmä lähettää pakattua digitaalista audio/video-lähetettä käyttäen OFDM -modulaatiota (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Kaikki tieto (kuva, äänet, data) ovat samassa digitaalisessa datavirrassa (TS, Transport Stream, siirtobittivirta). Yhden kanavan TS sisältää tyypillisesti 3 - 5 ohjelmakanavaa. Datanopeus on 22 Mbit/s ja 8 MHz kaistanleveys. Se sopii hyvin liikkuvaan vastaanottoon. (Wikipedia 2007.)

OFDM-tekniikka sietää erittäin hyvin viivästyneitä kaikuja. Analogisen ajan yleiset ongelmat eli heijastusten aiheuttamat haamukuvat voidaan unohtaa. OFDM ei ole myöskään kovin herkkä kapeakaistaisille kantoaallontyyppisille häiriöille. DVB-T lähetteen häiriönsieto perustuu kahteen asiaan. Ennen modulointia digitaalisignaali koodataan. Siihen lisätään mm. bittejä, jotta vastaanottimen virheenkorjaus osaa löytää ja korjata rajallisen määrän virheellisiä bittejä. Oikeampi nimi käytetylle OFDM-tekniikalle on COFDM, jossa C tarkoittaa Coded. OFDM:ssä data jaetaan

usean kapeakaistaisen kanta-aallon kesken. DVB-T:ssä käytetään joko 1705 (2k) tai 6817 (8k) kanta-aaltoa, joista jälkimmäinen soveltuu paremmin laajoille alueille yhden taajuuden verkoille ja sitä käytetään Suomessa. Kanta-aallot ovat 1,116 kHz välein. Jokaisen kanta-aallon kuljettama datamäärä on siten radikaalisti pienempi kuin koko siirrettävä datamäärä. Jos jokin kanta-aalloista tulee häirityksi, menetetty bittimäärä on koodauksen ansiosta korjattavissa. Jokaisen bittikuvion lähetysaika on vastaavasti 6817 kertaa pitempi, joten ns. lyhyet heijastukset ovat pelkästään hyödyksi. Lisäksi bittikuvioiden välissä käytetään suojaväliä, jona aikana saapuvat heijastumat eivät pääse vaikuttamaan ollenkaan. (Antennijärjestelmät ST-käsikirja 12 1999.)

Lähdekoodaukseen käytetään MPEG-2-koodausta ja nykyään myös MPEG-4:sta eli H.264:ää.



KUVIO 2. DVB-T lähetysjärjestelmä

DVB-T-standardissa kanta-aallon modulointiin käytetään QPSK, 16-QAM ja 64-QAM. Virheenkorjaukseen voidaan valita yksi seuraavista suojaustasoista 1/2, 2/3, 3/4, 5/6 tai 7/8. Myös suojaväli voidaan valita neljästä vaihtoehdosta: 28, 56, 112 tai 224  $\mu$ s. Saavutettu siirtokapasiteetti riippuu näistä kaikista tekijöistä.

Suomessa on suunniteltu käytettäväksi 64-QAM modulaatiota ja suojaustasoa 2/3, jolloin siirtokapasiteetti on 19,91 – 24,13 Mbit/s suojavälistä riippumatta. DVB-T:n häiriönsieto perustuu ennen modulointia tapahtuvaan virheenkorjausbittien lisäämiseen. (Antennijärjestelmät ST-käsikirja 12 1999; Wikipedia 2007.)

### 2.1.2 DVB-C

DVB-C on lyhenne sanoista Digital Video Broadcasting -Cable, eli DVB-versio, jossa tiedonsiirtoon käytetään kaapeliverkkoa. Kaapeliverkkoon soveltuvan digisovittimen tunnistaa merkinnästä DVB-C. C-mallin digisovittimet toimivat kaikissa kaapeliverkoissa operaattorista riippumatta.

Siirtobittivirta (TS) voi tulla eri lähteistä: satelliitista, maanpäällisestä lähettimestä, paikallisesta lähteestä tai telekommunikaatioverkon kautta. DVB-C järjestelmän käytössä on 64-QAM modulaatio, 38,1 Mbit/s datanopeus ja 8 MHz kaistanleveys. Se on yhteensopiva DOCSIS kaapelimodeemijärjestelmän kanssa. DVB-C perustuu DVB-S:ään, mutta käyttää eri modulointia (QAM). Lisäksi paketin sisäistä virheenkorjausta ei tarvita. (Wikipedia 2007.)

### 2.1.3 DVB-S

DVB-S on lyhenne sanoista Digital Video Broadcasting -Satellite, eli DVB-versio, jossa tiedonsiirtoon käytetään satelliitteja ja satelliittivastaanottimia. Satelliittivastaanottoon soveltuvan digisovittimen tunnistaa merkinnästä DVB-S.

Lähetettävä datavirta on sama Transport Stream kuin DVB-T:ssä. DVB-S järjestelmän käytössä on QPSK modulaatio. Se on modulaatiomenetelmä, joka vaatii paljon taajuuskaistaa, mutta toisaalta vaadittava signaali-kohinasuhde on pieni. Tämä yhdistelmä sopii satelliittijakeluun. DVB-S:ssä käytetään myös koodausta ja virheenkorjausta, mutta ei niin tehokasta kuin DVB-T:ssä. DVB-S:ssä on usein 31,6 - 41,5 Mbit/s datanopeus ja 33 MHz kaistanleveys. DVB-S -järjestelmä on suunniteltu toimimaan kaikilla satelliittiviestinnän kaistanleveyksillä. Käytännössä

kaikki analogisia tv-ohjelmia välittävät satelliitit kykenevät välittämään myös digitaalisia lähetyksiä. DVB-S on DVB-standardeista vanhin ja yleisimmin käytetty. (Antennijärjestelmät ST-käsikirja 12 1999.)

DVB-S on "single-carrier" -järjestelmä, jota on kuvattu "sipulimallilla". Varsinainen viesti on sipulin ytimessä ja ympäröivät kerrokset suojaavat signaalia sekä järjestävät sen soveliaaksi lähetystä varten. Kaikki data on vakiokokoisina MPEG-2 paketteina. Lähetyksessä data muotoillaan ensin vakiomuotoiseksi rakenteeksi. Sen jälkeen sisältö sekoitetaan ja pakettiin lisätään virheenkorjaus. Lopuksi signaali moduloidaan (QPSK) satelliitin kantoaaltoon.

#### 2.1.4. DVB-H

DVB-H on lyhenne sanoista Digital Video Broadcasting -Handhelds, eli DVB-versio, joka on tarkoitettu mobiililaitteille. Se on periaatteessa laajennus DVB-T siirtotapaan, erona on pienempi virrankulutus ja mahdollisuus vastaanottaa lähetyksiä myös liikkuesssa. Käyttäjän vastaanotin ei ole aktiivinen. Vastaanotin ei ota vastaan ohjelmavirtaa ja säästää 90 prosenttia tehoa verrattuna laitteisiin, jotka ottavat vastaan jatkuvaa lähetysvirtaa. DVB-H versio on kännykkätelevisiota varten, QPSK, 16-QAM tai 64-QAM modulaatio, hyötydataa 5-12 Mbit/s. (Wikipedia 2007.)

Kyseessä on Eurooppalainen tekniikka, joka on siis muokattu mobiililaitteita varten maanpäällisen digitelevision tekniikasta. DVB-H verkossa lähetetään broadcasting-periaatteella kaikkiin vastaanottimiin yhdestä tai useammasta lähteestä täysin samaa signaalia. Radiotaajuuksilla riittää kaistaa niin monelle vastaanottajalle kuin solun peittoalueella on. DVB-H:ssa lähetys tapahtuu purskeittain. Tällä tekniikalla on saatu virrankulutus 90 % vähäisemmäksi kuin antenniverkossa. Virrankulutuksen hallitseminen on tärkeää, koska mobiililaitte toimii akun varassa. DVB-H-tekniikka tukee siirtymistä verkkojen välillä. Sen avulla katselun sujuvuus taataan pidemmälläkin matkalla. Mobiilitelevision verkkoon mahtuu enemmän kanavia

kuin tavallisen digitelevision verkkoon ja ohjelmien katselu kuluttaa vastaanotto-laitteen virtaa tuntuvasti vähemmän kuin digi-tv-verkossa.

## 2.2 Digitaalisen television palvelut

Digitaalisessa televisiossa tv-kanavat ja muut palvelut on koottu ns. kanavanip-puihin. Digi-tv tarjoaa kuluttajille uusia tv-kanavia. Osa näistä on maksuttomia ja osa maksullisia. Kanavien määrä on hieman erilainen eri puolilla Suomea, sillä kukin kaupallinen televisioyhtiö tekee toimilupansa puitteissa päätökset siitä, minkä tv-asemien kautta niiden ohjelmat välitetään. Digita neuvottelee asiak-kaidensa kanssa verkon laajenemisesta ja verkon laajenemista koskevista päätök-sistä tiedotetaan mm. digitv.fi -sivuilla ja tiedotusvälineissä.

Digi-tv-kanavat on jaettu neljään eri kanavanippuun (A, B, C, E) eli multipleksiin. Kanavanippu A on varattu Yleisradio Oy:n käyttöön. Kanavaniput B, C ja E on varattu toimiluvanvaraiseen käyttöön. Kanavanippu D:n kautta lähetetään Mobii-litelevision ohjelmaa ja palveluita. Näitä TV- ja radiolähetyksiä voi seurata DVB-H virittimellä varustetulla kännykällä, mutta tavallisella digisovittimella niitä ei saa näkyviin.

|                                  |                                                           |                                                           |                   |                   |                                                |                                                           |                                                           |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>UHF</b><br>470–862<br>MHz     | <b>A</b><br>DVB-T                                         | <b>B</b><br>DVB-T                                         | <b>C</b><br>DVB-T | <b>D</b><br>DVB-H | <b>E</b><br>DVB-T<br>KÄYT-<br>TÖÖN<br>1.9.2007 | <b>F</b><br>VAPAUTUU<br>ANALOGI-<br>SESTA TV-<br>KÄYTÖSTÄ | <b>G</b><br>VAPAUTUU<br>ANALOGI-<br>SESTA TV-<br>KÄYTÖSTÄ |
| <b>VHF III</b><br>174–230<br>MHz | <b>H</b><br>VAPAUTUU<br>ANALOGI-<br>SESTA TV-<br>KÄYTÖSTÄ | <b>I</b><br>VAPAUTUU<br>ANALOGI-<br>SESTA TV-<br>KÄYTÖSTÄ |                   |                   |                                                |                                                           |                                                           |
| <b>VHF I</b><br>47–68<br>MHz     | POISTUU TELEVISIOKÄYTÖSTÄ                                 |                                                           |                   |                   |                                                |                                                           |                                                           |

KUVIO 3. Kanavanippujen käyttötilanne 1.9.2007 (Liikenne- ja viestintäministe-riön julkaisu 31/2007.)



Kanavanippujen A ja B väestöpeitto syksyllä 2007 on 99,9 %. Yleisradion, MTV3:n, Subtv:n sekä Nelosen kanavat näkyvät lähes koko Suomessa. A ja B kanavanippujen ohjelmat ovat pääosin maksuttomia. Kanavanippu C:n väestöpeitto on 78 % - 90,4 %. Urheilukanavan väestöpeitto on noin 90,4 %. Digita on rakentamassa viidettä digitaalista lähetysverkkoa (ns. E-kanavanippu). E-kanavanippu avattiin 1. syyskuuta 2007. Verkko kattaa aluksi Etelä- ja Keski-Suomen ja laajenee vähitellen muualle Suomeen. Kanavanippu E:n väestönpeitto on syyskuun alussa 63 % ja lokakuun alussa jo 85 %. Keväällä 2008 verkko kattaa 95 % väestöstä. Uudet E-kanavanipun kanavat toimivat maksutelevisioperiaatteella eli niiden katsomiseen tarvitaan kortinlukijalla varustettu digivastaanotin sekä maksu-tv-kortti. (DigiTV 2007; Liitteet 1-6.)

TAULUKKO 1. Kanavaniput ja niiden sisältämä ohjelmasisältö (Suluissa oleva m tarkoittaa maksullista kanavaa) (DigiTV 2007.)

|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Kanavanippu A</b> | <p><b>TV:</b> YLE TV1, YLE TV2, YLE FST5, YLE24, YLE Teema</p> <p><b>Radiokanavat:</b> Ylen Klassinen, YLE Radio Peili, YLE FSR+, YLE Mondo ja YLE Radio Extrem</p>                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Kanavanippu B</b> | <p><b>TV:</b> MTV3, MTV3 MAX (m), Subtv, Subtv Juniori (m), Nelonen, JIM</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Kanavanippu C</b> | <p><b>TV:</b> CANAL+ FILM 1 (m), CANAL+ FILM 2 (m), CANAL+ SPORT 1 (m), CANAL+ SPORT 2 (m), Disney Channel (m)*, Urheilukanava, The Voice*, Digiviihde, IskelmäTV Harju &amp; Pöntinen (radiokanava, joka näkyy digiboksissa televisiokanavien luettelossa)</p> <p><b>Radiokanavat:</b> The Voice (entinen KISS) ja Iskelmä. Kanavanippu C:ssä näkyy alue-tv-kanava Turku TV Turun näkyvyysalueella.</p> |
| <b>Kanavanippu D</b> | <p>Mobiilitelevisio DVB-H</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Kanavanippu E</b> | <p><b>TV:</b> Discovery Channel (m), Eurosport (m), KinoTV (m), MTV3 Fakta (m), Music Television MTV (m), Nickelodeon (m), SVT Europa (m, erikseen ostettuna kuukausittainen korttimaksu). Syksyn 2007 ajan Big Brother 12/7-kanava (m).</p>                                                                                                                                                             |

### 3 DIGITAALITEKNIIKAN ETUJA

Digitalisoiminen on moderni tapa käsitellä informaatiota. Kaikki viestintätekniikat ja verkot digitalisoituvat. Tutuimpia esimerkkejä digitalisoitumisesta ovat CD- ja DVD-levyt sekä GSM-puhelimet. Digitalisoiminen mahdollistaa tiedon jakamisen ja käsittelyn entistä helpommin, edullisemmin ja vaivattomammin.

Digitaalitekniikan etuna on, että kuvan ja äänenlaatu paranevat merkittävästi verrattuna analogiseen tekniikkaan. Digitaalitekniikan ansiosta maastoheijastuksien aiheuttamat häiriöt ja haamukuvat poistuvat. Kuva on täydellinen myös näkyvyysalueen reunamilla. Äänenlaatu on nykyisten CD-levyjen tasoinen. Teknisesti DVB-äänistandardi mahdollistaa sekä MPEG-1 layer 2 -äänenkoodauksen että Dolby Digital AC3:n lähettämisen. Kaikki digi-tv-vastaanottimet tukevat MPEG-standardia, ja osa myös Dolby Digital AC-3 -standardia. Useissa vastaanottimissa on digitaalinen äänilähtö, jonka avulla voidaan AC-3 -signaali liittää kodin muuhun äänijärjestelmään. Ohjelmayhtiöt päättävät itse lähettämänsä ääniformaatin ja näin ollen yksittäisten kanavien lähetyksääneen liittyvissä kysymyksissä kannattaa kääntyä kulloisenkin kanavan puoleen.

Digitaalisuus tuo ihmisille myös lisää katsottavaa. Digitaalitekniikan kautta televisiokanavia on tarjolla paljon nykyistä analogiverkkoa enemmän. Digitaaliseen signaaliin siirtyminen mahdollistaa taajuuksien vapautumisen muihin tarkoituksiin. Käytännössä tämä näkyy kuluttajille esimerkiksi aluekanavina.

Digitaalitekniikan ansiosta katsoja saa myös televisiostaan enemmän irti. Ohjelmia voi tallentaa kovalevyllä varustetun digiboksin muistiin ja näin katseluaajankohdat voi valita omaan aikatauluun sopiviksi tai elokuvan voi pysäyttää tauon ajaksi ja jatkaa sen katselua hetken päästä.

Ohjelmaoppaat ovat digi-TV:n perussovelluksia. Ne kertovat katsojille, mitä ohjelmia eri kanavilla lähetetään parhaillaan ja seuraavaksi. Ohjelmaoppaat voidaan jakaa vastaanotinten pysyväismuistissa sijaitseviin navigaattoreihin ja lähetysvirrasta ladattaviin ohjelmaoppaisiin.

On myös muistettava, että digitalisointi on taloudellisesti kannattavaa. Nykyinen analoginen verkko ei ole ikuinen. Sen ylläpitäminen vaatii jatkuvaa huoltoa, ja sen kustannukset ovat yhteiskunnalle kalliita. Vanhanaikaiseen järjestelmään ei kannata enää investoida. Nopea siirtymäaika digitaaliseen televisioon säästää kustannuksia.

Digi-tv:n kuvasuhde vastaa suunnilleen nykyisin elokuvateattereissa käytössä olevaa kuvasuhdetta. Digi-tv:n myötä kuvasuhteessa 16:9 tuotettujen ohjelmien määrä lisääntyy. Sen etuna verrattuna television nykyiseen 4:3-suhteeseen on se, että se vastaa ihmisen luonnollista näkökenttää. Vastaanotossa kuvasuhde sovitetaan käytettävän näyttölaitteen mukaisesti joko 4:3 tai 16:9 kuvasuhteelle. Digiboxin asetusvalikoista katsoja voi valita näytön kuvasuhteen ja millaisena kuva halutaan nähdä. Valittavissa on tavallisesti näytön 4:3 ja 16:9 kuvasuhteet sekä 4:3 kuvan näyttömuotona pan&scan (kokoruudun kuva) tai letterbox (kuvaruudussa mustat palkit ylhäällä ja alhaalla). Monissa digibokseissa on myös automaattinen kuvasuhteen valinta. Tämä tarkoittaa, että lähetysjärjestelmästä saadaan DVB-kooderille tieto esitettävän ohjelman kuvasuhteesta. Tämä tieto siirretään MPEG-koodin mukana digiboksin videosaaliin WSS-koodina (Wide Screen Signalling), joka ohjaa näytön kuvasuhdetta koodin mukaisesti. (DigiTV 2007.)

Digitaalitekniikan ansiosta katsoja voi valita lisätekstityksiä, vaihtaa tekstityksen kieltä ja valita ääniversiointeja, mikäli erikielisiä versioita on tuotettu. DVB-tekstityksessä käytettävät fontit ovat käytännössä bittikarttoja, joten niiden avulla voidaan helposti muodostaa tekstiä erilaisilla fonteilla ja väreillä. Monissa maissa tekstitystä käytetään tukemaan heikkokuuloisten tv-katselua, jolloin tekstin eri värit kertovat katsojalle, kenen puheenvuoro on menossa.

Suomessa käytössä olevassa DVB-tekstityksessä käytetään mahdollisuuksien mukaan valinnaista tekstitysversionointia (suomen- tai ruotsinkielinen tekstitys). Tämä luo edellytyksiä erityisesti ruotsinkielisen väestön paranevalle palvelulle, ja vastaavasti ruotsinkielisen kanavan ohjelmaan voidaan tarjota vaihtoehtona suomenkielinen tekstitys.

DVB-tekstitykseen on kehitetty oma fonttityyppinsä (Tiresias), jolla saavutetaan tekstin selkeä ulkonäkö ja helppolukuisuus. Yksi DVB-tekstityksen merkittävimmistä eduista on se, että sillä voidaan joustavasti esittää myös erikoismerkkejä, kuten kiinan-, japanin- jne. kirjoitusmerkkejä. Tekstin tavanomaiset tehosteet, kuten lihavointi, kallistus ja alleiviivaus, ovat mahdollisia, mutta saattavat toisaalta heikentää luettavuutta. DVB-järjestelmä käyttää Colour Look-Up -taulukkoja (CLUT) graafisten elementtien värien määrittämisessä. Taulukkojen avulla vähennetään bittien siirtotarvetta, sillä 24-bittinen värikartta voidaan esittää 8-bittisen ennalta sovitun taulukon avulla pienemmän bittimäärän avulla. Tekstityksen vaatima bittinopeus on luokkaa 50 - 100 kbit/s tekstin fonttien koosta ja väristä riippuen. (DigiTV 2007.)

Graafisten elementtien siirtäminen perustuu MPEG-2 -järjestelmän määrittämiin ja tekstitys liitetään tekstitysjärjestelmän tuottamana erillisenä bittivirtana multipleksiin. DVB-teksti voidaan välittää joko kanava- tai multipleksikohtaisena bittivirtana. Vastaanotin poimii saamastaan bittivirrasta tarvittavan tekstitysdatan PID-koodin avulla sivun mittaisena pakettina (Page ID) ja sijoittaa sen näyttöruutuun elementteihin liitetyn PTS -ajastus- ja kohdistuskoodin ohjeiden mukaisesti. PID-koodi on välitetty vastaanottimelle muiden taulukoitten kautta, ja sen avulla se valitsee oikean ohjelmaan kuuluvan tekstin. (DigiTV 2007.)

#### 4 DIGI-TV -LÄHETYSTEN VASTAANOTTAMINEN

Digitaalinen lähetystekniikka edellyttää, että vastaanotin tunnistaa lähetetyt palvelut. Tähän tarvitaan digitaalinen vastaanotin eli digiboksi. Käytännössä digiboksi on pieneen laatikkoon sijoitettu tv-viritin, jolla otetaan vastaan digitaalista lähetettä. Nykyistä televisiota ei kuitenkaan tarvitse heittää pois. Se kyllä toimii myös jatkossa, kunhan siihen hankkii lisälaitteen eli digisovittimen. Lisälaitteesta käytetään myös nimeä digiboksi.

Digitaalisovitin eli digisovitin tai kansanomaisesti kutsuttuna ”digiboksi” on laite, joka vastaanottaa digitaalisia TV-lähetyksiä ja muuntaa lähetykset katsottavaksi millä tahansa televisiovastaanottimella tai tallennettavaksi videonauhurilla tai DVD-tallentimella. Markkinoilla on myös ns. integroituja televisioita, joissa digitekniikka on valmiiksi sisäänrakennettuna. Jos hankkii tällaisen vastaanottimen, ei sen lisäksi tarvitse enää hankkia erillistä digisovitinta.

Digitaalisovitin kytketään antenni-, kaapeli- tai satelliittitelesioiliitännän ja televisiovastaanottimen tavanomaisen antennijohdon avulla. Digitaalisovittimessa tämä liitäntä on tavanomaisimmin merkitty ”RF IN” merkinnällä. Televisiovastaanottoimeen digitaalisovitin liitetään useimmin SCART-johdon avulla. Uusiin HDTV-televisioihin se voidaan kytkeä myös digitaalisen HDMI-liittimen kautta ja moniin matkatelevisioihin RF-liitännän kautta.

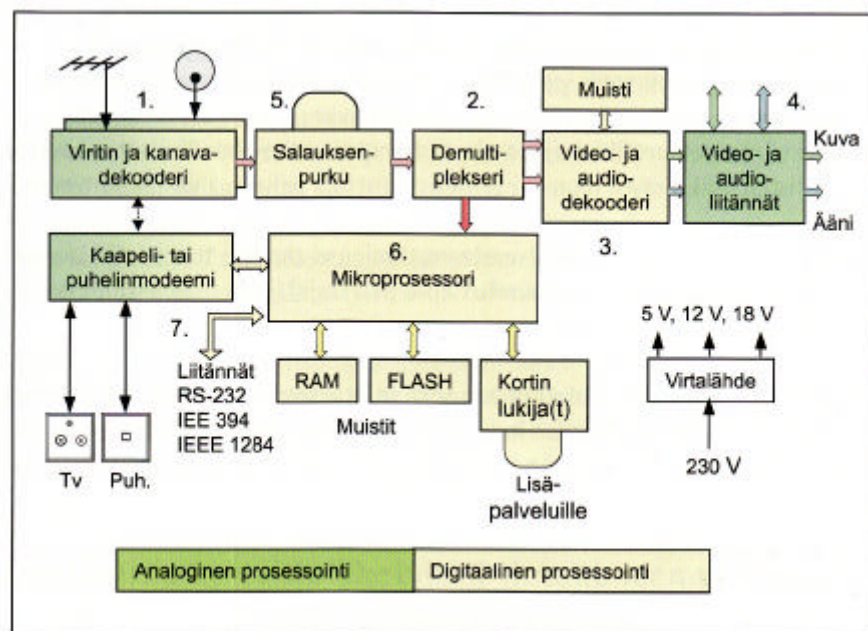
Television SCART-liitäntä ei siis ole välttämätön. Tämä on aiheuttanut monelle asiakkaalle päänvaivaa, kun on kuviteltu, että oma televisio on SCART-liitännän puuttumisen vuoksi vaihdettava uuteen viimeistään vuoden 2007 elokuun lopussa. Kuitenkin ne digiboksien mallit, joissa on RF-modulaattori, voidaan kytkeä tavallisella antennijohdolla eli RF-johdolla mihin tahansa televisioon, jos televisiossa ei ole muuta liitäntää. Tämä on tarpeellista esimerkiksi matkatelevisioissa, joissa ei ole SCART -liitäntää tai vanhemmissa televisioissa. Tässä tapauksessa antennijatkajohto kytketään digisovittimen ”RF OUT” -liittimen ja television antenniliittimen väliin, minkä jälkeen TV viritetään vastaanottamaan digisovittimen lähettämää UHF-kanavaa.

#### 4.1 Digitaaliset vastaanottimet

Digisovittimia on kaikkien DVB-jakelujärjestelmien vastaanottoon. Eri jakelujärjestelmien vastaanottimet ovat perusrakenteeltaan samankaltaisia, koska niissä käytetään samaa videon pakkaustekniikkaa. Vastaanottimet poikkeavat toisistaan lähinnä virittimen ja kanavakooderin osalta. (Naskali & Suikkanen 2004.)

DVB-vastaanottimen tärkeimmät lohkot ovat kuvion mukaisesti seuraavat:

1. viritin ja OFDM-demodulaattori
2. demultiplekseri
3. video- ja audiodekooderi
4. video- ja audioliitännät
5. salauksenpurku
6. mikroprosessori muisteineen (RAM, FLASH)
7. muut liitännät, kuten RS-232, IEEE 1394 ja puhelinmodeemi.



KUVIO 4. DVB-vastaanottimen lohkokaavio (Naskali & Suikkanen 2004)

Digisovittimia on saatavilla erikseen joko antenni-TV- (DVB-T), satelliitti-TV- (DVB-S) tai kaapeli-TV-lähetysten (DVB-C) vastaanottamiseen. Ulkoisesti eri vastaanottotavan laitteet näyttävät usein samanlaisilta ja ainoa näkyvä ero onkin yleensä vain laitteen mallinumerossa. Toistaiseksi suurin osa saatavilla olevista malleista soveltuu vain yhdentyyppisen lähetysignaalin vastaanottoon. Tämä on ollut omiaan sekoittamaan laitteen hankkimista harkitsevia kuluttajia. Viimeaikoina markkinoille on kuitenkin alkanut ilmestyä jonkin verran kahden eri vastaanottotyyppin osaavia laitteita. Näitä markkinoidaan usein combo-malleina. Malleja on myyty etenkin yhdistetyiksi antenni- ja satelliittivastaanottimiksi.

Digisovittimet voidaan jakaa varustelun mukaan ainakin neljään ryhmään: perusmallit, monipuolisemmat perusmallit, mhp-mallit ja kovalevyllä varustetut mallit. Joissakin sovittimissa on kaksi viritintä, jolloin laitteen avulla voidaan esimerkiksi katsella yhtä digikanavaa ja nauhoittaa toista. Yhden virittimen laitteella nauhoitettaessa toisen digikanavan katsominen ei ole mahdollista. Tällöin on tyydyttävä katselemaan samaa digikanavaa tai perinteistä analogistalähetystä. Joissakin malleissa on myös sisäänrakennettuna kiintolevy TV-ohjelmien tallentamista ja katseluajan siirtoa varten. Myös näitä malleja on saatavilla sekä yhdellä että kahdella virittimellä.

Digisovittimien käyttökelpoisin toiminto on kaikista bokseista löytyvä ohjelma-ops. Se tuo yhdellä näppäinpainalluksella tiedot päivän tv-ohjelmista ruudulle. Kun kursorin liikuttaa ohjelman päälle, siitä saa vielä tarkempaa tietoa. Osassa digisovittimia on myös lapsilukko. Sen avulla voi lukita esimerkiksi aikuisviihdekanavan kokonaan tai haluamakseen ajaksi. Ohjelman saa näkymään, vain kun kauko-ohjaimella näppäillään boksille nelinumeroinen koodi.

#### 4.1.1 Perusdigisovittimet

Perusdigisovittimet (digiboksit) tarjoavat hyvän kuvan ja äänen, mutta eivät maksullisia tv-kanavia. Digiboksia hankittaessa kannattaa miettiä, tarvitaanko maksullisia tv-kanavia vai selviäisikö sittenkin maksuttomilla kanavilla? Niitä on kuitenkin



kin digiverkossa paljon, esimerkiksi Yle TV1, Yle TV2, Yle FST5, Yle24, Yle Teema, MTV3, Subtv, Nelonen, Jim, Urheilukanava ja Voice. Valikoima saattaa vaihdella eri alueilla.

Perusdigisovittimet kytketään scart-liittimeen ja voivat olla kooltaan hyvinkin pieniä. Hinnat perusdigibokseissa lähtevät 50 eurosta ylöspäin. Hinnan noustessa liitäntöjen määrä perusdigisovittimissa paranee.

Perusdigisovittimen saa liitettyä vanhaankin televisioon. Yleisin liitântätapa on scart-liitäntä, joka televisioihin on tullut 1980-luvun alussa. Kaikista televisioissa ei scart-liitäntää kuitenkaan löydy. Tämä ei kuitenkaan tarkoita automaattisesti uuden television hankintaa, vaan markkinoilta löytyy digisovittimia joissa on rf-muunnin. Rf-muunnin muuttaa vastaanottaman digikuvan yhdeksi tavalliseksi analogiseksi tv-kanavaksi. Tällöin riittää, kun television kanavanvalitsimen virittää digiboksin lähettämälle kanavalle. Kuvanlaatu tosin ei ole yhtä hyvä kuin scart-liitäntää käytettäessä mutta toisaalta vanhojen televisioiden kuvanlaatu ei muutenkaan ole enää uuden veroinen.

#### 4.1.2 Korttipaikalliset Digisovittimet

Markkinoilta löytyy digisovittimia, joissa on korttipaikka maksullisia tv-kanavia varten. Maksullisten tv-kanavien (esim. MTV3 kanavapaketti, TV1000, Discovery, yms. -kanavat) katselua varten tarvitaan digiboksi, jossa on maksukorttipaikka ja Conax-salauksenpurku.

Kaapeliverkossa maksullista ohjelmaa varten tarvittava katselukortti on hankittava paikkakunnan omalta kaapelioperaattorilta. Kaapelikortti maksaa noin 20 euroa / vuosi. Kortti täytyy olla kaikissa digibokseissa, joilla maksullisia kanavia halutaan katsella. Kortille voi kaapelioperaattorilta ostaa erilaisia lisämaksullisia kanavapaketteja. Korttia tarvitaan myös niissä kaapelitalouksissa, joissa mm. Eurosport on taloyhtiöön hankittu, eli se on näkynyt ilmaiseksi analogisena. Se ei näy digitaalisesti ilman peruskaapelikorttia. Kanavapaketit maksavat noin 100 - 500 euroa /

vuosi. Hinnat vaihtelevat kuitenkin runsaasti ja yksittäisen maksullisen kanavan hinta on alkaen noin 60 euroa / vuosi. Formulalähetysten seuraamisen mahdollistava MTV 3 kanavapaketti maksaa 10 eur / kk.

Maanpäällisessä verkossa maksu-tv-ohjelmia lähettävät toistaiseksi vain MTV3 ja Canal+. Molempiin katselukortteja voi hankkia internetistä tai hyvin varustelluista kodinkoneliikkeistä sekä R-kioskeista. MTV3:n maksullisia kanavia jakelee PlusTV, ja ne lähetetään lähes koko maassa näkyvässä B-kanavanipussa. Canal+ näkyy C-kanavanipussa, joka vielä toistaiseksi ei näy aivan joka puolella Suomea.

#### 4.1.3 Tallentavat digisovittimet

Markkinoilla on myös hieman kalliimpia, kovalevyllä varustettuja digibokseja. Näillä digibokseilla voi tallentaa ohjelmia suoraan laitteen omalle kovalevylle eikä erillistä muuta tallentamisvälinettä, kuten VHS-nauhuria tai tallentavaa DVD-soitinta, tarvita.

Tallentava digiboksi kannattaa hankkia, mikäli perhe haluaa katsoa yhtä ohjelmaa ja tallentaa toista samanaikaisesti. Jotta boksilla voi tallentaa yhtä digikanavaa samalla kun katsoo toista, siinä pitää olla kaksi digiviritintä. Halvimmissa tallentavissa digisovittimissa viritimiä on vain yksi ja tämä tarkoittaa, että boksilla voi tallentamisen aikana katsoa vain kiintolevylle parhaillaan tallentuvaa ohjelmaa. Tallentavan digisovittimen hankinnassa kannattaakin kiinnittää huomiota siihen, että siitä löytyy ainakin kaksi viritintä. Valikoimista löytyy vielä kalliimpia digisovittimia, joilla voi samanaikaisesti tallentaa kahta eri ohjelmaa ja katsoa kolmatta. (Nykänen 2006.)

Toisaalta tallentavalle digisovittimelle voi olla tarvetta myös, jos television katselu keskeytyy välillä muiden askareiden takia, ja loput ohjelmasta tallennetaan ja katsotaan myöhemmin. Katselu voidaan aloittaa jo ohjelman ollessa vielä käynnissä. Tallentavissa digibokseissa on yleensä aina ajansiirtotoiminto, eli television kat-

selun voi keskeyttää halutuksi ajaksi ja jatkaa katselua hetken päästä. Elokuvan huipennuksesta ei toisin sanoen jää paitsi, jos puhelin pirahtaa kesken kaiken.

Kiintolevyjen yleisimmät koot ovat 80 ja 160 gigatavua. 80 gigatavun kiintolevyille mahtuu 40 - 50 tuntia tv-ohjelmaa ja 160 gigatavun kiintolevyille 80-90 tuntia. Nyrkkisääntönä voi pitää sitä, että levyille mahtuu digi-tv-ohjelmaa tunneissa noin puolet ilmoitetusta gigatavumäärästä. Useimmille riittää 160 gigatavua. Suurimmat kiintolevyt ovat tällä hetkellä 500 gigatavun luokkaa. Parhaimmissa tallentavissa digisovittimissa tallennukset voi tarvittaessa siirtää tietokoneelle USB 2.0 -portin kautta.

Tallentavalla digiboksilla tv-ohjelmien ajastintallentaminen on helppoa. Ajastimen ohjelmoimiseksi riittää, kun avaa ohjelmaoppaan (EPG), siirtää kursorin tallennettavan ohjelman päälle ja painaa yhtä näppäintä. Ohjelmien katselu on myös yksinkertaista. Avataan tallennettujen ohjelmien kirjastovalikko. Listalla näkyvät kaikki ohjelmat nimineen ja tallennusaikoineen. Tallennetun ohjelman katsominen alkaa, kun sen päälle siirrytään kauko-ohjaimen nuolinäppäimellä ja painetaan toistonäppäintä.

#### 4.1.4 Integroidut digi-tv-vastaanottimet

Integroiduissa digi-tv-vastaanottimissa (digitelevisioissa) digi-tv-tekniikka on sisäänrakennettu. Tällöin ulkoista digisovitinta ei tarvitse hankkia. Digiviritimillä varustetuissa televisioissa on samat toiminnot kuin digibokseissa. Suurin osa markkinoilla olevista digitelevisioista on varustettu ainoastaan antenniverkon digisovittimella. Liitteessä 7 on esitetty Finlux digitelevisio DVB-osion kytkentäkaavio.

Digitaalitelevisioita, jotka sopivat sekä kaapeli- että antenniverkkoon, ei ole markkinoilla kovin monta, mutta joitakin malleja löytyy. Tällaisen television voi viedä mukanaan asunnosta toiseen riippumatta siitä, onko talo kytketty kaapeli-verkkoon vai antenniverkkoon. Etuna digitelevisioissa on, että ne toimivat yhdellä

kaukosäätimellä. Sopivaa valmista digitelevisiota odotellessa voi tyytyä digiboksin hankintaan. Vanhaa televisiota ei ole digitalisoinnin takia pakko vaihtaa uuteen.

#### 4.1.5 MHP-digisovittimet

Niin sanottuja vuorovaikutteisia palveluja varten tarvitaan MHP-digisovitin (Multimedia Home Platform). MHP on Suomeen valittu kansainvälinen vuorovaikutteisten palveluiden standardi. Vuorovaikutteiset palvelut mahdollistavat digiboksit ja kokonaan digitaaliset televisiot sisältävät sekä DVB- että MHP-tunnuksen.

Digitaalisen television lisäpalveluita ovat ns. digiteksti (supertekstitelevisio), ohjelmaopas, pelit, yhteiskuntapalvelut sekä erilaiset ohjelmakohtaiset palvelut. Tarjottavat lisäpalvelut ovat MHP-pohjaisia, ja niiden merkitys katsojille on vielä vähäinen. Merkittävin MHP-palveluiden tuottaja on Yleisradio Oy, jonka ohjelmaopas, digiteksti, uutisrulla ja Taru-tv ovat MHP-pohjaisia palveluita. MHP-standardin mukaiset digisovittimet eivät kuitenkaan ole yleistyneet, näin ollen Yleisradio Oy on vähentänyt MHP-palveluita ja vapauttanut niihin käytettyä siirtokapasiteettia mm. päivityksiä varten. Valtakunnallisissa kaupallisissa televisioyhtiöissä ei vielä ole panostettu MHP-palveluihin. (Kullas 2007.)

#### 4.1.6 PC-vastaanotinkortit

Digi-tv-lähetyksiä voi katsoa myös tietokoneen kautta. Vastaanottoon tarvitaan lisäkortti tai lisälaite. Analogisten tv-lähetysten vastaanottoon suunniteltu tv-kortti ei ole sopiva tähän tarkoitukseen, vaan käyttäjä tarvitsee DVB-T-standardin mukaisen kortin. Valittavana on useampia vaihtoehtoja: Perinteinen PCI-kortti, joka asennetaan tietokoneen sisälle vapaaseen korttipaikkaan tai uudempi USB-moduli, joka liitetään ulkoisesti tietokoneeseen, esimerkiksi kannettavaan tietokoneeseen. Eri vastaanotinkortit käyttävät tietokoneen ominaisuuksia eri tavoin, joten ennen kortin hankintaa kuluttajan kannattaa tarkistaa oman tietokoneen soveltuvuus tähän tarkoitukseen.

Tietokoneeseen liitettävän digisovittimen mukana tulee yleensä noin 15 senttimetrin mittainen magneettijalustainen sauva-antenni ja langaton kauko-ohjain, joten kanavia voi vaihtaa ja äänenvoimakkuutta säätää vähän kauempaakin. Digi-tv-tikut tarvitsevat kuitenkin riittävän antennisignaalin, joten usein mukana toimitettu pikkuantenni ei ole riittävä.

#### 4.1.7 Mobiilitelevisio

Mobiilitelevisio on mukana kuljetettava päätelaite joka voi olla samalla GSM-puhelin, PDA-laite tai tulevaisuudessa vaikkapa autonavigaattori. Mobiilitelevisio voi olla esimerkiksi matkapuhelin, jossa on televisiolähetysten seuraamisen mahdollistava ominaisuus.

Mobiilitelevisiojärjestelmät on optimoitu televisiopalveluiden vastaanottamiseen pienillä, kannettavilla, akkukäyttöisillä päätelaiteilla. Matkapuhelin on tähän varsin hyvin soveltuva laite, koska siitä on muodostunut yleisin aina mukana kannettava henkilökohtainen laite. Lisäksi matkapuhelimen liittymä matkaviestinverkkoon tekee mahdolliseksi myös vuorovaikutteisten palveluiden kehittämisen sekä antaa alustan erilaisille laskutusjärjestelmille.

Mobiiliteleviosta käytetään erilaisia nimityksiä mm. mobiilitelevisio, mobiili-tv, kännykkätelevisio, kännykkä-tv. Mobiilitelevisiolla tarkoitetaan mukana kuljetettavaa vastaanotinta, jolla voi liikkeellä ollessa seurata televisiolähetystyksiä. Suomessa mobiilitelevisiolähetystyksiin käytetään DVB-H-verkkoa. Mobiilitelevio-termiä käytetään myös kolmannen sukupolven eli 3G-matkaviestinverkon kautta välitettävistä televisionomaisista palveluista.

## 5 MOBIILITEKNIikka JA LAITTEET

Televisiota, radiota - tai laajemmin ottaen multimediaa - voidaan jakaa kannettaviin päätelaitteisiin, käytännössä matkaviestimiin, useallakin eri tekniikalla. Jakelussa voidaan käyttää joko matkaviestinverkkoja tai erillisiä, toteutusperiaatteeltaan joukkoviestintään optimoituja verkkoja.

Eurooppa vannoo miltei yksinomaan yhden mobiili-tv-tekniikan nimeen. Se on DVB-H, joka perustuu digi-tv-verkoissa käytettävään DVB-T-standardiin. Muualla maailmassa tämän tekniikan haastajat Dmb ja MediaFLO ovat vahvassa asemassa.

MediaFLO on Amerikkalaisen Qualcommin kehittämä mobiilitelevisiotekniikka, joka on käytössä erityisesti Pohjois-Amerikassa. Dmb (digital media broadcast) on digitaalisten radioaaltojen dab-tekniikkaan perustuva mobiilitelevisiotekniikka, joka on käytössä Koreassa. Japanissa käytössä oleva mobiilitelevisiotekniikka on Isdb-t (Integrated services digital broadcasting for terrestrial). Myös kännykkäverkon kautta voi katsella televisio-ohjelmia. 3g-verkossa on jo nyt katsottavissa televisio-ohjelmia. Kännykkäverkon televisiolähetysä voidaan parantaa niin sanottulla mbms-tekniikalla, joka saattaa tulla käyttöön vuoden 2007 lopulla. (Berg 2007.)

Suomessa siirryttiin 1.12.2006 virallisesti mobiilitv-aikaan, kun Digita käynnisti DVB-H-verkon. Digitan DVB-H-verkko on jo käyttövalmiina Helsingissä, Turun ja Oulun seuduilla. Verkon piirissä on nyt 25 prosenttia suomalaisista. Verkon ensimmäinen vaihe kattaa pääkaupunkiseudun laajasti sekä Turun että Oulun alueen. Verkko laajenee vuoden 2007 loppuun mennessä Tampereen sekä Lahden alueelle. Tämän jälkeen se kattaisi 40 prosenttia Suomen väestöstä. Lahteen verkko laajenee todennäköisesti joulukuuhun mennessä tai viimeistään hyvin nopeasti sen jälkeen seuraavassa vaiheessa, kertoo Digitan johtaja Jaakko Harno Etelä-Suomen Sanomien haastattelussa 22.2.2007. Lahden seudun peittoalueen kartta ei ole vielä lopullisesti varmistunut. Todennäköistä on kuitenkin, että verkon piirissä on ainakin Lahti ja sen naapurikunnat.

Nyt on siis mahdollista vastaanottaa digitelevisiosignaalia DVB-H-muotoisena sellaisia lähetyksiä ymmärtäviin matkapuhelimiin. Kovin laaja käyttäjäjoukko ei alkuvaiheessa voi olla, sillä esimerkiksi malleja on markkinoilla vielä kovin rajoitetusti. Nokian Lontoon kauppakorkeakoululta (London School of Economics) teettämän tutkimuksen mukaan mobiilikäyttö tulee muuttamaan television katselutottumuksia. Muutoksia tulee tutkimuksen mukaan sekä katseluaikoihin, käyttäjien osallistumiseen, sisältöihin sekä jakeluformaatteihin.

Tutkimustulokset perustuvat DVB-H-pilottien aikana tehtyihin käyttäjäkokemuksiin ja niiden mukaan esimerkiksi nykyisen prime time -ajan rinnalle tulee mobiilitelevision myötä uusi aika. Mobiilitelevisiossa prime timea on myös keskipäivä, sillä lähetyksiä voidaan katsoa matkalla lounaalle ja takaisin töihin. (Annala 2007.)

Viestintävirasto alkaa myöntää lupia uudessa mobiilitelevisioverkossa lähettävälle ohjelmistoille. Kevyen toimilupamenettelyn uskotaan edistävän mobiilitelevision yleistymistä ja ohjelmatarjonnan monipuolistumista. YLE ja kaupalliset televisio-toimijat eivät tarvitse televisio-ohjelmien lähettämiseen mobiilitelevisioverkossa erillistä toimilupaa, jos ohjelmisto lähetetään sisällöltään muuttamattomana ja samaan aikaan kuin tavallisessa televisioverkossa. Myös muita kuin televisio- tai radiopalveluita voi mobiilitelevisioverkossa tarjota ilman ohjelmistolupaa. Tällaisia voivat olla esimerkiksi pelit ja muut vuorovaikutteiset palvelut. (Tietoviikko.fi 2007.)

Mobiilitelevision esteenä tai sanotaanko hidasteena, on vielä TV-kanavien ja tekijänoikeusjärjestöjen välillä oleva jatkuva kiista DVB-H -lähetyksen maksuista. Nokia Multimedia-yksikön johtaja Anssi Vanjoki sanookin, että ”ahneet tekijänoikeusjärjestöt ovat pysäyttäneet kehityksen”. Kiistassa on ollut julkisuudessa eniten Yleisradio, joka on ilmoittanut, ettei lähde kännykkä-tv-lähetyksiin, jos uusia maksuja tulee. Yleisradio katsoo, ettei kyse ole uudesta liiketoiminnasta, koska se tarjoaisi kännykkä-tv -lähetykset samalla tv-maksulla kuin nykyisetkin lähetykset. Myöskään kaupalliset kanavat eivät ole lämmenneet maksuille. Anssi Vanjoki sanookin, ettei kännykkä-tv-lähetyksistä pitäisi joutua maksamaan erillisiä korvauksia, jos yksi ja sama tv-lähetys viedään pienemmälle näytölle mobiililaitteeseen.

Digitan DVB-H verkossa on tilaa noin 30 kanavalle. Viestintävirasto on myöntänyt ensimmäiset toimiluvat Voice TV:lle ja maksullisia kanavia välittävälle Plus TV:lle. Isot kanavat odottelevat yhä ratkaisua tekijänoikeuskiistaan. Yleisradio on varautunut laittamaan kaikki kanavansa näkyville kännykkätelevisiossa. Kaupalliset kanavat joutuvat miettimään uusia liiketoimintamalleja, koska pelkällä perusohjelmistolla ei saa sanottavasti lisää mainostuloja. Tarvitaan uudentyyppisiä, varta vasten kännykkään räätälöityjä maksullisia palveluja. Uudentyyppisenä palveluna voisi olla esimerkiksi se, että formulakisoista voisi tilata katsottavaksi pelkän lähdön. (Berg 2007.)

Kiistoista varmasti päästään yli ja ennusteet mobiilitelevision laajentumiselle ovat kovat. Nokian toimitusjohtaja Olli-Pekka Kallasvuo sanoikin tiedotustilaisuudessa, että dvb-h-tekniikkaan perustuvasta kännykkä-tv:stä odotetaan 5–10 miljoonan laitteen markkinaa ensi vuonna ja 20 miljoonan laitteen markkinaa 2009. Televisiosta voi tulla yllättävänkin nopeasti myös keskihintaisten puhelimien vakiovaruste. DVB-H piirisarja maksaa kohta vain seitsemän euroa, totesi Kallasvuo Barcelonan 3GSM kongressissa. (Tietokone.fi 2007.)

Toki kännykästä on jo nyt pystynyt katsomaan televisio-ohjelmia. Sonera ja Elisa ovat tarjonneet kännyköiden 3g-verkon välityksellä televisiopalveluitaan. Soneran mobiili-tv-palvelua pystyy katsomaan kiinteillä hinnoilla: vajaat 2 euroa päivässä tai 10 euroa kuukaudessa. Soneran sisältöpalveluista vastaavan johtajan Juhani Kivikankaan mukaan käyttäjiä on ollut hyvin, kuukaudessa jopa tuhansia. Tämä lupaa hyvää uudelle DVB-H tekniikkaan perustuvalla kännykkätelevisiolle.

Uusi DVB-H verkko eroaa monin tavoin nykyisestä 3g-verkon televisiopalveluista. DVB-H verkossa kuvan laatu on paljon parempi. Verkko sopii myös paremmin suurien katsojajoukkojen palvelemiseen. Broadcasting tekniikan ansiosta vastaanottajia voi olla pienelläkin alueella paljon. Kuluttajien kannalta oleellista on, että teleoperaattorille ei enää tarvitse maksaa tiedonsiirrosta. DVB-H lähetyksiä pystyy periaatteessa katsomaan ilman sim-korttia. Kuitenkin operaattoria ja sim-korttia tarvitaan, jos tv-yhtiö haluaa tunnistaa palveluidensa käyttäjät ja myydä heille maksullista ohjelmistoa. (Arvekari 2007; Tietokone.fi 2007.)



## 6 ANTENNIJÄRJESTELMÄT

Antennijärjestelmä koostuu antennista mastoineen, antennikaapeleista, tarvittavasta antennivahvistimesta ja antennirasioista. Jokaiselta antennilta, mukaan lukien satelliittiantennit, tuodaan tähtipisteen vahvistimelle omat kaapelit. Tähtipiste laitteineen sijoitetaan joko huoneistojakoon tai sen välittömään läheisyyteen.

Pääasiallisesti antenniverkko tehdään tähtimäisenä siten, että antennijärjestelmän tähtipisteestä asennetaan oma kaapeli kullekin antennirasialle. Antennijärjestelmän suunnittelussa ja toteutuksessa ovat keskeisiä asioita antennin paikan valinta, antennien valinta ja asennustapa sekä antennikaapelien ja antennirasioiden valinta ja asennus.

### 6.1 Antennivastaanotto

Antennin tehtävänä on kaapata ilmassa vapaasti etenevistä radioaalloista mahdollisimman paljon signaalitehoa siirrettäväksi antennikaapelin avulla antennivahvistimelle.

Antennivastaanotto on nykyaikainen, langaton ja vaivaton tapa vastaanottaa digi-tv-lähetyksiä. Digitaaliset televisiolähetykset näkyvät antenniverkon kautta kaikkialla Suomessa. Jokaisessa asunnossa on oltava oma digisovitin eikä muuta tarvita, jos talon antenniverkko on jo digikelpoinen. Digi-tv-aikaan siirtyminen ei siis edellytä erityistä digitaalista vastaanottoantennia eikä sellaista ole olemassa-kaan. Vanha antenni käy, jos se kattaa UHF-alueen kanavat 21 – 69 ja se on hyväkuntoinen sekä oikein suunnattu ja asennettu. Suuressa osassa kiinteistöjä ja mökkejä olemassa oleva antenni on riittävä ja antennijärjestelmä soveltuu digi-tv-lähetyksen vastaanottoon ilman muutos- tai uudistustöitä. Kuitenkin digivastaanottoon siirtyminen edellyttää osassa kiinteistöjä myös antenniremonttia. Kaikissa tapauksissa digikanavat eivät näy samasta suunnasta kuin mistä analogiset kanavat näkyivät. Näissä tapauksissa antenni on suunnattava uudestaan kääntämällä se kohti oikeaa pää- tai täytelähetintä.

Digivastaanotto vaatii kiinteistöjen antennijärjestelmiltä riittävää suorituskkyä ja digi-tv:n vaatimaa varustusta. Digi-tv-lähetysten seuraaminen edellyttää, että kiinteistön sisäinen antenniverkko on digikelpoinen. Kaikilta digi-tv-antennijärjestelmiltä vaaditaan UHF-kelpoisuutta. Yli 20 vuotta vanhoissa kiinteistöissä saattaa olla käytössä rakenneosia, jotka eivät ole UHF-kelpoisia. UHF-kelpoisten antennijärjestelmän rakenneosien kuten jaottimien, haaroittimien ja antennirasioiden ylärajataajuus ulottuu vähintään 860 megahertsiin (MHz). (Digi-tv 2007.)

Valtakunnalliset digi-tv-ohjelmat lähetetään kanavilla 22 – 65. Näin ollen nykyinen antenni soveltuu digi-tv-lähetysten vastaanottoon, mikäli se kattaa UHF-alueen kanavat 21 - 69. Niille, jotka joutuvat käyttämään talokohtaista antennia, se tarkoittaa että nykyiset digi-tv-kanavat voi periaatteessa vastaanottaa yhdellä koko UHF-alueen antennilla. Joissain taloyhtiöissä tai talouksissa antennia saatetaan kuitenkin tarvita kaksi, sillä kaikkien kolmen kanavanipun lähteitä ei välttämättä saa vastaanotettua yhdestä suunnasta eli yhdestä lähetysantennista. Maastoesteet ja tilapäiset tekijät, kuten lumi ja jää, voivat aiheuttaa suuriakin vaihteluita antennisignaalin voimakkuuteen. (TM Digiopas 2007; Berg 2007.)

## 6.2 Signaalin vastaanotto ja siihen vaikuttavia tekijöitä

Pientalojen antenniratkaisuja suunniteltaessa on hyvä huomioida antennijärjestelmän toteutukseen vaikuttavat asiat. Tällaisia ovat esimerkiksi vastaanottopaikan sijainti ja mahdolliset maastoesteet. Kun tv-lähetykset otetaan vastaan kaukana asemasta tai kun vastaanottopaikka sijaitsee maastoesteiden katveessa aseman suuntaan, esimerkiksi korkean mäen takana, antenniratkaisun, tulee yleensä olla teknisesti korkeatasoisempi verrattuna vastaanottopaikkaan, joka sijaitsee lähellä asemaa ja jonne lähetysignaali etenee esteettä. (Berg 2007.)

Mikäli digivastaanottimen automaattiviritys ei löydä digikanavia on syynä yleensä se, että antennijärjestelmä ei ole digikelpoinen eli antenni ei kata kanavia 21 – 69. Se voi myös johtua siitä, että antennin suuntaus tai korkeus ei ole kohdallaan tai

antennin vahvistus ei ole riittävä. Jos digi-tv-lähetyksen signaalin taso jostakin syystä alenee kriittiselle tasolle, tv-kuva alkaa pysähdellä, palikoitua tai se voi hävitä kokonaan. Syinä signaalin heikkenemiseen voivat olla esimerkiksi vuodenajan ja sään vaihtelut.

Digisovittimen moitteeton toimivuus vaatii antennin oikeanlaisen suuntaamisen ja asentamisen. Mikäli antenni on väärin suunnattu, voi esimerkiksi tallentavan sovitin ajastuksissa ja sähköisen ohjelmaoppaan käytössä tulla ongelmia.

Tehokkaan UHF-antennin vahvistus on 17 - 18 desibeliä. Antennirasiasta digivastaanottoon tulevan signaalin jännitteen tason tulee olla 47 - 67 desibelimikrovoltia. Digivastaanottimen vaatima minimisignaalitaso eli ns. herkkyys vaihtelee tyypillisesti laitekohtaisesti 25 - 30 desibelimikrovoltin välillä. Ohjeellisesti voidaan todeta, että digivastaanottimen tasomittarissa 100 prosentin taso kuvaa laitekohtaisesti 35 - 50 desibelimikrovoltin jännitettä ja 50 prosentin taso kuvaa 28 - 35 desibelimikrovoltin jännitettä. (Digita 2007.)

Digivastaanottimissa näkyvät signaalin tasonäytöt eivät ole keskenään vertailukelpoisia, koska ne ovat kunkin laitevalmistajan näkemyksiä riittävän voimakkaasta signaalista. Mikäli signaalin taso on liian alhainen, kuva alkaa pysähdellä, palikoitua tai voi hävitä kokonaan sekä ääneen tulee häiriöitä. Antennin asennuksessa tulisikin huomioda, että antenniin tulevalle signaalille jätetään riittävä häipymisvara säiden vaihteluiden vaikutukselle. Käytännössä tämä vaatimus saavutetaan, kun digivastaanottimen signaalin tasomittari näyttää vähintään 80 prosenttia kaikilla kanavanipuilla. Riittää, että signaalitaso varmistetaan kustakin kanavanipusta yhden kanavan osalta. Jos signaalitaso on valitun kanavan kohdalla vähintään 80 prosenttia, se on riittävä myös muilla kyseisen kanavanipun kanavilla.

Digi-tv-vastaanotossa voidaan joskus hyödyntää esimerkiksi maastosta tai rakennuksesta heijastuvaa signaalia suuntaamalla antenni heijastuneen signaalin suuntaan. Tämä edellyttää kuitenkin sitä, että heijastunut signaali on riittävän voimakas ja vakaa. Antenni tulee pääsääntöisesti aina kääntää kohti pääasemaa, ellei alueella ole täytelähettäjiä.

Verrattaessa digitaalisten tv-lähetysten vastaanottoa analogiseen vastaanottoon, on digitaalisten tv-lähetysten vastaanotto kuitenkin helpompi järjestää. Katkeilemattomaan kuva- ja ääniyhteyteen riittää nimittäin 50 - 100 kertaa pienempi antennisignaali. Keskeinen helpotus kuitenkin syntyy siitä, että heijastuneet ja viivästyneinä vastaanottoantenniin saapuvat osasignaalit eivät näy enää häiritsevinä haamukuvina, mikä oli ongelmana analogisella tekniikalla lähetetyssä tv-kuvassa. Digi-sovittimelle riittää, että se saa riittävän suuren signaalin, muulla ei ole niin väliä. Vaikka antennisignaalissa olisi kohtuullisen paljonkin häiriöitä, kuten kohinaa, tilapäisiä voimakkuudenvaihteluita ja maastoheijastuksista aiheutuvia haamukuvia, digisovitin ei näytä niitä kuvaruudulla ollenkaan.

#### 6.2.1 Sään ja vuodenaikojen vaihtelut ja niiden vaikutus signaaliin

Antennijärjestelmää rakentavan on hyvä tiedostaa, että digi-tv-signaalin voimakkuuteen ja etenemiseen vaikuttavat myös sään ja vuodenaikojen vaihtelut. Tällaisia tekijöitä ovat mm. vesi- ja lumisade, lumi ja sen sulaminen, järven jäätyminen tai jäiden lähtö, puut lehdissä tai lehdettöminä, havupuut lumisina, märkinä tai kuivina ja sumu. Vaikutus häviää, kun säässä tapahtuu muutos tai vuodenaika muuttuu. Kesällä signaalin taso on keskimäärin 3 desibeliä eli noin 30 prosenttia pienempi kuin talvella lehtipuiden vaikutuksesta johtuen.

Talvi ja sen lumiset ja jäiset olosuhteet saattavat jossain paikoissa aiheuttaa tv-kuvan pysähtelyä, kuvan häviämistä, räpsimistä ja katkeilua. Antennin jäätyessä sen viritys voi muuttua niin, että etenkin taajuudeltaan ylempien kanavien signaalitaso laskee liian pieneksi. Tämä aiheuttaa edellä mainittuja ikäviä ongelmia vastaanottimen kuvaan. Tilanne paranee, kun lumi ja jää poistetaan antennista tai ne sulavat pois.

#### 6.2.2 Radiokelien vaikutus signaaliin

Signaalin voimakkuuteen ja etenemiseen vaikuttavat myös ns. radiokelit, jotka ovat erilaisia eri vuorokauden aikoihin. Radiokeleillä tarkoitetaan ilmakehän taiteker-

rointa ja erityisesti sen muuttumista korkeuden mukaan. Taitekertoimeen vaikuttavat lämpötila, ilmanpaine ja kosteus. Radiokelejä esiintyy yleensä korkeapaineen reuna-alueilla.

Radiokelit eivät vaikuta juurikaan vastaanottoon asemien lähellä, mutta näkyvyysalueen reunalla radiokelien vaikutus voi olla jo suuri. Poikkeuksellinen radiokeli saattaa häiritä vastaanottoa kahdella tavalla. Halutun aseman signaalin voimakkuus voi pudota voimakkaasti tai kauempana olevan, samalla kanavalla lähettävän aseman signaalin taso voi nousta ns. ylipitkän etenemisen johdosta.

Radiosignaalien ylipitkä eteneminen tarkoittaa, että signaali etenee heijastumalla jopa satojen kilometrien päähän ja aiheuttaa häiriöitä. Häiriöt näkyvät katsojilla esimerkiksi digitaalisten lähetysten ajoittaisena puuttumisena tai kuvan palikoitumisena. Lähetysteknisesti ilmiön aiheuttamia häiriöitä ei ole mahdollista estää. Radiokelit voivat kestää tunneista vuorokausiin. Häiriöt häviävät säätilan muuttuessa. Radiokelihäiriöiden vaikutusta voidaan vähentää tehokkaammalla, suuntaavammalla ja paremmalla etu-takasuhteella varustetulla antennilla. Radiokelien häiriövaikutus vähenee myös, jos digivastaanottimen signaalimittarin taso on riittävä eli vähintään 80 prosenttia kaikilla kanavanipuilla. (Digita 2007.)

## 7 ANTENNIN VALINTA

Antenni muuntaa vastaanotetut vapaasti etenevät sähkömagneettiset aallot siirtäjohdossa eteneviksi suurtaajuisiksi virroiksi ja kentiksi, jotka muodostavat syöttäjohdossa etenevän signaalin. Sähköisten ominaisuuksien lisäksi antennilta vaaditaan toimivuutta ja mekaanista lujuutta, koska Suomen vaihtelevat vuodenajat ja sääolosuhteet asettavat antennille omat vaatimuksensa. Hyvälaatuinen antenni ja sen tarkasti tutkittu sijoituspaikka ratkaisevat antennijärjestelmästä saatavan kuvan laadun. (Naskali & Suikkanen 2004, 52.)

Antennin pitää toimia luotettavasti äärimmäisissä olosuhteissa helteellä, myrskyssä ja jään peitossa. Antennien elementtejä rasittavat tuulet, lumi- ja jääkuormitus ja jopa isot lintuparvet. Myös antennien pitkäaikainen mekaaninen värähtely saattaa vaurioittaa antennielementtejä ja puomia. Antennit on yleensä valmistettu alumiinista, jonka pinta käsitellään eloksoimalla. Antennien kiinnikkeiden ja tarvikkeiden pitää olla korroosion estämiseksi pintakäsiteltyjä ja muoviosien pitää kestää vaurioitumatta sään vaihtelut, kovat pakkaset ja kesän helteet sekä auringon ultravioletti säteilyn ja ilman saasteet. (Naskali & Suikkanen 2004, 61.)

Antenneista saatava jännitetaso (dB $\mu$ V) voidaan laskea kaavalla.

$$L = 34 + E + G - 20 \log f$$

jossa E on kenttävoimakkuus (dB $\mu$ V/m)

G on antennin vahvistus (dB<sub>d</sub>)

f on kanavan taajuus (MHz)

KAAVA 1. Antenneista saatavan jännitetason laskeminen

Antennit jaetaan ryhmiin sen mukaan, mille taajuusalueelle ne on rakennettu. Taajuusaluemerkintöjä voi olla esimerkiksi antennijärjestelmän rakenneosissa.

|                      |                       |                |
|----------------------|-----------------------|----------------|
| Taajuusalue I:       | kanavat 2 - 4 (VHF)   | 47 - 68 MHz    |
| Taajuusalue II:      | ULA (VHF)             | 87,5 - 108 MHz |
| Taajuusalue III:     | kanavat 5 - 12 (VHF)  | 174 - 230 MHz  |
| Taajuusalue IV ja V: | kanavat 21 - 69 (UHF) | 470 - 862 MHz  |

Digi-tv-vastaanotossa tarvitaan UHF-antennia, joka kattaa kanavat 21 - 69.

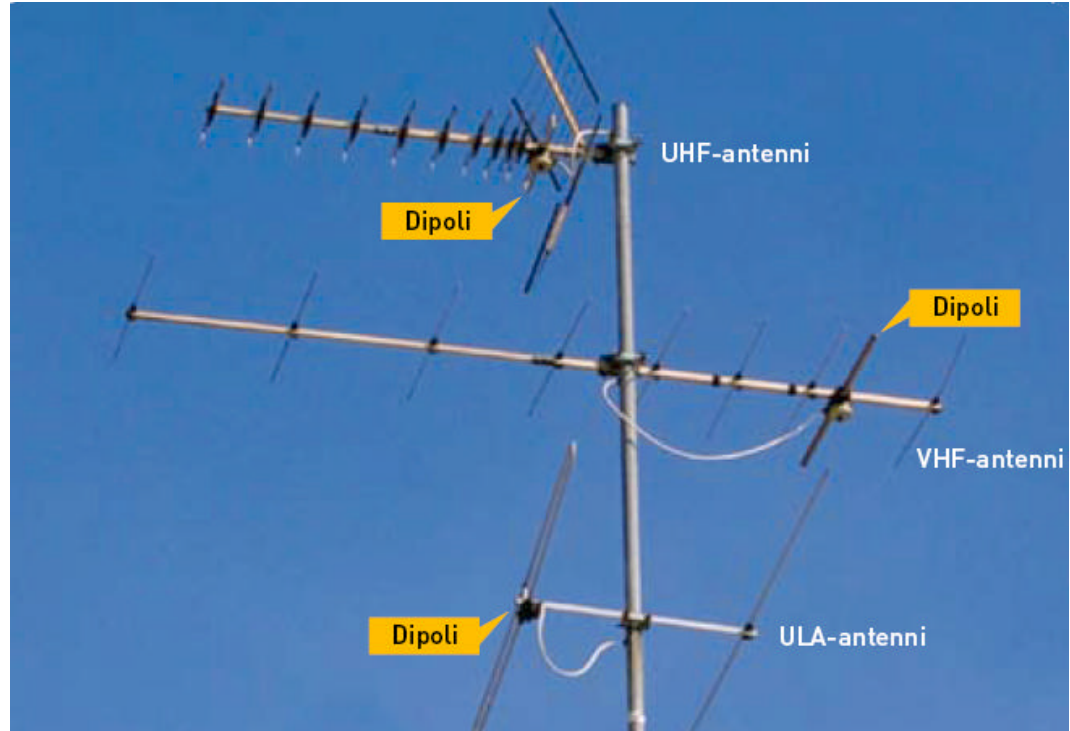
Antennin valinnassa kannattaa kiinnittää huomiota moniin seikkoihin. Antennin hyviä ominaisuuksia, joita kaikkia ei ehkä ole samassa antennissa, ovat esimerkiksi: suuri vahvistus, hyvä etu-takasuhde, pieni keilanleveys, pieni tuulikuorma, pieni koko, selektiivisyys, laajakaistaisuus, kestävä rakenne ja halpa hinta. Yleensä valittu antenni on edellä lueteltujen ominaisuuksien kompromissi. Kannattaa valita tunnettujen valmistajien antennia, joista on tarpeelliset tekniset tiedot saatavilla ja mahdollisesti aikaisempaa käyttökokemusta.

### 7.1 Antennityypit ja antennin vahvistus

TV-vastaanottoon tarkoitettuja antennityyppejä on useita. Markkinoilta löytyy UHF-antenneja, VHF-antenneja, sisäantenneja ja ULA-antenneja. Digitaalisten lähetysten vastaanottoon käytetään yleensä UHF- tai sisäantenneja. ULA-antenneja käytetään radiovastaanottoon.

Jos tv-lähetysten vastaanottopaikka sijaitsee lähellä asemaa ja vastaanotto-olosuhteet ovat hyvät, riittää, että antennin vahvistus on noin 12 - 15 dB. Vaikeissa vastaanotto-olosuhteissa, kaukana asemasta tai maastoesteiden katveessa antennilta edellytetään 17 - 18 dB:n vahvistusta. UHF-antenneissa dipolin leveys on noin 25 cm. Dipoli on antennin osa, johon antennikaapeli kytketään.

Osa digi-tv-lähetyksistä saatetaan tulevaisuudessa lähettää VHF-taajuuksilla kanavilla 5 - 12. VHF-antennin vahvistus on tyypillisesti 7 - 13 dB. VHF-antenneissa dipolin leveys on noin 70 cm.



KUVIO 5. UHF- VHF- ja ULA-antenni (Digita 2007, 10.)

Mitä kauempana asemasta lähetyksen vastaanottopaikka sijaitsee, sitä enemmän antennilta tarvitaan vahvistusta. Vahvistusta tarvitaan enemmän myös paikoissa, joissa lähetyssignaalin voimakkuus on heikentynyt maastoesteiden takia. Tehokkaan UHF-antennin vahvistus on 17 - 18 dB. Tämä vastaa noin kahdeksankertaista jännitteen vahvistusta. Tehokkaan UHF-antennin fyysisten elementtien eli ”haravan piikkien” määrä voi vaihdella antennikohtaisesti. Yllä olevan valokuvan UHF-antennin vahvistus on 15 dB.

Antennin vahvistusta voi arvioida antennin fyysisten elementtien eli ”haravan piikkien” perusteella. Kun antennissa on ”haravan piikkejä” 4, antennin vahvistus on noin 5 - 6 dB. Tämä vastaa kaksinkertaista jännitteen vahvistusta. Kun anten-



nissa ”haravan piikkejä” 4 - 10, antennin vahvistus on noin 6 - 10 dB. Tämä vastaa 2 - 3 -kertaista jännitteen vahvistusta. Kun antennissa on ”haravan piikkejä” 10 - 13, antennin vahvistus on noin 10 - 13 dB. Tämä vastaa 3 - 4 -kertaista jännitteen vahvistusta. (Digita 2001; Digita 2007, 11.)

### 7.1.1 Yagi-antenni

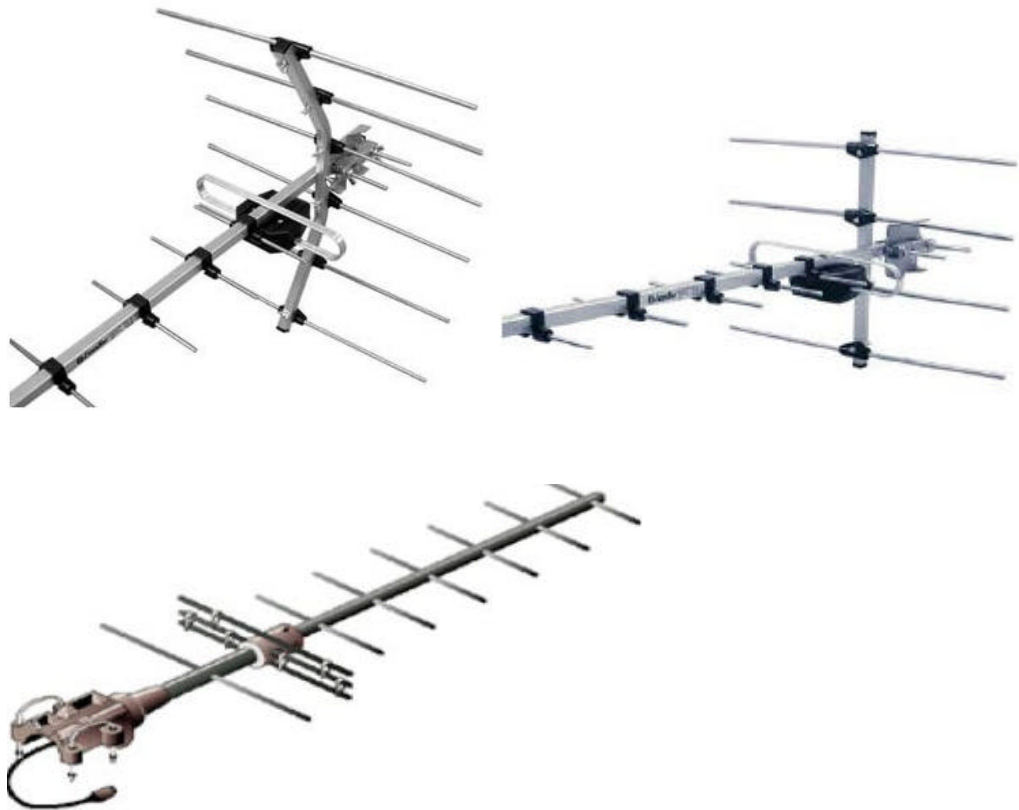
Maanpäällisten lähetysten vastaanottoon käytetään yleisimmin yagi-tyyppisiä antennejä. Nämä antennit koostuvat syöttöelementeistä, dipolista, ja sen edessä vastaanottosuunnassa olevista suuntainelementeistä sekä takana olevista heijastinelementeistä. Antennielementit voivat olla myös X-mallisia, jolloin puhutaan X-elementtianenneista. (Antennijärjestelmät ST-käsikirja 12 1999.)

Yagi-antennin vahvistus on suoraan verrannollinen antennin kokoon. Mitä pitempi antenni on ja mitä enemmän siinä on elementtejä, sen suurempi on sen vahvistus. Antennin elementtien määrän kaksinkertaistuminen lisää vahvistusta noin 3 dB. Yagi-antennin vahvistusta voidaan arvioida likimäärin kaavalla. (Naskali & Suikkanen 2004, 55.)

$$G \gg 10 \times \lg n$$

jossa  $n$  = elementtien määrä

KAAVA 2. Yagi-antennin vahvistuksen arviointi



KUVIO 6. Yagi-antennin erityyppejä (FinnSat)

#### 7.1.2 Log-periodinen antenni

Vastaanottoantennit voivat olla myös log-periodisia. Nämä antennit muistuttavat jonkun verran Yagi-antenneja, mutta elementit kapenevat vastaanottosuuntaan selvästi enemmän kuin Yagi-antenneissa. Ne näyttävätkin enemmän kolmion muotoisilta tai vaakasuoraan käännetyltä joulukuuselta. Log-periodisen antennin vahvistus on melko tasainen koko kaistanleveydellä.



KUVIO 7. Log-periodinen antenni (FinnSat 2007)

Log-periodinen antenni on oikeasti log-periodinen dipoliryhmä (log periodic dipole array, LPDA). Nimi tulee siitä, että antennissa on eri taajuuksilla olevia dipoleita vierekkäin, ja taajuudet on valittu siten, että logaritmi vierekkäisten suhteesta on vakio. Log-periodinen dipoli-antenniryhmä voidaan suunnitella erittäin laajakais-  
taiseksi, mutta tämä tapahtuu vahvistuksen kustannuksella. Elementtien välit ja pituudet muuttuvat logaritmisesti, jolloin saadaan mahdollisimman tasaiset suoritusarvot (vahvistuksen ja syöttöimpedanssin aaltoilu taajuuden funktiona) koko taajuuskaistalle.

### 7.1.3 Paneeliantenni

Markkinoilta löytyy myös paneeliantenneja. Eräissä vastaanottopaikoissa voidaan maastosta tulevia heijastumia pienentää käyttämällä antennia, jossa keilanleveys on pystytasossa mahdollisimman pieni. Pystytason keilanleveyttä voidaan pienentää kerrostamalla antennia tai käyttämällä antennia, jossa elementtejä on kerrostettu pystytasossa. Näitä antennityyppejä kutsutaan paneeliantenneiksi.



KUVIO 8. Paneeliantenni (FinnSat 2007)

#### 7.1.4 Yhdistelmäantenni

Erittäin hyvissä vastaanotto-olosuhteissa, joissa pienelläkin antennin vahvistuksella saadaan tv-vastaanottoon tarvittava jännitetaso, voidaan yksityisvastaanotossa käyttää VHF- ja UHF-alueen kattavia yhdistelmäantenneja. Antennit koostuvat yagi- ja x-elementeistä.



KUVIO 9. Yhdistelmäantenni (Suomen antenni- ja tarviketukku 2007)

### 7.1.5 Sisäantenni

Digi-tv-vastaanotossa on mahdollista käyttää myös sisäantennia. Sitä voi käyttää myös huoneessa, jossa ei ole antennipistorasiaa. Sisäantennin toimivuutta ei kuitenkaan voida varmuudella tietää ilman kokeilua, sillä lopputulokseen vaikuttavat lukuisat tekijät. Paras tulos löytyy kokeilemalla.



KUVIO 10. Esimerkki sisäantennista

Sisäantenni edellyttää voimakasta signaalia, näin ollen se toimii varmimmin vain suhteellisen lähellä asemaa, tyypillisesti alle 30 kilometrin etäisyydellä. Sisäantennia kannattaa kokeilla myös kesämökillä, mikäli etäisyys tv-asemalle ei ole liian pitkä. Sisäantenni voi olla myös toimiva ratkaisu asuntovaunussa tai veneessä.

Signaalin voimakkuuden lisäksi vastaanottoon vaikuttavat muiden muassa antennin ominaisuudet, vastaanottopisteen korkeus (maastokorkeus, asuinkerros), rakennuksen materiaalit ja antennin sijainti rakennuksessa. Edullisin paikka sisäantennille on lähetysaseman suuntaan olevan ikkunan lähellä mahdollisimman korkealla huoneistossa. Tällöin esimerkiksi huoneessa liikkumisen vaikutus jää vähäisemmäksi. Antennin oman kaapelin jatkaminen aiheuttaa signaalille lisävaimennusta. Rakennusten teräsbetonirakenteet vaimentavat signaalia puurakenteita enemmän.

Markkinoilla on aktiivisia, vahvistimella varustettuja sekä passiivisia, ilman vahvistinta olevia sisäantenneja. Käyttösähkö saadaan joko antennin omasta virtälähteestä tai digivastaanottimesta. Sisäantennien ominaisuudet vaihtelevat antennityyppikohtaisesti ja esimerkiksi suojaus matkapuhelimien aiheuttamalta häiriöltä on tärkeä ominaisuus. Sisäantennit ovat edullisia. Niiden hinnat vaihtelevat 10 eurosta 50 euroon.

#### 7.1.6 Ula-antenni

Ula-antenneja käytetään radiolähetysten vastaanottamiseen. Vaakadipoleita käytetään ns. yleisradiolähetysten vastaanottamiseen ja pystydipoleita ns. kaupallisten radioiden vastaanottamiseen. Eri polarisaatioiden vuoksi markkinoilta löytyy ns. s-dipoleita, jotka välittävät kummallakin polarisaatiolla.



KUVIO 11. Ula-antenni (FinnSat 2007)

## 7.2 Passiiviset rakenneosat

Antennijärjestelmissä käytetään erilaisia passiivisia komponentteja, joita kutsutaan myös rakenneosiksi. Näistä yleisimpiä ovat jaottimet, haaroittimet, antennirasiat, liitäntäjohdot, suodattimet, vaimentimet, taajuuskorjaimet, galvaaniset erottimet, liittimet, päätevastukset ja luovutuspaikat. Passiivisissa rakenneosissa signaalia ei muokata sähköisesti. Passiivisten rakenneosien muodostama kokonaisuutta kutsutaan passiiviseksi jakoverkoksi tai passiiviseksi verkoksi. (Naskali & Suikkanen 2004, 69.)

Jakoverkon tehtävänä on siirtää sen tähtipisteeseen tuotu signaali mahdollisimman tasalaatuisena jokaiseen vastaanottopisteeseen ja erottaa eri vastaanottopisteet toisistaan niin, että tilaajapisteisiin liitettyjen vastaanottimien generoimat harhalähteet eivät vaikuta muiden tilaajapisteiden signaalinlaatuun. Näiden vaatimusten täyttyminen edellyttää standardinmukaisten rakenneosien käyttöä. (Antennijärjestelmät ST-käsikirja 12 1999.)

Rakenneosan lisääminen antennijärjestelmään aiheuttaa lähes aina virhesovituksen. Virhesovituksella tarkoitetaan sitä, että impedanssi rakenneosan liitännöissä ei ole tarkasti antennijärjestelmän ominaisimpedanssin, 75 ohmin, suuruinen. Virhesovituksesta osa tehoa heijastuu takaisin tulosuuntaan, mikä aiheuttaa signaalin häviötä, aaltoilua taajuuden ja paikan suhteen sekä heijastumia. (Naskali & Suikkanen 2004, 69.)

Passiivisiin rakenneosiin liittyy muutamia keskeisiä käsitteitä ja laskentakaavoja kuten heijastuskerroin ja heijastusvaimennus. Heijastuskerroin ( $r$ ) tarkoittaa heijastuneen ja etenevän signaalin jännitteiden suhteita heijastuskohdassa. Heijastuskerroin voidaan laskea impedanssien avulla, ja se esitetään yleensä prosenttilukuna. Heijastuskerroin voidaan laskea kaavasta.

$$r = U_r / U_i$$

jossa  $U_r$  on heijastunut signaali ( $\mu V$ )

$U_i$  on etenevä signaali ( $\mu V$ )

### KAAVA 3. Heijastuskertoimen laskeminen

Antennijärjestelmissä käsitettä heijastusvaimennus ( $a_r$ ) käytetään yleensä heijastuskertoimen asemasta. Heijastusvaimennus kertoo heijastuneen ja etenevän signaalin suhteen desibeleinä, eli kuinka paljon heijastunut signaali on vaimentunut etenevään signaaliin verrattuna. Heijastusvaimennus kuvaa rakenneosan impedanssisovituksen hyvyttä. Mitä suurempi heijastusvaimennus on, sitä parempi on rakenneosien impedanssisovitus. Heijastusvaimennus on myös yksi tapa määritellä laitteen hyvyttä. Heijastusvaimennus voidaan laskea kaavasta.

$$a_r = -20 \times \lg |Z_L - Z_0| / |Z_L + Z_0| \text{ (dB)}$$

jossa  $Z_0$  on järjestelmän ominaisimpedanssi ( $\Omega$ )

$Z_L$  on järjestelmän todellinen impedanssi ( $\Omega$ )

### KAAVA 4. Heijastusvaimennuksen laskeminen

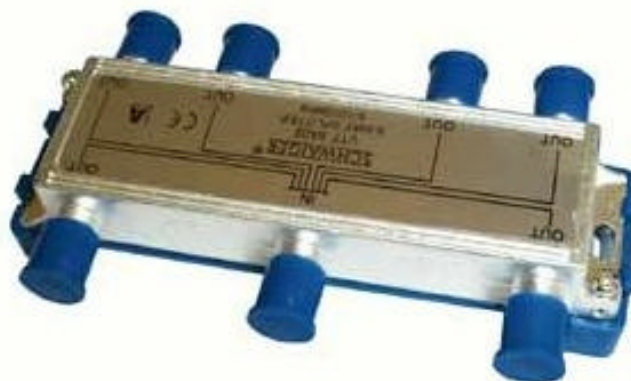


### 7.2.1 Jaottimet

Jaotin on passiivinen rakenneos, joka jakaa signaalin useaan yleensä yhtä suureen lähtöön. Tällöin jakovaimennuksetkin ovat yhtä suuria. Jaottimen jakovaimennus riippuu lähtöjen lukumäärästä. Lähtöjen kaksinkertaistuminen lisää jakovaimennusta noin 4 dB. Esimerkiksi jako kahteen vaimentaa noin 4 dB:tä, jako kolmeen noin 6 dB:tä ja jako neljään noin 8 dB:tä. Taajuusalueella 950 – 2150 MHz vaimennukset saattavat olla huomattavasti suurempia. Jaottimia valmistetaan eri jakelujärjestelmille ja taajuusalueille esim. 47 – 862 MHz, 5 – 1000 MHz, 5 – 2150 MHz ja 950 – 2150 MHz. Yleensä käytetään 5 – 1000 MHz komponentteja. (Naskali & Suikkanen 2004, 81.)

Jaottimien kotelointi ja siinä käytetyt liittimet ja kiinnityskorvakkeet ovat yleensä silumiinivalua. Tämä rakenneratkaisu mahdollistaa kestäväen mekaanisen rakenteen, hyvät suojausvaimennusominaisuudet ja tiiviyn. Ulkokäyttöön tarkoitetuissa jaottimissa kotelo on lisäksi korroosiosuojattu. Jaottimien tulo- ja lähtöliittimet ovat yleisimmin F-liittimiä. (Antennijärjestelmät ST-käsikirja 12 1999.)

Jaottimen valinnassa kannattaa huomioida lähtöjen lukumäärä, taajuusalue, jakovaimennus, liittimien tyyppi, asennuspaikka (sisä vai ulko), koteloitiluokka ja ohjausjännitteen syöttö. (Naskali & Suikkanen 2004, 82.)



KUVIO 12. Esimerkki jaottimesta (FinnSat 2007)

### 7.2.2 Haaroittimet

Haaroitin on passiivinen rakenneos, jossa tuleva signaali haaroitetaan siten, että läpimenevä vaimenee vähemmän kuin haaroihin menevät. Läpimenevä signaali voidaan myös päättää haaroittimen sisällä. Haaroittimia on kahta perustyyppiä: sarjaan kytkettävät ja päättyvät. Päättyvissä haaroittimissa pääte on kiinteästi asennettu haaroittimen rakenteeseen. Sarjaan kytkettävissä, läpimenevissä, haaroittimissa on yksi lähtö ja 1 – 8 haaraa. Vapaaksi jäävään lähtöön ja haaraan kytketään aina päätevastus. Haaroittimen läpäisyvaimennus riippuu haarojen määrästä ja niiden vaimennuksesta. Suurempi haaravaimennus yleensä pienentää läpäisyvaimennusta. (Naskali & Suikkanen 2004, 85.)

Haaroittimien rakenne on yhteneväinen jaottimien rakenteen kanssa. Ne ovat yleensä yhtenäistä valua. Näin saadaan mekaanisesti vahva rakenne, hyvä suojausvaimennus ja tiiviys. Ulko- ja kosteisiin tiloihin tarkoitettujen haaroittimien kotelo on lisäksi korroosiosuojattu. Tulo- ja lähtöliittimet ovat yleisimmin F-liittimiä.

Haaroitinta valittaessa kannattaa huomioida haaroittimen tyyppi (sarjaan kytkettävä vai päättyvä), haarojen lukumäärä, taajuusalue, haaroitusvaimennus, asennuspaikka (ulko- vai sisäasennus), kotelointiluokka, liittimien tyyppi sekä ohjausjännitteiden läpisyötöt.



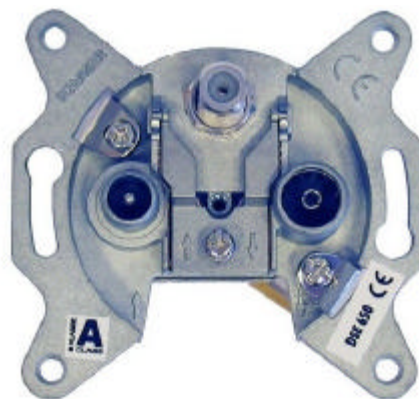
KUVIO 13. Esimerkki haaroittimesta (FinnSat 2007)

### 7.2.3 Antennirasiat

Antennirasialla (Outlet Wall Socket) tarkoitetaan antennijärjestelmään kuuluvaa liitäntärasiaa, johon vastaanottimet ja muut päätelaitteet liitetään. Antennirasia on siis jakoverkon viimeinen passiivinen komponentti, josta liitäntäjohton avulla siirretään signaalit vastaanottimiin.

Antennirasiassa on liittimet televisiolle ja radiolle sekä mahdollisesti myös satelliitille ja datalaitteille / paluusuunnalle. Riippuen vastaanottimille tarkoitettujen liittimien määrästä puhutaan kaksi- tai kolmiliittimisestä antennirasiasta. Antennirasioita on kahta eri tyyppiä: kaapelin päähän asennettava päättävä rasia, jota ei voi ketjuttaa muiden rasioiden kanssa ja ketjutettavat rasiat. (Naskali & Suikkanen 2004, 87.)

Antennirasiat jaetaan perusvaimennuksen mukaan luokkiin. Yleisimmät luokat ovat: 1 – 3 dB, 4 – 8 dB ja 10 – 23 dB. Luokan 1 – 3 dB rasioita voidaan käyttää vain haaroittimien haarassa silloin, kun haarojen välinen erotusvaimennus on noin 40 dB. Rasioita ei voi ketjuttaa, eikä niitä voi asentaa ketjutettujen rasioiden pääte-rasiaksi. Luokan 4 – 8 dB rasioita voidaan käyttää vain haaroittimien kanssa. Rasian käyttöä ei suositella ketjutettuna. Rasian lähtö on aina päätettävä 75 ohmin vastuksella. Luokan 10 – 23 dB rasiat voidaan ketjuttaa ja kytkeä jaottimen lähtöihin. Ketjun viimeinen rasia on aina päätettävä 75 ohmin vastuksella. (Naskali & Suikkanen 2004, 88.)



KUVIO 14. Antennirasia, jossa TV-, radio- ja satelliittilähdöt (FinnSat 2007)

Antennirasioiden kotelointi, kiinnityskorvakkeet ja niissä olevat liittimet ovat yleensä silumiinivalua. Näin antennirasialle saavutetaan kestävä ja tukeva rakenne sekä hyvä suojausvaimennus. Myös teräslevystä voidaan valmistaa antennirasioita. Antennirasioiden valinnassa kannattaa huomioida taajuusalue, lähtöliitäntöjen lukumäärä, perusvaimennus, rasiavaimennus, jännitteen syötöt ja päätevastukset.

Vastaanottimet ja muut laitteet liitetään antennirasiaan liitäntäjohdolla. Liitäntäjohdolla tulee olla hyvä suojausvaimennus, koska signaalin taso on siinä 10 – 20 dB pienempi kuin antennijärjestelmän kaapeleissa, jotka yleensä sijaitsevat vielä rakenteiden sisällä, joka parantaa suojausvaimennusta. Liitäntäjohdon suojausvaimennuksen pitää olla standardin mukainen eli vähintään 75 dB:tä. (Naskali & Suikkanen 2004, 90.)

#### 7.2.4 Muut passiiviset yksi- tai kaksiporittiset rakenneosat

Passiivisia yksi- ja kaksiporittisia rakenneosia ovat mittauspisteet, galvaaniset erottimet, jatkoliittimet, suodattimet, tehonliitäntäyksiköt, päätevastukset ja taajuuskorjaimet. Näitä joudutaan usein lisäämään käytössä olevaan antennijärjestelmään. Tällaisen rakenneosan lisäys ei saa aiheuttaa olennaista vaimennuksen lisäystä tai taajuusvasteen muutosta antenniverkkoon. Lisättävästä rakenneosasta tarvitaan valmistajan tietoja mm. taajuusalue, välitinkytöntävaimennus ja taajuusvasteen vaihtelu. (Naskali & Suikkanen 2004, 91.)

Suodattimien käyttökohteita ovat signaalien yhdistämiset, erottamiset, vaimentamiset ja säätämiset. Suotimien perustyyppit ovat ylipäästö-, alipäästö-, kaistanesto- ja kaistanpäästösuo-datin. Niitä voidaan käyttää erikseen tai yhdessä halutun suodatuksen tai vaimennuksen aikaansaamiseksi. (Antennijärjestelmät ST-käsikirja 12 1999.)

Vahvistinkeskukset varustetaan mittauspisteellä, josta tasot voidaan mitata luotettavasti antennijärjestelmän toimintaa katkomatta. Mittauspisteenä voidaan käyttää

haaroitinta tai antennirasiaa, jossa on standardin mukainen suuntaavuus ja jonka perusvaimennus on noin 20 dB.

Galvaanisia erottimia joudutaan asentamaan esimerkiksi hurinamodulaation poistamiseksi jo valmiisiin ja säädettyihin järjestelmiin. Erottimet eivät saa tällöin oleellisesti muuttaa antenniverkon vaimennuksia. (Naskali & Suikkanen 2004, 93.)

Liittimiä käytetään koaksiaalikaapelien jatkamiseen tai rakenneosiin liittämiseen. Kaapelien liittimien on oltava koaksiaalisia ja sovelluttava käsiteltävälle kaapelille. Liitin on aina järjestelmien suurin yksittäinen vikapiste. Liittimellä tulee olla standardin edellyttämien sähköisten ominaisuuksien lisäksi hyvät mekaaniset ominaisuudet. Ketjutettavien rasioiden pääterasiassa käytetään 75 ohmin päätevastuksia. Niitä käytetään myös muiden rakenneosien kaikissa vapaaksi jäävissä lähtöliittimissä.

Taajuuskorjaimia käytetään esimerkiksi taajuudesta riippuvan kaapelivaimennuksen korjaamiseen. Kaapelivaimennuksen korjain valitaan käytetyn taajuusalueen mukaisesti, jolloin se kompensoi kaapelin aiheuttaman taajuusvasteen kallistuman. (Naskali & Suikkanen 2004, 93.)

#### 7.2.5 Koaksiaalikaapelit

Antennijärjestelmissä kaapeleilla on keskeinen merkitys. Kaapelin tehtävänä on siirtää signaalia paikasta toiseen signaalin laadun heikkenemättä liikaa. Siirrettäessä signaalia se vääristyy ja on altis häiriöille. Myös kaapeli voi aiheuttaa häiriöitä. Oikeilla kaapelivalinnoilla voidaan vaikuttaa merkittävästi signaalin laatuun.

### Koaksiaalikaapeli



KUVIO 15. Esimerkki koaksiaalikaapelista (Wikipedia 2007)

Antennijärjestelmissä yleisimmin käytetty kaapelityyppi on koaksiaalikaapeli. Sen perusominaisuudet sopivat luonnostaan hyvin radiotaajuisten signaalien siirtämiseen. Koaksiaalikaapeli koostuu sisäjohtimesta, eristeestä, ulkojohtimesta, vaipasta ja muista rakenteista. Koaksiaalikaapelin sisäjohtin on yleensä hehkutettua kuparilankaa. Sisäjohtimen johtavuudella on suuri merkitys koaksiaalikaapelin vaimennukseen. Eristeen tehtävänä on olla tukirakenteena ulko- ja sisäjohtimen välillä. Eristeenä koaksiaalikaapeleissa käytetään lähes yksinomaan polyeteeniä. Ulkojohtin toimii signaalipiirin osana ja antaa kaapelille sähkömagneettisen suojauksen. Sisäkaapeleissa ulkojohtimenä käytetään pituussuunnassa limitettyä kuparinauhaa, jonka päällä on palmikkomainen kuparilankapunos. Vaipan tehtävänä on suojata kaapelia. Sisäkaapeleissa yleisin vaippamateriaali on PVC. (Naskali & Suikkanen 2004, 95.)

### 7.3 Aktiiviset rakenneosat

Aktiivisissa rakenneosissa signaalia käsitellään ja muokataan sähköisesti. Aktiivisia rakenneosia ovat esimerkiksi erilaiset vahvistimet ja modulaattorit. Aktiivisiin rakenneosiin liittyvät myös käsitteet kohina ja särö.

Kaikissa hyötysignaaleissa on aina myös kohinaa (N, noise). Kohina satunnaisia taajuuksia sisältävä signaali, jota esiintyy kaikissa elektronisissa laitteissa. Luon-

teeltaan kohina on epämääräistä, eikä sillä ole mitattavaa jännitearvoa, vaan se mitataan tehollisarvona. Kohinasignaalin tasot voidaan antennijärjestelmissä ilmoittaa vakiintuneen tavan mukaan jännitetasoina, desibelimikrovoltteina suhteessa 75 ohmin impedanssiin. Jos kohinaa on paljon suhteessa hyötysignaaliin, se näkyy analogisessa tv-kuvassa rakeisuutena eli lumisateisuutena. Hyvä analoginen TV-kuva edellyttää, että kantoaalto-kohinasuhteen tulee olla vähintään 44 dB. Täysin kohinaton kuva edellyttää signaalikohinasuhdetta 50 - 52 dB. Jos antennista saatava hyötysignaalin taso on liian matala, ei millään vahvistuksella voida saada kelvollista TV-kuvaa, koska kohina vahvistuu yhtä paljon kuin hyötysignaali. (Naskali & Suikkanen 2004, 97-107.)

Särö voi näkyä televisiokuvassa erilaisina häiriökuvina, viivoina tai vaikka toisen kanavan negatiivisena kuvana varsinaisen kuvan taustalla. Särö voi olla kanava-vahvistimissa syntyvää keskinäismodulaatiosäröä tai laajakaistaisissa vahvistimissa muilta kanavilta siirtyvää säröä. (Naskali & Suikkanen 2004, 108-112.)

Antenneilla vastaanotetut ja muista lähteistä kerätyt palvelut muokataan ja järjestellään jakelua varten antennijärjestelmän päävahvistimella. Päävahvistin voi olla yhden ainoan kiinteistön antenneilta tulevan signaalin vastaanottamiseen ja välittämiseen tarkoitettu laitteisto tai useamman kaupungin kymmeniä kanavia välittävä laitteisto. Pienemmissä antennijärjestelmissä antenneilta tulevat signaalit vahvistetaan samantasoisiksi ja välitetään muuttumattomina jakeluverkkoon.

Modulaattorilla saadaan video- ja audiosignaaleista moduloitua analoginen televisiokanava jakoverkkoon. Digitaalisten kanavien muodostamiseen tarvitaan DVB-modulaattori, jonka avulla digitaalisista signaaleista voidaan koostaa kanavanippu.

## 8 ANTENNIN SIJOTUS

Oikealla antennin sijoituspaikan valinnalla voidaan jo asennusvaiheessa vaikuttaa ratkaisevasti antennijärjestelmässä välitettävien palveluiden laatuun. Ennen varsinaista asennusta, on asennuspaikalla syytä tehdä antennien sijoituspaikan testaukset ja mittaukset. Antennin sijoituspaikan suunnittelu on yksi keskeisempiä antennijärjestelmän rakentamisessa tarvittavia vaiheita. Suunnitteluvaiheessa on mietittävä tarkkaan tulevaisuuden huolto- ja ylläpitotöiden sujuvuus, kulkureitit antennille, jne.

Antennijärjestelmää päivitettäessä uusien antennien tarve riippuu paikallisista olosuhteista sekä vastaanotettavista digi-tv-palveluista. Maanpäälliset digi-tv-lähetykset vaativat antennin, joka kattaa kanavat 21 - 69. Antenneja sijoitettaessa tai lisättäessä on otettava huomioon, että kulkuväylille jää vapaata tilaa kaksi metriä korkeussuunnassa ja vähintään puoli metriä kulkuväylästä sivuille. Antenni on sijoitettava niin etäälle ympäristössä sijaitsevista esineistä, rakennukseen liittyvistä osista ja toisista antenneista, ettei se edes voimakkaalla myrskyllä tai jääkuorman vuoksi pääse koskettamaan niihin. (Sant ry 2007; Naskali & Suikkanen 2004.)

Antenni voidaan sijoittaa katolle tai asentaa erilliseen antennimastoon, jonka suositeltava maksimipituus on 6 metriä. Antennipaikka on kokeiltava korkeussuunnassa ja mahdollisuuksien mukaan myös vaakasuunnassa. Antennijännite saattaa eri korkeuksilla vaihdella huomattavasti. Kriittisissä paikoissa pienikin antennin paikan muutos voi tuoda huomattavan parannuksen. Antennijännitteen vaihteluun vaikuttavat myös maaston muoto, lähetystaajuus ja vastaanottopaikan etäisyys asemasta. Yleensä antennia ylöspäin siirrettäessä antennijännite nousee.

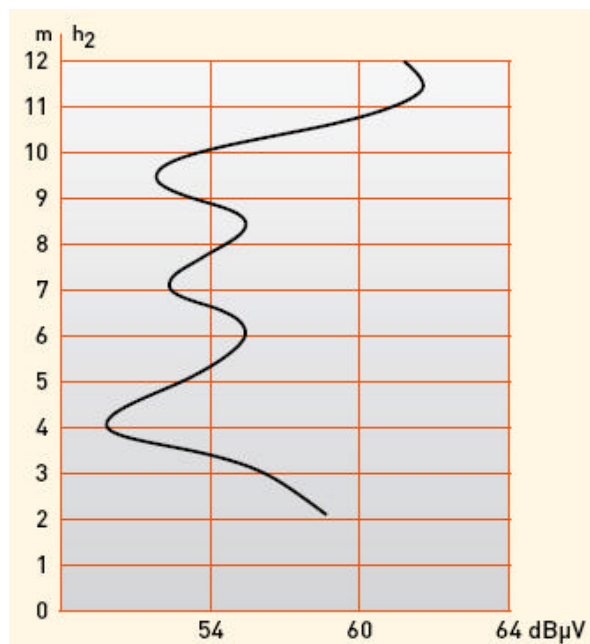
Hankalissa maasto-olosuhteissa, kuten esimerkiksi kesämökkiolosuhteissa, saateetaan joskus olla hyvinkin korkean mäen takana aseman suuntaan. Lähetysignaalin vastaanotto voi tällöin olla erittäin hankalaa. Mikäli mäen laelle ei ole kuin muutamia kymmeniä metrejä, niin antennin asennus mäen päälle voi olla ainoa ratkaisu.



On todennäköistä, että tällöin tarvitaan mastovahvistinta kompensoimaan normaalia pidemmästä antennikaapelista aiheutuva signaalin vaimennus.

Mikäli kiinteistössä on jo olemassa antennimasto, on sille suoritettava kuntoarvio. Maston tuulikuormitus saattaa jo olla sallitun maksimin rajoilla. Mastossa ei ehkä ole enää tilaa uusille antennille määräysten mukaisesti sijoitettuna. Mastossa voi olla myös korroosiosta aiheutuneita pahojakin syöpymiä, joita huollon puutteen vuoksi ei ole havaittu. Tällainen masto on uusittava, koska se vaurioituessaan saattaa vaarantaa pihalla ja kadulla liikkuvien turvallisuutta.

Mastorakenteen vesisuojaukset on syytä tarkistaa ja tarvittaessa kunnostaa heti, jotta vältetään kiinteistössä ehkä kalliitakin vesi- ja homevahinkojen korjauksilta myöhemmin.



KUVIO 16. Antennijännitteen vaihtelu antennin korkeutta nostettaessa (Digita)

Sopivaa antennipaikkaa haettaessa antennin on oltava koko ajan muutaman asteen tarkkuudella suunnattuna kohti lähettävää asemaa. Antennia ei saa pyöritellä. An-

tennia siirretään sivu- ja korkeussuunnassa sekä eteen-taakse -suunnassa siten, että kentänvoimakkuusmittarin tai digivastaanottimen signaalitason mittarin luku on mahdollisimman korkea kaikkien kanavanippujen signaaleilla. Pienikin siirto korkeus-, sivu- tai eteentaakse suunnassa saattaa vaikuttaa merkittävästi signaalin tasoon. Digivastaanottimella tulisi saada kaikille kanavanipuille vähintään 80 prosentin signaalitaso, jotta antenniin tulevalle signaalille varmistetaan riittävä häipymävara ja minimoidaan mm. säiden vaikutus signaalin voimakkuuteen. Digitaalisen kenttävoimakkuusmittarin jännitetason tulee olla yli 45 dB $\mu$ V kaikilla kanavanipuilla.

Vain yksi UHF-antenni voidaan kytkeä suoraan antennikaapeliin. Mikäli käytössä on useampia antennia (esim. ULA, UHF ja VHF), antennien kytkemiseksi antennikaapeliin tarvitaan yhdyssuodinta tai mastovahvistinta. Yhdyssuotimen ja mastovahvistimen valinnassa on huomioitava antennien määrä. Kaikille käytössä oleville antennille on oltava yhdyssuotimessa tai mastovahvistimessa käytössä erilliset liitännät.

## 8.1 Vahvistimien käyttö antennijärjestelmässä

Digivastaanotto on periaatteessa mahdollista 50 - 100 kertaa heikommalla antennisignaalilla kuin analoginen tv-vastaanotto. Kuitenkin vahvistimia joudutaan käyttämään usein myös digivastaanotossa.

Päivitettäessä antennijärjestelmää digiaikaan, on antennijärjestelmien vahvistinlaitteistoihin usein lisättävä vahvistimet vastaanotettaville digikanaville. Päivityksen yhteydessä on järkevää ajanmukaistaa vahvistinlaitteistot kokonaisuudessaan. Vanhoihin keskuksiin ei aina ole edes mahdollista lisätä tarvittavia laitteita määrysten mukaisesti.

Jos signaali vaimenee, hukkuu se helpommin vastaanottimen oman kohinan sekaan, jota kuvataan kohinaluvulla. Signaali/kohina-suhde huononee vaimennusten ja kohinaluvun verran. Liian heikko signaalitaso voi aiheuttaa digi-tv-kuvan py-

sähtelyä, palikoitumista tai kuvan häviämistä. Myös äänessä voi esiintyä häiriöitä. Jos antenni on tehokas, suunnattu oikein ja sijoitettu riittävän ylös mutta kuva ei silti näy, tarvitaan vahvistin.

Jos ollaan heikossa kentässä tai jakoverkkoon tulee useita rasioita, niin joudutaan yleensä käyttämään vahvistinta. Vahvistimen hyöty riippuu siitä, kuinka paljon signaali vaimenee ennen vastaanotinta. Vahvistin kannattaa hankkia, jos käytössä on antennikaapelia pitkästi tai signaali on jaettu haaroittimilla tai jaottimelle usealle antennirasialle. Vahvistimella pyritään kompensoimaan antennin jälkeiset vaimennukset ja vastaanottimen kohinaluku, jotta signaali huononisi mahdollisimman vähän.

Antennijärjestelmässä voidaan käyttää kahdenlaisia vahvistintyyppejä: pientalo- ja laajakaistavahvistimia tai mastovahvistimia. Niiden ominaisuudet poikkeavat toisistaan käyttötarkoituksen mukaan. Huomattavaa on kuitenkin, että vahvistin ei poista heijastumia. Sen tarkoitus on kompensoida jakoverkossa syntyvät vaimennukset.

Pientalo- ja laajakaistavahvistinta käytetään usein, jos antennisignaali jaetaan pientalossa moneen antennirasiaan. Pientalo- ja laajakaistavahvistimet on tarkoitettu kompensoimaan useamman antennirasian aiheuttama signaalin vaimennus. Pientalovahvistimessa on liitännät eri antennille eli tällöin jokaisella antennilla on käytössä erillinen antennikaapeli. Laajakaistavahvistimessa on yksi yhteinen liitäntä kaikille antennille eli tällöin käytössä on vain yksi antennikaapeli. Pientalo- ja laajakaistavahvistin sijaitsee kiinteistön sisätiloissa antennin alastulokaapelin jatkeena. (Digita 2007.)

Mastovahvistin on välttämätön, kun mastoputki sijoitetaan kauemmaksi rakennuksesta. Mökeillä on useimmiten käytössä vain yksi antennirasia, joten omakotitaloissa tyypillisiä linja- tai talovahvistimia ei tarvita.

Jos lähetyssignaalin vastaanottopaikka sijaitsee kaukana asemasta, käytetään mastovahvistinta. Mastovahvistinta käytetään myös, jos signaali on heikentynyt esi-

merkiksi maastoesteen vuoksi tai kun antennin alastulokaapeli on poikkeuksellisen pitkä. Mastovahvistin on tarkoitettu kompensoimaan antennista alas tulevan antennikaapelin aiheuttama vaimennus. Heikoissa vastaanotto-olosuhteissa on kuitenkin tärkeintä, että itse antennin vahvistus on riittävä eli noin 17 - 18 dB. Pelkkä mastovahvistin ei siis riitä hyvän signaalilaadun aikaansaamiseen. Mastovahvistin sijaitsee antennimastossa, lähellä antennia. (Digita 2007.)

## 8.2 Taloverkkovaihtoehdot

Viime vuosituhanella taloverkot mitoitettiin taajuusalueeltaan silloisten ja tiedossa olleiden palvelujen mukaisiksi eikä nykyisestä joukkoviestinnän laajuudesta ollut tietoa. Nyt taloverkot voidaan taloudellisesti rakentaa välittämään kaikki tiedossa olevat palvelut sekä huoneistokohtaiset palvelut.

Kaikki uudet ja uusittavat taloverkot rakennetaan nykyään tähtimuotoiseksi ja laajakaistaiseksi taajuusalueelle 5 - 2150 MHz. Tätä kutsutaan Tähti 2000 -malliksi. Näin ne ovat avoimet kaikille ulkoisille liittymävaihtoehdoille. Tähti 2000 -mallissa kaapelointi noudattaa tähtikuviota, jossa jokaiseen huoneistoon tulee oma kaapeli talon päävahvistimelta. Tämä kaapeli päätetään huoneistokohtaisesti tähtipisteeseen, josta taas lähtee oma kaapeli huoneiston jokaiselle antennipistorasialle. Tähti 2000 -verkko mahdollistaa maanpäällisten digi-tv-palvelujen, kaapeli-tv-palvelujen ja analogisten (nykyjärjestelmän mukaisten) tv- ja radiopalvelujen lisäksi myös satelliittien suorajakelun digitaalisena palveluna. (Sant ry 2007.)

Uusien suositusten mukaan kaikkiin asuttuihin huoneisiin, keittiö mukaan lukien, tulee asentaa antennirasia. Antenni-, puhelin- ja sähkö- ja tietoverkon liitännäsrasiat sijoitetaan vierekkäin. Jakoverkon muoto on oltava nykyään tähtimäinen. Se tarkoittaa, että huoneiston tähtipisteeltä asennetaan oma kaapeli jokaiselle antennirasialle. (Sant ry 2007.)

Taloverkon uusiminen kannattaa tehdä samanaikaisesti taloyhtiön muiden peruskorjausten, kuten sähkö-, puhelin-, julkisivu- tai putkiremontin, kanssa. Asuin-

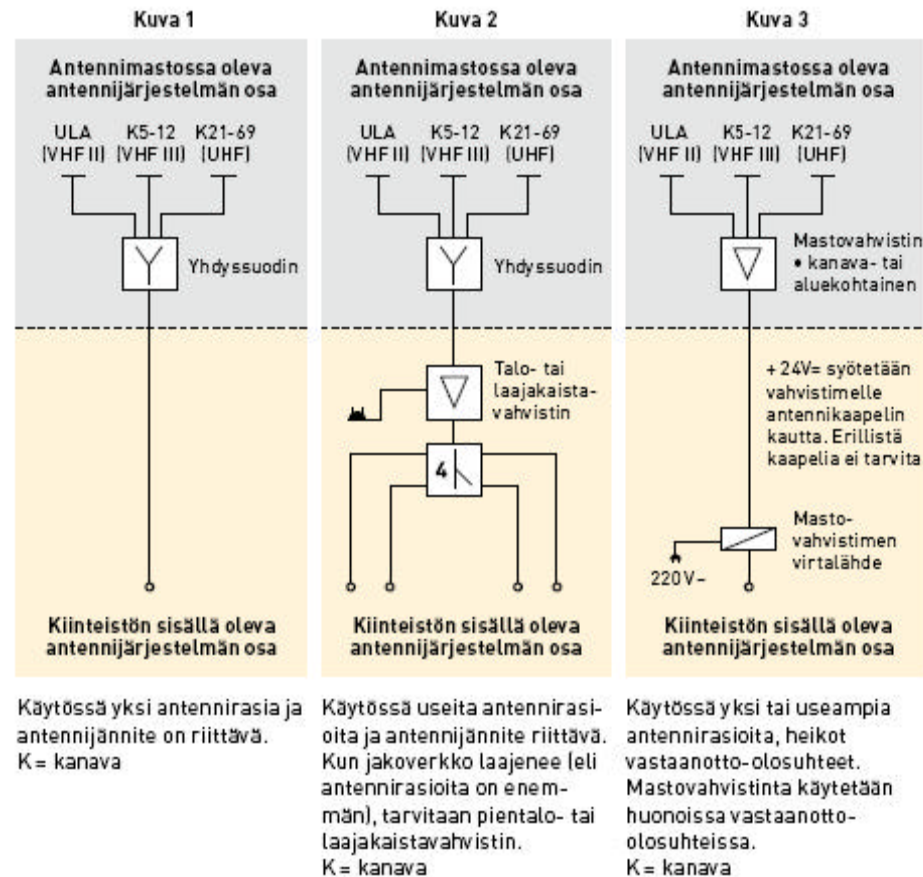
kiinteistöjen tietoverkko-opas suosittelee, että nykyiset puhelin- ja antenniverkot taloyhtiöissä ajanmukaistetaan laajakaistaisella tietoverkolla. Verkko mahdollistaa laajakaistaisten internet- ja digi-tv-palvelujen jakelun rakennuksessa.

Taloverkoissa vahvistinlaitteistot ja tähtipisteet sijoitetaan lukittavaan tilaan kuten esimerkiksi sähköpääkeskukseen. Tähtipiste tarkoittaa sitä taloverkon kohtaa, josta lähtee kullekin huoneistolle oma erillinen kaapeli. Vahvistinkeskus on pyrittävä sijoittamaan kuivaan, pölyttömään ja tasalämpöiseen (16 - 24° C) tilaan. Vahvistinkeskukselle ja tähtipisteelle varataan oma 230 V syöttö ja tarpeellinen määrä suojakosketinpistorasioita, joista ainakin yksi on varattava mittalaitteille. Lisäksi varataan potentiaalintasaukseen 4 - 6mm<sup>2</sup> Cu -johdin. Päävahvistimelle varataan kaapeli-tv:n liittymäkaapelia varten halkaisijaltaan 50 mm:n putki, vaikka kiinteistöön tulee omat antennit. Tällä varataan tarvittaessa huoneistokohtainen liittyminen kaapeliverkon palveluihin. (DigiTv 2007.)

Johtotiet suunnitellaan siten, että jakoverkkoja syöttävien tähtipisteiden välisten kaapeleiden määrä voidaan tarvittaessa lisätä kolminkertaiseksi, esim. taloyhtiön omien kanavien tai huoneistokohtaisten erityispalvelujen välittämiseksi. Tähtipisteiden väliset rinnakkaiset maakaapelit asennetaan jo alkuperäisessä toteutusvaiheessa.

Tähtipisteestä lähtevien kaapelien lukumäärän kasvaessa kasvavat myös jakovaimennukset. Jos taloverkon vaimennukset ylittävät sallitun arvon, 40 dB/862 MHz, niin verkko joudutaan jakamaan useammalle tähtipisteelle. (DigiTv 2007.)

Huoneiston tähtipisteet on sijoitettava riittävän suureen koteloon, jotta kytkentä voidaan tehdä kaapelia vioittamatta ja siten, ettei aliteta sallittua taivutussädettä. Mitoituksessa on huomioitava myös mahdollisen vaihtoliittimen tilantarve. Huoneiston tähtipisteestä varataan erillinen johtotie jokaiseen antennirasiaan.



KUVIO 17. Esimerkkejä pientalon jakoverkosta (Digita 2007.)

Antenniverkkojen tähtimäinen verkkomuoto tarkoittaa sitä, että jokaiseen huoneistoon asennetaan oma syöttökaapeli.

Huoneiston tähtipisteen muodostaa talo- tai laajakaistavahvistimen ulostuloon kytketty haaroitin. Jos pientaloon sijoitetaan useita antennirasioita, on suositeltavaa käyttää haaroitinta signaalin jakamiseen eri antennirasioille.

Taloverkoille ei ole standardoitua laatuluokitusta. Uusia palveluja tai verkon uusimista harkittaessa ostaja ei aina tiedä, mitä verkolta tulisi vaatia. Taloverkkojen suorituskykyä havainnollistetaan Tähti 800 ja Tähti 2000 ryhmittelyillä, mikä perustuu taloverkkojen ominaisuuksiin ja palveluiden välityskykyyn. Lisäksi vanhoissa kiinteistöissä on edelleen käytössä vanhoja ketjuverkkoja. Suositeltava an-

tenniverkon kunnostustaso on vähintään Ketju 800 -verkko. Jos verkkoa kuitenkin joudutaan uusimaan, suositeltava toteutustaso on Tähti 2000 -verkko.

Eri vuosikymmenillä rakennetut taloverkot vaativat erityyppisen kunnostuksen. Käytännössä 1990 -luvulla rakennettu verkko voi toimia hyvinkin digiaikana, mutta yleensä sitä vanhemmat verkot vaativat kunnostusta mm. rakenneosien osalta. Kunnostamisella taloverkko ajanmukaistetaan sellaiseksi, että siinä voidaan välittää halutut palvelut, kuten digi-tv-, tai satelliitti-tv- tai kaapeli-tv-verkon uudet palvelut.

Kunnostuksessa taloverkon välityskykyä ja palvelutasoa parannetaan pienentämällä verkon vaimennuksia lyhentämällä esimerkiksi ketjuverkon kaapeleita sekä uusimalla passiivisia rakenneosia, huoneistojen antennirasioita ja uusimalla tai lisäämällä aktiivisia laitteita. Muita kunnostukseen liittyviä toimenpiteitä ovat sähköliitäntöjen tarkastus sekä potentiaalintasauksen ja maadoituksen tarkastus ja kunnostus.

Kunnostuksessa pitää aina ottaa huomioon antennijärjestelmä kokonaisuudessaan. Koska verkkoja on monelta vuosikymmeneltä, on vaikea sanoa tarkkaan, mitä missäkin antennijärjestelmässä on tehtävä. Eri vuosikymmeniltä peräisin olevissa järjestelmissä niiden rakenne, käytettyjen rakenneosien ja kaapeleiden ominaisuudet ja verkon toimivuus vaihtelevat.

1970-luvulta peräisin olevat ja sitä vanhemmat rakenneosat eivät ole enää käyttökelpoisia. Lisäksi taloverkkojen suuri vaimennus on usein esteenä digi-tv:n välittämiseen. Vaimennukset koostuvat pitkistä ketjuverkoista ja käytettyjen kaapeleiden suuresta vaimennuksesta nykyisillä digi-tv:n taajuusalueilla. Uusien digitaalisten palvelujen välittämiseksi joudutaan jaottimien, haaroittimien ja antennirasioiden uusimisen lisäksi lyhentämään ketjutuksia ja tarvittaessa asentamaan uusia kaapeleita. (Sant ry 2007.)

1980-luvulla rakennettujen taloverkkojen vaimennukset ovat selvästi pienentyneet edellisestä vuosikymmenestä. Ketjutuksia joudutaan kuitenkin tarvittaessa lyhen-

tämään. Rakenneosat, kuten jaottimet, haaroittimet ja kaapelien liittimet vaihdetaan nykyisten vaatimusten mukaisiksi. Myös asuntojen antennirasiat uusitaan, koska ne eivät ole nykyisten vaatimusten mukaisia. Näihin rasioihin ei voida myöskään liittää standardin mukaisia ja yleisesti myynnissä olevia tv-liitäntäjohtoja ilman sovitinta. 1980-luvulla on rakennettu lukuisia suuryhteisantennejä, jotka vaativat muutoksia vahvistimiin ja kaapelointeihin. (Sant ry 2007,)

1990-luvun jälkimmäisellä puoliskolla rakennetut taloverkot on rakennettu useimmiten tähtiverkkoina. Verkkojen toimivuus taajuusalueella 5 (47) - 862 (2150) MHz on kuitenkin syytä tarkistaa. (Sant ry 2007.)

### 8.2.1 Ketju 800

Ketjuverkkojen kunnostamisessa on suositeltava vähimmäistasosuorituskyky-luokka Ketju 800. Tämä ketjuverkko kattaa taajuusalueen 5 (47)...862 MHz. Se pystyy välittämään kansalliset digi-tv-palvelut. Ketjuverkko ei kuitenkaan vastaa palveluiltaan, suorituskyvyltään, toimintavarmuudeltaan eikä tekniseltä eliniältään uusimpien standardien suosituksia. (Yhteisantenniopas 2004.)

Ketju 800 -verkko voi välittää seuraavat palvelut:

- maanpäällisen jakeluverkon analogiset ja digitaaliset palvelut
- kaapelitelevisioverkon analogiset ja digitaaliset palvelut
- rajallinen määrä satelliittikanavia (valitaan keskitetysti taloyhtiössä)
- taloyhtiön omat kanavat,
- verkko ei mahdollista huoneistokohtaista liittymistä palveluihin.

### 8.2.2 Tähti 800

Tähti 800 on rakenteeltaan tähtiverkko. Se on kiinteistön sisäinen antenniverkko, jonka pistorasiat on erillisellä kaapelilla yhdistetty yhteen jakopisteeseen eli tähtipisteeseen ja jonka taajuusalue on 5 - 862 MHz ja vaimennus enintään 40 dB / 862



MHz. Tähti 800 mahdollistaa maanpäällisten digi-tv-palveluiden välittämisen, mutta ei satelliittipalveluiden suorajakelua. (Yhteisantenniopas 2004.)

### 8.2.3 Tähti 2000

Tämän vuosituhannen verkkomuoto on Tähti 2000. Se on suorituskyvyltään ensisijaisesti suositeltava taloverkkomuoto. Tähti 2000 on rakenteeltaan kuin Tähti 800, mutta rakenneosien taajuusalue on 5 (47) - 2150 MHz. Vaimennus on enintään 40 dB / 862 MHz. (Yhteisantenniopas 2004.)

Tähti 2000 välittää kaikki tiedossa olevat palvelut, joita ovat esimerkiksi:

- maanpäällisten verkkojen analogiset ja digitaaliset palvelut
- kaapeli-tv-verkon palvelut
- digitaaliset satelliittipalvelut suorajakeluna
- asuntokohtaiset palvelut
- taloyhtiön omat kanavat.

Taajuusaluetta 5-65 MHz voidaan käyttää paluusuuntaiseen siirtoon tilaajalta verkkoon, mikä mahdollistaa vuorovaikutteiset palvelut.

## 10 TALOYHTIÖN ANTENNIVERKON JA LAITTEISTON PÄIVITTÄMINEN DIGIAIKAAN

Käytännön työnä tein antenniverkon ja laitteiston päivittämisen Hämeenkoskella sijaitsevalle vanhustentalolle, joka käsitti kokonaisuudessaan kolme rakennusta, rakennukset A, B ja C. Taloissa vanhustenasuntoja oli yhteensä 26. Käytännön työn tein Sähkörenki Ky:lle.



KUVIO 18. Vanhustentalo, Koivukuja 14, Hämeenkoski

Päärakennuksessa A on 14 huoneistoa, joissa jokaisessa on yksi antennipiste. Lisäksi rakennuksessa on kerhotila, jossa on yksi antennipiste. Rakennuksessa B on 8 huoneistoa, joissa jokaisessa on yksi antennipiste. Rakennuksessa C huoneistoja on 4, joissa jokaisessa on kaksi antennipistettä. Yhteensä antennipisteitä on 31.

Toimeksiantajalta tuli tarjouspyyntö Sähkörenki Ky:lle antennijärjestelmän päivittämisestä digiaikaan ja tarvittavien laitteistojen asentamisesta 18 huoneistoon sekä kerhohuoneeseen. Toimeksiantajan toiveena oli, että antenniverkko saataisiin päivitettyä digiaikaan ja kaikille asukkaille saataisiin digiboxit ja yhteiseen kerhohuoneeseen uusi digi-TV. Jouko Pylkkänen Sähkörenki Ky:stä teki heille tarjouksen. Tarjous hyväksyttiin, ja työ voitiin aloittaa.

Työ aloitettiin 16.7.2007 antenniverkon kunnon kartoittamisella, osaluettelon koakoamisella ja tarvittavien tarvikkeiden hankinnalla. Varsinainen työ suoritettiin paikanpäällä (Vanhustentalo, Koivukuja 14, Hämeenkoski) aikavälillä 25.-26.7.2007.

Hankintalistaan kertyi:

- Sony Bravia KDL-32D2810K LCD-DiGITV, 1 kpl
- Seinäteline VogelêS EFW 6225, 1 kpl
- Vision vdt-1020 dvb-t digiboksi. 15kpl.
- Finnsat FST-300CX. 3kpl.
- UHF-Antenni K21-69 1 T1595 (DAT45).
- Antennikaapeli H125 AL Belden Alumiinifolio/TCU-punos.
- Antenniliitosjohto 2,5 metriä. IEC-uros/IEC-naaras, suojattu (90 dB).
- F-liitin FST8311
- Mastohattu 38/45 mm putkelle
- Tiiviste pannalla. EPDN-kumia
- Kaapelin mastotiiviste vesinokka 38/45 mm putkelle
- Kumitiiviste putkille 32-50 mm, EPDN-kumia
- Säänkestävät, mustat nippusiteet.

## 10.1 Asennuksen valmistelu

Vanhustentalon sähkö- ja antennipiirustusten avulla tutustuttiin olemassa olevaan antennijärjestelmään ja varmistettiin, että se on määräysten mukainen, ja tarvittavat muutokset ovat toteuttamiskelpoisia. Sen jälkeen varmistettiin, että käytettävissä

olevat johtotiet sekä jakamo- ja muut tilat ovat kunnossa ja kelpoisia. Seuraavaksi selvitettiin vanhojen, ei uusittavien, rakenneosien standardinmukaisuus ja soveltuvuus digiaikaan sekä uusittavien rakenneosien tarve.

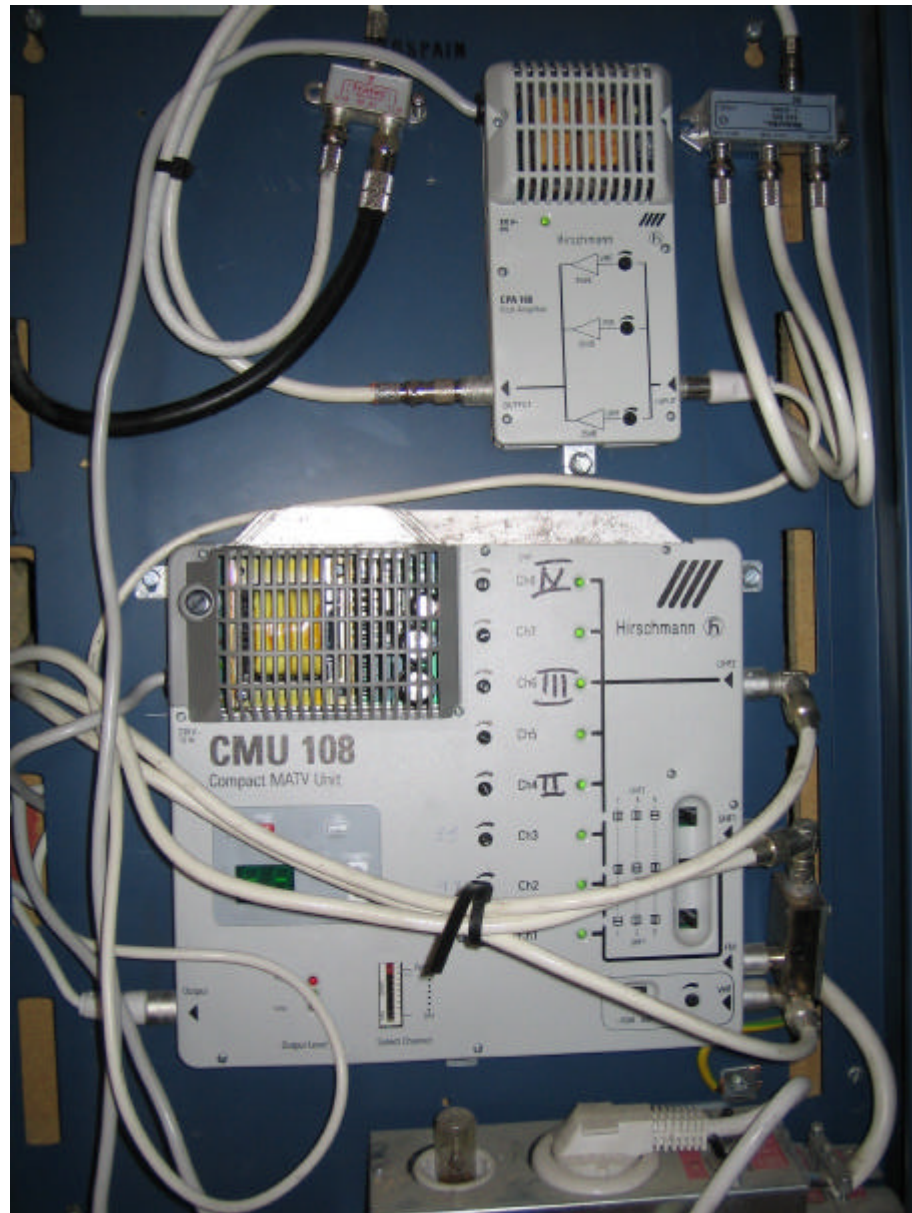
Taloyhtiön jakoverkon passiiviset rakenneosat kuten jaottimet, kaapelit ja antennirasiat olivat vaatimusten mukaisia ja hyvässä kunnossa. Näitä ei tarvinnut uusia. Samoin myös jakoverkon aktiivinen rakenneosa eli vahvistin oli käyttökelpoinen. Ainoastaan antenni ja siihen liittyvät osat jouduttiin uusimaan.

Päätevahvistimena käytettiin olemassa olevaa vahvistinta. Kuviossa 19. alempana näkyy käytössä ollut Hirschmannin CMU 108 terrestiaalipäävahvistin. Se on kompakti päävahvistinkeskus 8 UHF-kanavan / digitaalisen kanavapaketin ja VHF-alueen selektiiviseen vahvistamiseen antennijärjestelmissä. Hirschmann CMU-terrestiaalipäävahvistimet ovat olleet Suomen markkinoilla jo yli 10 vuotta hoitamassa kiinteistöjen päävahvistintehtäviä. CMU-vahvistin löytyy tuhansien taloyhtiöiden antennijärjestelmästä.

CMU 108 vahvistinkeskukset soveltuvat maanpäällisten analogi- ja digitaalilähetysten selektiiviseen vahvistamiseen yhteisantennijärjestelmissä. AES-tasonsäätöautomaatiikan ja helpon ohjelmoinnin ansiosta vahvistimet ovat nopeita asentaa. Niissä on sisäänrakennettu ohjelmointilaite ja digitaalinäyttö. Ohjelmoitavina vahvistinkeskukset ovat riippumattomia näkyvyysalueen lähetyskanavista ja kompaktina, asennusvalmiina laitteena sisältävät kaiken tarvittavan. Vahvistimesta löytyy tulot kahdelle UHF- ja yhdelle VHF-antennille, ULA-alueelle passiivinen läpisyöttö sekä antennisignaalien syöttö kanavavahvistimille sisäänrakennettujen kytkinsiltojen "jumpperien" avulla.

Tehovahvistimena päätevahvistimelle käytettiin myös olemassa olevaa vahvistinta. Kuviossa 19. ylempänä näkyy käytössä ollut CPA 108, joka on laajakaistainen tehovahvistin päätevahvistimelle CMU 108. Se on erillinen, suoraan päätevahvistimen lähtöön liitettävä päätevahvistin lisävahvistusta tai suurempaa lähtötasoa varten. Sitä voidaan käyttää myös erikseen VHF, UHF ja ULA-alueiden vahvista-

miseen. Siinä on erilliset, toisistaan riippumattomat vahvistimet VHF-, UHF- ja ULA-alueille. Vahvistukset ovat aluekohtaisesti säädettävissä.



KUVIO 19. CMU 108 vahvistinkeskus sekä CPA 108 tehovahvistin päätevahvistimelle (kuva otettu ennen järjestelmän päivittämistä)

## 10.2 Antennien asennus

Vanha antenninpaikka koettiin hyväksi ja antennin sijoituspaikka pidettiin samana, kuin mitä se analogisen järjestelmän aikana oli ollut.

Ennen maston kaatamista välikatolla käytiin tarkastamassa antennijohtojen kunto. Samalla syöttöjohtoihin varattiin riittävästi pituutta, jotta masto antenneineen voitiin kaataa nostamalla se pois tukiputkesta. Myös tukiputken kiinnitys kattorakenteisiin varmistettiin siten, että antenni pysyy paikoillaan kovassakin myrskyssä. Välikatolle pääsi katolla olevasta luukusta. Välikatto oli täynnä puhallusvillaa, joten tilaa oli vähän ja lämmintä noin 60 astetta.



KUVIO 20. Käyntiluukku välikatolle

Seuraavaksi masto kaadettiin. Maston kaatamisen jälkeen vanhat antennit voitiin poistaa. Vanhoja poistettavia antennejä oli kolme (ULA-, VHF- ja UHF-alueiden antennit). Lisäksi poistettiin ylimääräiset antennin syöttöjohdot.





KUVIO 21. Antennimaston kaataminen ja vanhojen antennien poistaminen



KUVIO 22. Ylimääräisten antennin syöttöjohtojen poistaminen

Tämän jälkeen ylimääräiset antennijohtojen läpiviennit tiivistettiin antenniputkesta huolellisesti, jolla estettiin veden pääseminen antenniputkeen. Tukiputken tiivistys kattorakenteisiin tarkastettiin sekä lisättiin mastohattu ja mastoputken kuminen vesisuojaus. Näillä toimenpiteillä varmistettiin asennuksen tiiviys ja estetään veden ja kosteuden pääsy rakennuksen välikatolle. Rakenteiden suojaaminen kosteudelta on tärkeää, jottei kiinteistön rakenteille aiheudu tulevaisuudessa kosteus- ja homevaurioita.



KUVIO 23. Mastoputken kumisen vesisuojan uusiminen





KUVIO 24. Ylimääräisten antennijohtojen läpivientien tiivistäminen antenniputkesta



KUVIO 25. Tukiputken mastohatun lisääminen

Seuraavana vaiheena oli uuden antennin kiinnitys mastoputkeen. Antenniksi valittiin ulkonäöllisesti ainutlaatuisesti muotoiltu UHF-antenni T1595 - DAT45, joka kattaa kanavat 21 - 69.



KUVIO 26. Uuden antennin kiinnitys mastoputkeen

Antennin vahvistus vaikuttaa siihen, miten voimakas signaali antennista saadaan. Pieni kentänvoimakkuus vastaanottopaikassa vaatii suuremman antennivahvistuksen. Valittu Televés DAT45 antenni on suorituskykynsä ja hyvän suuntaavuutensa vuoksi toimiva valinta digi-tv:n peittoalueen reunamille sekä alueille, joissa on muuten heikko signaali. DAT45 antennin vahvistus on 16,5 desibeliä.

Valitun antennin vahva rakenne takaa antennin pitkän käyttöiän. Elementit on niittaamalla kiinnitetty kolmeen jämäkkään puomiin materiaalina luja alumiiniseos. DAT45 antennissa yhdistyvät paneeli- ja Yagi -antennien parhaat puolet.

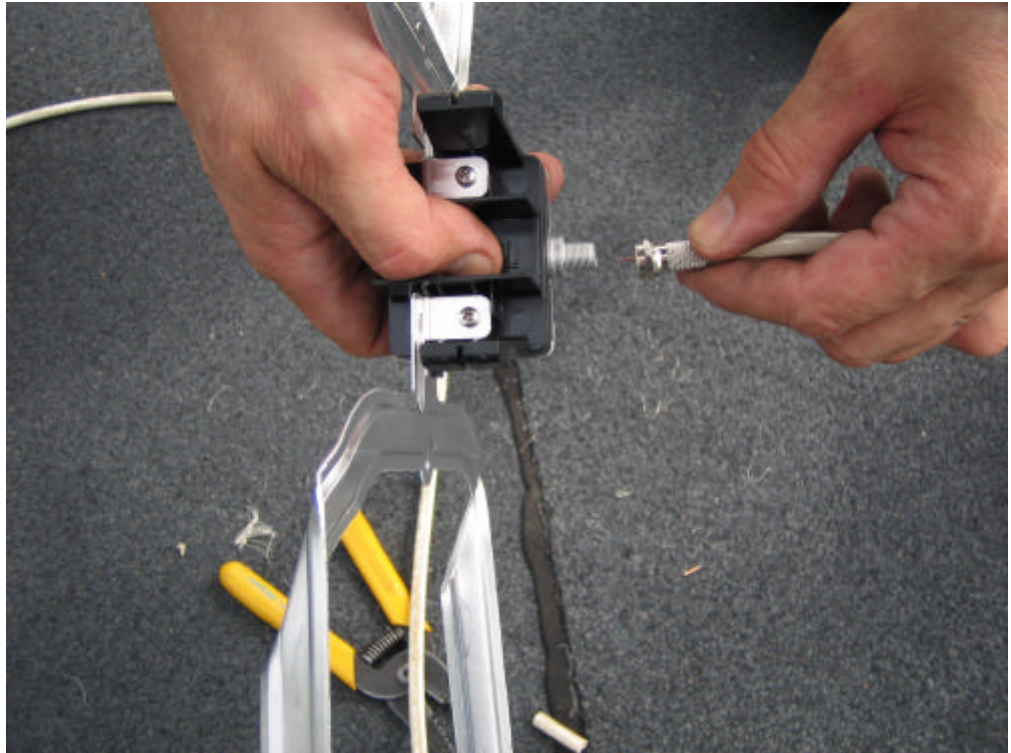
TAULUKKO 2. T1595 -DAT45 tekniset tiedot (Finnsat 2007)

|                |               |
|----------------|---------------|
| Kanavat:       | K21-K69       |
| Elementit:     | 45            |
| Taajuusalue:   | 470 – 862 MHz |
| Vahvistus:     | 16.5dB        |
| Etu/takasuhde: | 28dB          |
| Pituus:        | 1200mm        |
| Paino:         | 2.4kg         |
| Hinta          | noin 65 euroa |



KUVIO 27. UHF-antenni T1595 - DAT45 (Finnsat 2007)

Antennikaapelin kiinnitys toteutettiin suoraan F-liittimillä. Antennin syöttöjohto kuorittiin ja lisättiin F-liitin, jolla antennikaapeli kiinnitettiin antennin dipoli-osaan.



KUVIO 28. Antennin syöttöjohdon kiinnittäminen F-liittimellä dipoliin

Seuraavana vaiheena oli dipolin kiinnittäminen antenniin. Tämän jälkeen antennijohto kiinnitettiin mastoputkeen säänkestävillä mustilla nippusiteillä.





KUVIO 29. Dipolin kiinnittäminen antenniin



KUVIO 30. Johdon kiinnittäminen mastoon

Seuraavaksi mastoputki voitiin nostaa pystyyn ja asentaa tukiputkeen. Mastoputki laskettiin M8 kannatinruuvien päälle ja suuntaaminen voitiin aloittaa.



KUVIO 31. Maston pystyttäminen

Antennin suuntaus aloitettiin kiinnittämällä kenttävoimakkuusmittari antennin alastulokaapeliin. Katolta tuleva antennin syöttöjohto kiinnitettiin vahvistimen sisääntuloon (UHF2) samasta välistä mitattiin myös antennin signaalitasot antennia suunnattaessa. KytKentöjä ei tarvinnut muuttaa, ainoastaan ylimääräiset antennijohdot poistettiin (VHF ja FM).

Antenni suunnattiin Tiirismaan lähetysmaston suuntaan. Antennin suuntaaminen tapahtui kääntämällä antennia lähetysmaston suuntaan ja hakemalla korkean kenttävoimakkuuden äärilaita-alueet. Kääntämällä antennia äärilaidasta äärilaitaan, haettiin korkein kenttävoimakkuus. Kenttävoimakkuusmittariin valittiin ensimmäiseksi taajuudeltaan korkein kanavanippu, C-nippu, joka oli samalla myös kenttävoimakkuudeltaan heikoin kanavanippu. C-nipun kanavanumero on Lahdessa 57 ja keskitaajuus 762 MHz. Yleensä se kanavanippu, mikä on korkein taajuudeltaan, on kenttävoimakkuudeltaan heikoin. Sen jälkeen tarkastettiin muiden kanavanippujen kenttävoimakkuus.

Antennin suuntauksen jälkeen kaikki neljä kiertymänestoruuvia tiukennettiin. Mastoputken kuminen vesisuoja laitettiin paikoilleen ja kiristettiin vesisuojan kiristyspanta.



KUVIO 32. Suunta, noin 30 km, josta pitäisi Tiirismaan lähetinmaston löytyä



KUVIO 33. Maston pystyttämisen jälkeen vielä vesisuojan kirityspanta kiristettiin

Asennusajankohtana näkyivät kanavaniput A, B ja C. Kanavanippu E ei ollut vielä tuolloin käytössä (E-kanavanippu avattiin 1.9.2007). Se käytiin virittämässä taloyhtiöön syyskuun alussa. E-kanavanippu ei vaatinut antennin uudelleen suuntausta, ainoastaan kanavien virittäminen riitti.

### 10.3 Antennijärjestelmän tarkistusmittaukset

Asennuksen jälkeen varmistettiin tarkistusmittausten avulla, ettei järjestelmään jäänyt kaapeleista, rakenneosista, liitoksista tai laitevioista johtuvia virheitä. Mittaukset suoritettiin kenttävoimakkuusmittarilla (Taulukko 3).

Vahvistimen tulotaso ja lähtötaso mitattiin ensimmäisenä. Sen jälkeen mitattiin kerhohuone, joka sijaitsi lähimpänä vahvistinta. Jokaisen talon kauimmaisesta antennirasiasta otettiin myös mittaukset (linjan päästä).

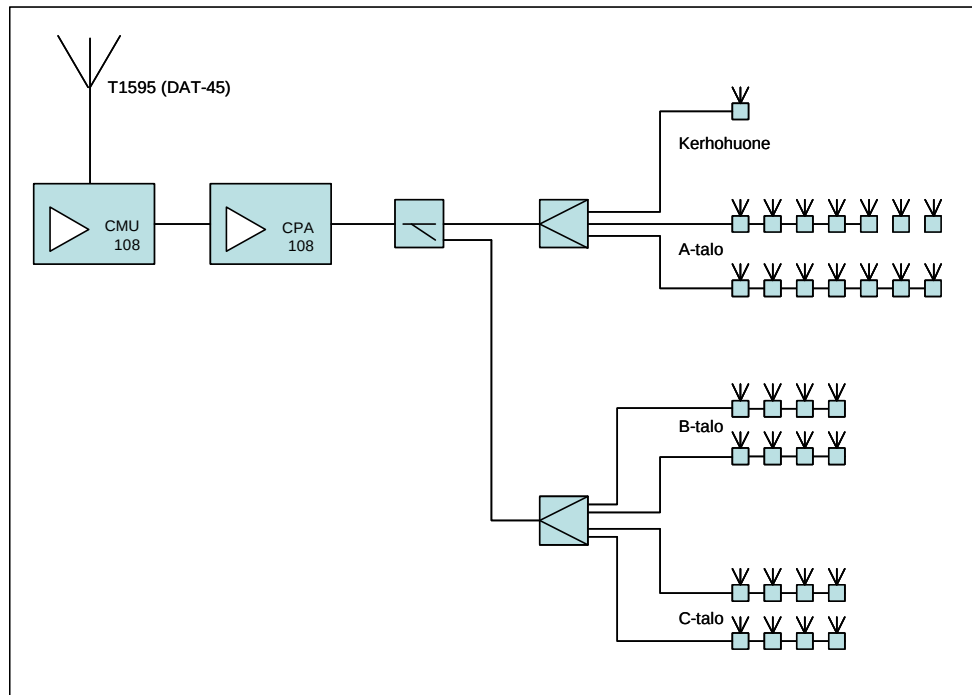


TAULUKKO 3. Kenttävoimakkuusmittarilla saadut mittaustulokset eri kohteista.

| Mittauskohde          | Kanavaniput     |                 |                 |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                       | A 33            | B 47            | C 57            |
| Vahvistimen tulotaso  | 57 dB( $\mu$ V) | 62 dB( $\mu$ V) | 64 dB( $\mu$ V) |
| Vahvistimen lähtötaso | 77 dB( $\mu$ V) | 82 dB( $\mu$ V) | 84 dB( $\mu$ V) |
| Kerhohuone            | 72 dB( $\mu$ V) | 76 dB( $\mu$ V) | 75 dB( $\mu$ V) |
| A-talo, asunto 8      | 64 dB( $\mu$ V) | 68 dB( $\mu$ V) | 67 dB( $\mu$ V) |
| B-talo, asunto 19     | 44 dB( $\mu$ V) | 45 dB( $\mu$ V) | 42 dB( $\mu$ V) |
| C-talo, asunto 24     | 55 dB( $\mu$ V) | 60 dB( $\mu$ V) | 57 dB( $\mu$ V) |



KUVIO 34. Kenttävoimakkuusmittauksia kerhohuoneesta



KUVIO 35. Rivitalon antenniverkko

## 10.4 Sisäasennustyöt

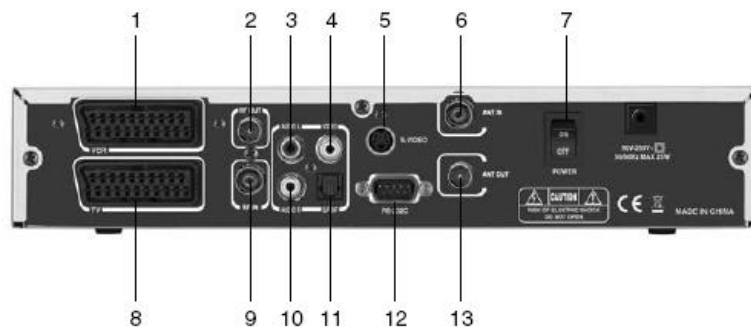
### 10.4.1 RF-modulaattorilla varustettujen digisovittimien asennus

Digisovittimien asennus aloitettiin RF-modulaattorilla varustetuista digisovittimista. Ensimmäisenä asennettiin 3 kpl Finnsat FST-300CX digisovittimia vanhempiin televisioihin, joissa ei ollut scart-liitintä. Televisioissa, joissa ei ole scart-liitintä, tarvitaan digisovitin, jossa on RF-modulaattori. Tämän asennus poikkeaa hieman scart-liittimellä varustetuista televisioista.

Digisovittimen asennus aloitettiin paristojen asentamisella kaukosäätimeen. Seuraavaksi kytkettiin antennijohto seinärasistiin laitteen ANT IN/CABLE IN-liitäntään laitteen takapaneeliin. Digisovittimen TV OUT liitännästä kytkettiin antennijohto television antennituloliitimeen (RF INPUT). Seuraavaksi kytkettiin

digisovittimen verkkojohto pistorasiaan. Sen jälkeen käynnistettiin televisio ja digisovitin kaukosäätimestä. Seuraavaksi viritettiin televisiosta näkyviin UHF-kanava 69, joka oli sama, kuin digiboksin tehdasasetuskanava.

Kun UHF-kanava löytyi, digiboksin asennusvalikko tuli näkyviin televisioon. Siitä valittiin valikkokieli kaukosäätimen nuolinäppäimillä (vas-oik) ja vahvistettiin OK-painikkeella. Tämän jälkeen aloitettiin automaattinen kanavahaku. Haun jälkeen ruudulla näkyi löytyneiden tv-kanavien ja radioasemien nimet ja kokonaismäärä sekä vastaanottimen käyttämän verkko-operaattorin nimi. Vastaanotin loi automaattisesti kaksi kanavalistaa: tv-kanavalistan ja radioasemalistan. Tämän jälkeen painettiin kaukosäätimen OK-näppäintä, ja vastaanotin tallensi löytämänsä kanavat muistiin. Sitten varmistettiin kaikkien A, B ja C -kanavanippujen kanavien näkyvyys. Digisovitin oli tämän jälkeen käyttövalmis ja käyttöopastus asukkaalle aloitettiin.



| NRO | NIMI             | TOIMINTO                                              |
|-----|------------------|-------------------------------------------------------|
| 1   | VCR              | SCART-lähtöliitin kuvanauhuriin                       |
| 2   | RF OUT           | RF-modulaattorin lähtöliitäntä                        |
| 3   | AUDIO L          | Äänisignaalin vasen kanava                            |
| 4   | VIDEO            | Komposiittivideolähtö                                 |
| 5   | S-VIDEO          | Televisioon tai kuvanauhuriin lähtevä s-videosignaali |
| 6   | ANT IN (ANTENNA) | Liitin antennirasiaalta tulevalle liitosjohdolle      |
| 7   | POWER            | Virta (AC) ON/OFF                                     |
| 8   | TV               | SCART-lähtöliitin televisioon                         |
| 9   | RF IN            | RF-modulaattorin tuloliitäntä                         |
| 10  | AUDIO R          | Äänisignaalin oikea kanava                            |
| 11  | S/PDIF           | Digitaalisen äänen lähtöliitin                        |
| 12  | RS232            | Sarjaportti ohjelmistopäivityksien tekemiseen         |
| 13  | ANT OUT (TV/VCR) | RF-signaalin ketjutukseen                             |

KUVIO 36. Finnsat FST-300CX digisovittimen takapaneeli (Finnsat FST-300CX käyttöopas)

## Painikkeiden toiminnot



|  |                                                                                                                                                                |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | VALMIUSTILA >< TOIMINTATILA. Kytkee laitteen valmiustilaan. Kun laite on valmiustilassa, kytkee laitteen toimintatilaan.                                       |
|  | MYKISTYS. Mykistää laitteen äänilähdöt. Toinen painallus poistaa mykistyksen.                                                                                  |
|  | NUMEROT 0-9. Valitsee kanavan tai numeroidun valikkokohdan.                                                                                                    |
|  | TV >< RADIO. Valitsee tv-kanavalistan >< radioasemalistan.                                                                                                     |
|  | LAST - EDELLINEN KANAVA. Palauttaa näkyviin nykyistä kanavaa ennen katsellun kanavan.                                                                          |
|  | VOLUME (-) - ÄÄNENVOIMAKKUUS (-) Hiljentää äänenvoimakkuutta.                                                                                                  |
|  | VOLUME (+) - ÄÄNENVOIMAKKUUS (+). Lisää äänenvoimakkuutta.                                                                                                     |
|  | PAUSE - TAUKOTILA. Pysäyttää parhaillaan katseltavan kanavan ohjelman. Seuraava painallus jatkaa ohjelman toistoa.                                             |
|  | SIG - TIEDOT. Tuo näkyviin parhaillaan katseltavan ohjelman ja kanavan tekniset tiedot.                                                                        |
|  | INFO - TIEDOT. Tuo näkyviin parhaillaan katseltavan kanavan ajantasaiset ja tulevat ohjelmätiedot.                                                             |
|  | EPG - OHJELMAOPAS. Tuo näkyviin kaikkien kanavien nykyiset ja tulevat ohjelmätiedot. Tällä painikkeella avataan myös seitsemän seuraavan päivän ohjelmätiedot. |
|  | MENU - VALIKKO. Avaa laitteen päävalikon.                                                                                                                      |
|  | EXIT - SULJE VALIKKO. Sulkee valikon tallentamatta asetusmuutoksia tai palaa edelliselle valikkotasolle.                                                       |
|  | NUOLI YLÖS ▲. Siirtyy kanavalistan seuraavalle kanavalle. Valikossa: siirtyy yhden rivin ylöspäin.                                                             |
|  | NUOLI ALAS ▼. Siirtyy kanavalistan edelliselle kanavalle. Valikossa: siirtyy yhden rivin alaspäin.                                                             |
|  | NUOLI VAS ◀. Hiljentää äänenvoimakkuutta. Valikossa: valitsee asetuskohtaan asetusarvon eri vaihtoehtoista.                                                    |
|  | NUOLI OIKEA ▶. Lisää äänenvoimakkuutta. Valikossa: valitsee asetuskohtaan asetusarvon eri vaihtoehtoista.                                                      |
|  | TTX - TEKSTITELEVISIO. Avaa tekstitelevision.                                                                                                                  |
|  | OPT - VALINNAT-VALIKKO. Avaa näkyviin parhaillaan katseltavaan ohjelmaan liittyvät valinnaiset toiminnot.                                                      |
|  | OK - OK. Vahvistaa valikossa tehdyn valinnan tai tallentaa valikossa tehdyn asetusmuutoksen.                                                                   |

KUVIO 37. Finnsat FST-300CX digisovittimen kaukosäädinkomennot (Finnsat FST-300CX käyttöopas)

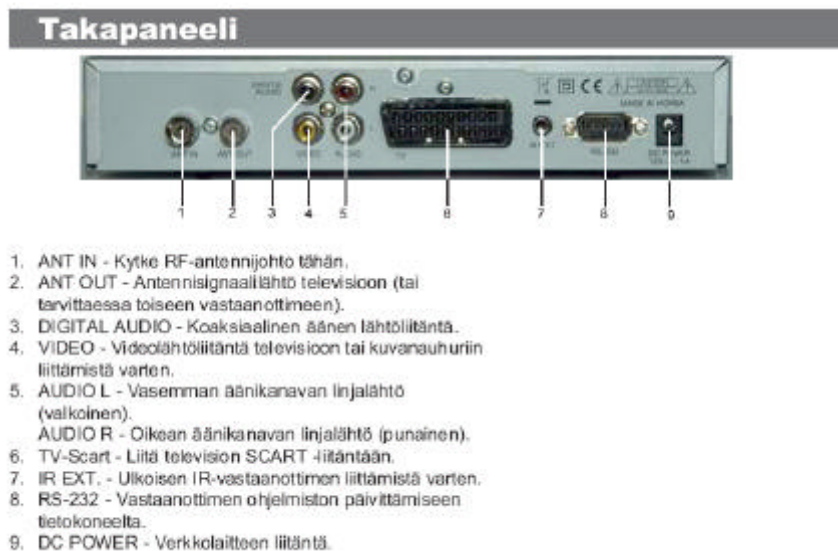
#### 10.4.2 Scart -liitäntään asennettavien digisovittimien asennus

Sisäasennustöitä jatkettiin asentamalla 15 kpl VISION VDT 1020 digisovittimia televisioihin, joissa oli Scart -liitin. Vision VDT 1020 digisovittimien asennus aloitettiin paristojen asentamisella kaukosäätimeen. Seuraavaksi kytkettiin antennijohto seinärasistiin laitteen ANT IN -liitäntään laitteen takapaneeliin. Antennijohto ei kuulunut digisovittinipakettiin, vaan se hankittiin erikseen. Scart-johto

kytkettiin digisovittimen TV Scart-liitännästä television Scart-liitäntään. Scart-johto sisältyi digisovitinpakettiin. Seuraavaksi kytkettiin digisovittimen verkkojohto pistorasiaan. Sen jälkeen käynnistettiin televisio ja digisovitin kaukosäätimestä. Seuraavaksi valittiin AV/0 -kanava televisiosta, jos televisio ei automaattisesti valinnut oikeaa Scart-liitäntää vastaavaa tuloa.

Digisovittimen käynnistyttyä kielivalikko ilmestyi kuvaruudulle. Siitä valittiin kaukosäätimen nuolinäppäimillä (ylös/alas) käyttökieli, joka tässä tapauksessa oli kaikissa huoneistoissa Suomi. Valinta vahvistettiin painamalla sinistä värinäppäintä kaukosäätimestä. Tämän jälkeen odotettiin, kunnes "Automaattinen viritys" -valikko ilmestyi kuvaruutuun. Kanavien haku käynnistyi painamalla kaukosäätimen OK-näppäintä. Kun haku oli valmis, painettiin OK-näppäintä asennuksen lopettamiseksi ja asennustilasta poistumiseksi. Tällöin kanavat tallentuivat automaattisesti ja laite oli valmis käyttöön.

Sen jälkeen varmistettiin kaikkien A, B ja C -kanavanippujen kanavien näkyvyys sekä annettiin asukkaalle käyttökoulutus.



KUVIO 38. Vision VDT 1020 digisovittimen takapaneeli (Vision VDT 1020 käyttöopas)



KUVIO 39. Vision VDT 1020 digisovittimen kaukosäädinkomennot (Vision VDT 1020 käyttöopas)

#### 10.4.3 Sony Bravia 32" LCD digitelevisioin asentaminen

Asennus aloitettiin asentamalla Vogelê EFV 6225 -seinäteline. Teline asennettiin 180 cm korkeudelle. Televisio kiinnitettiin telineeseen ja kohdistettiin katselukulmaansa.

Sony Bravia KDL-32D2810K LCD digi-tv:n asennus aloitettiin liittämällä antennijohto antennirasiasta televisioon ja laittamalla verkkojohto pistorasiaan. Tämän jälkeen televisio käynnistettiin ja ruutuun ilmestyi kielivalikko. Kieli valittiin kaukosäätimen nuolinäppäimillä. Seuraavaksi valittiin maa/alue, jossa televisiota käytetään eli tässä tapauksessa Suomi ja painettiin OK-näppäintä. Tämän jälkeen aloitettiin automaattinen kanavaviritys painamalla ok-näppäintä. Televisio haki

automaattisesti kaikki saatavilla olevat digitaaliset tv- ja radiokanavat, jotka sen jälkeen tallennettiin. Sen jälkeen poistuttiin valikosta painamalla menu-näppäintä. Tämän jälkeen televisio oli valmis käytettäväksi. Käyttökoulutus annettiin henkilökunnalle.



KUVIO 40. Antennitasojen mittausta kerhohuoneesta. Kuvassa näkyy myös uusi Sonyn digitv



## 11 YHTEENVETO

Joukkoviestinnässä Euroopassa on meneillään suuri muutos, joka tarkoittaa digitalisoitumista. Suomessa maanpäällisen jakeluverkon analogiset lähetykset päättyivät 31.8.2007. Tämä on vaatinut kiinteistöjen antenniverkkojen päivittämistä digiaikaan sopiviksi sekä vastaanottolaitteistojen päivittämisen. 1.9.2007 alkaen maanpäällisessä antenniverkossa vastaanotettavien lähetysten katselemiseen on tarvittu digitaaliseen vastaanottoon tarkoitettu televisio tai erillinen digisovitin.

Uudet digitaaliset palvelut television maanpäällisissä verkoissa, kaapelitelevisiossa ja satelliiteista lisäävät palvelujen määrän moninkertaiseksi. Digitaalinen televisiojärjestelmä tuo katsojalle uusien kanavien lisäksi myös aikaisempaa laadukkaamman kuvan ja paljon uusia lisäpalveluita. Näiden palvelujen välittäminen edellyttää kiinteistöjen antennijärjestelmiltä ajanmukaista välityskykyä ja toimivuutta. Uudet palvelut sijoittuvat korkeammille taajuuksille.

Työn tarkoituksena oli esittää teoriaosassa digitaalisten antennijärjestelmien ja digitaalisten televisiotekniikoiden vaatimuksia ja ominaispiirteitä. Teoriaosassa on pyritty kuvaamaan tilannetta, jossa ollaan oltu vuonna 2007. On kuitenkin muistettava, että digitaalitekniikka kehittyy jatkuvasti entisestään, ja uusia laitteistoja, siirtostandardeja, ominaispiirteitä, yms. tulee jatkuvasti lisää ja tässä työssä esitetty tekniikka vanhenee osittain nopeasti. Esimerkkinä uusista tulevista suuntauksista on siirtyminen teräväpiirtolähetyksiin ja MPEG-4 videokoodaukseen sekä DVB-T2 standardiversioon, jonka arvellaan olevan käytettävissä vuonna 2009.

Antenniurakoitsijoilla oli kesällä 2007 kiireistä aikaa. Erilaiset ja erikokoiset taloyhtiöt ja kiinteistöt halusivat päivittää antennijärjestelmänsä digiaikaan soveltuviksi. Tähän työhön liittyen päivitin vanhustentalon antennijärjestelmän yhdessä Sähkörenki Ky:n Jouko Pylkkäsen kanssa digiaikaan sopivaksi. Työ oli mielenkiintoinen, ja pääsin soveltamaan teoriaosassa käsiteltyjä teorioita hyvin käytäntöön. Antennijärjestelmän päivittämisen lisäksi asennettiin kaikkiin huoneistoihin myös laitteistot lähetysten katselemiseen. Haastetta työhön tuli itse asennustöiden lisäksi palveluun kuuluvasta käyttökoulutuksesta. Opetin vanhustentalon asuk-



kaille, kuinka laitteistoa käytetään ja mitä ominaisuuksia laitteistossa on. Jokaisen asukkaan televisiovastaanottimet olivat erilaiset, joten jokaiselle käyttäjälle annettiin henkilökohtainen perehdytys.

Kaiken kaikkiaan opinnäytetyön tekeminen oli mielenkiintoinen prosessi. Teoria-tietoa olen kerännyt pitkältä aikaväliltä. Myös käytännönosaamiseni aiheesta on kehittynyt jatkuvasti, koska olen päivittänyt lukuisia omakotitalojen, rivitalojen, kerrostalojen ja kesämökkien antennijärjestelmiä digiaikaan soveltuviksi. Tähän työhön otettiin vain yksi kohteista. Teorian soveltaminen käytäntöön on sujunut hyvin, ja olen oppinut aiheesta paljon.

## LÄHTEET

### **Painetut lähteet**

Analogisten televisiotaajuuksien käyttö siirryttäessä digitaalisen jakeluun, selvitys. 2007. Liikenne- ja viestintäministeriö, 31/2007, Helsinki.

Annala, Jukka. 2007. Tulevaisuuden matkatelevisio kulkee käyttäjän povitaskussa. Etelä-Suomen Sanomat, 8.7.2007.

Antennijärjestelmät ST-käsikirja 12. 1999. Sähkötieto ry, Tammer-Paino Oy, Tampere.

Arvekari, Esa. 2007. Kännykkä-tv hämmentää kuluttajaa. Etelä-Suomen Sanomat, 3.6.2007.

Berg, Tommi. 2007. Kaikki on sopua vaille valmista. Etelä-Suomen Sanomat, 22.2.2007.

Berg, Tommi. 2007. Muistitko laittaa antennisi kuntoon? Etelä-Suomen Sanomat, 28.8.2007.

Digita. 2007. Pientalon antenniopas. Digita Oy, Helsinki.

Digita. 2001. Opas pientalojen televisio- ja radioantenniratkaisujen toteuttamiseen. Yleisradion Painotuotepalvelu, Helsinki.

Kullas, Emilia. 2007. Digipalvelut lopahtivat alkuunsa. Talouselämä 30.8.2007.

Leidenius K. 2007. Digiboksikauppa kuumenee. Tietokone 5/2007.

Leidenius K. 2007. Digiboksit menevät vaihtoon vuonna 2010. Tietokone 5/2007.

Naskali, Suikkanen. 2004. Antennijärjestelmät ja valmistautuminen digiaikaan.  
WS Bookwell Oy, Porvoo.

Nykänen J. 2006. Digiajan säästöä. Tekniikan maailma 22/2006.

Salomaa, Jukka. 2007. Toimiva telkkari on kesämökin sadeiltojen pelastus.  
21.5.2007, Etelä-Suomen Sanomat.

TM Digiopas. 2007. Kaikki mitä pitää tietää digi-tv:stä.

Yhteisantenniopas - Kiinteistöjen antenniverkkojen valmius digi-tv-aikakauteen.  
2004. Satelliitti- ja antenniliitto SANT ry, Suomen Kiinteistöliitto ry,  
Helsinki.

### **Painamattomat lähteet**

DigiTV. 2007 [verkkajulkaisu]. [viitattu 1.4.2007]. Saatavissa:  
<http://www.digitv.fi/sivu.asp?path=1;2996>

DigiTV. 2007 [verkkajulkaisu]. [viitattu 1.4.2007]. Saatavissa:  
<http://www.digitelkkari.fi/site/index.shtml>

Mitä ja Miksi digi-TV. 2007. [verkkajulkaisu]. [viitattu 17.9.2007]. Saatavissa:  
<http://www.digitelkkari.fi/site/mitajamiksi.shtml>

Tietokone.fi. 13.2.2007 [verkkolehti]. Hinnat laskussa ja uusia laitteita - Kännyk-  
kä-tv:stä yritetään jokamiehen viihdettä [viitattu 1.4.2007]. Saatavissa:  
[http://www.tietokone.fi/uutta/uutinen.asp?news\\_id=29665&tyyppi=1](http://www.tietokone.fi/uutta/uutinen.asp?news_id=29665&tyyppi=1)

Tietokone.fi. 30.3.2007 [verkkolehti]. Lähetykset viivästyneet useasti - Kännykkä-tv-kiista ärsyttää Nokiaa [viitattu 1.4.2007]. Saatavissa:  
[http://www.tietokone.fi/uutta/uutinen.asp?news\\_id=30101&tyyppi=1](http://www.tietokone.fi/uutta/uutinen.asp?news_id=30101&tyyppi=1)

Tietokone.fi. 6.2.2007. [verkkolehti]. Maaliskuu takaraja tämän vuoden toteutukselle - Ylen kännykkä-tv uhkaa viivästyä edelleen [viitattu 1.4.2007]. Saatavissa:  
[http://www.tietokone.fi/uutta/uutinen.asp?news\\_id=29595&tyyppi=1](http://www.tietokone.fi/uutta/uutinen.asp?news_id=29595&tyyppi=1)

Tietoviikko.fi. 9.6.2006. [verkkolehti]. Mobiili-tv käy standardisotaan. [viitattu 1.4.2007]. Saatavissa:  
[http://www.tietoviikko.fi/tele\\_mobiili\\_docview.jsp?f\\_id=921014](http://www.tietoviikko.fi/tele_mobiili_docview.jsp?f_id=921014)

Wikipedia. 2007. [verkkojulkaisu]. Digitaalitelevisio. [viitattu 17.7.2007]. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Digitaalitelevisio>

## LIITTEET

LIITE 1. Digi-tv:n näkyvyysalue 2007, kanavaniput A ja B, Digita

LIITE 2. Digi-tv:n kanavanumerot ja keskitaajuudet, kanavaniput A ja B, Digita

LIITE 3. Digi-tv:n näkyvyysalue 2007, kanavanippu C, Digita

LIITE 4. Digi-tv:n kanavanumerot ja keskitaajuudet, kanavanippu C, Digita

LIITE 5. Digi-tv:n näkyvyysalue 2007, kanavanippu E, Digita

LIITE 6. Digi-tv:n kanavanumerot ja keskitaajuudet, kanavanippu E, Digita

LIITE 7. Finlux digitelevision DVB-modulin kytkentäkaavio

LIITE 8. Osaluettelo, taloyhtiön antenniverkon päivityksessä käytetyt laitteet ja osat, sekä niiden tekniset tiedot

LIITE 9. Kirjallisuusluettelo

## Digi-tv:n näkyvyysalue 2007

### Kanavaniput A ja B



Digitaalisessa televisiossa tv-kanavat ja muut palvelut on koottu kanavanippuihin. Kartta esittää kanavanippujen A ja B näkyvyysalueita.

#### Kanavanippu A:

YLE TV1, YLE TV2, YLE Extra, YLE Teema ja YLE FST5 sekä radiokanavat Ylen klassinen, YLE Radio Pellil, YLE FSR+, YLE Mondo ja YLE Radio Extrem.

#### Kanavanippu B:

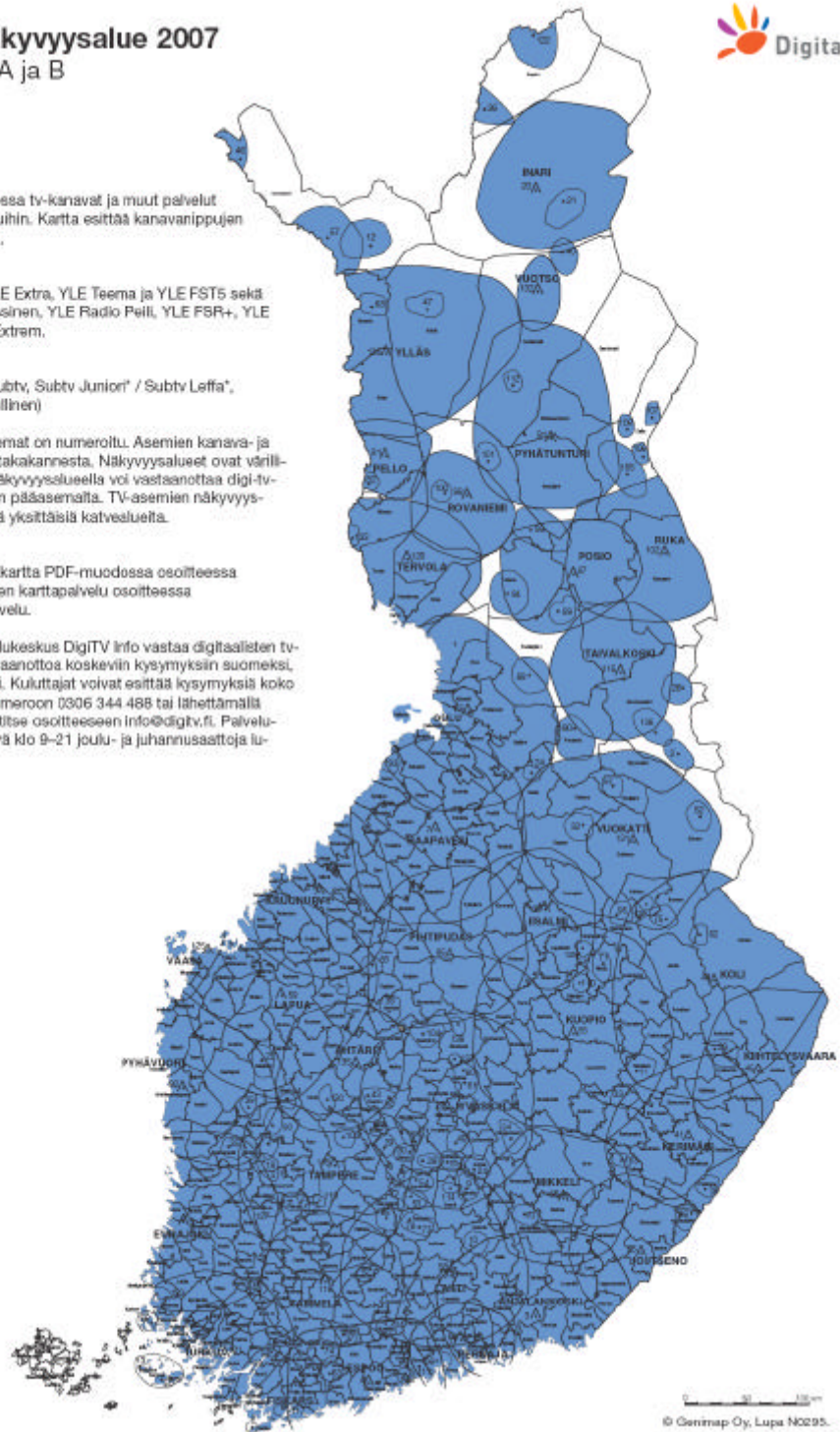
MTV3, MTV3 MAX\*, Subtv, Subtv Junior\* / Subtv Liffa\*, Nelonen, JIM (\* maksullinen)

Pää- ja täydeltähetinasemat on numeroitu. Asemien kanava- ja taajuuksiedot löytyvät takakannesta. Näkyvyysalueet ovat värillisiä. Täydeltähetin näkyvyysalueella voi vastaanottaa digi-tv-lähetystä myös alueen pääasemalta. TV-asemien näkyvyysalueilla saatava esintä yksittäisiä katvealueita.

#### Lisätietoja

Lisätietoja ja viimeisin kartta PDF-muodossa osoitteessa [www.digitv.fi](http://www.digitv.fi). Sähköinen karttapalvelu osoitteessa [www.digitv.fi/karttapalvelu](http://www.digitv.fi/karttapalvelu).

Valtakunnallinen palvelukeskus DigiTV Info vastaa digitaalisten tv-lähetysten antennivastaanottoa koskeviin kysymyksiin suomeksi, ruotsiksi ja englanniksi. Kuluttajat voivat esittää kysymyksiä koko maassa soittamalla numeroon 0306 344 488 tai lähettämällä kysymykset sähköpostitse osoitteeseen [info@digitv.fi](mailto:info@digitv.fi). Palvelukeskus toimii joka päivä klo 9–21 joului- ja juhannusaattoja lukuunottamatta.



1.8.2007

© Genimap Oy, Lupa NC295.

| nro TV-asema                     | Kanavanippu A |                                | Kanavanippu B |                                 | nro TV-asema                | Kanavanippu A |                                | Kanavanippu B |                                 |
|----------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|---------------------------------|
|                                  | Kanavanumero  | Auutheima<br>Keskitaajuus, MHz | Kanavanumero  | Maihosalue<br>Keskitaajuus, MHz |                             | Kanavanumero  | Auutheima<br>Keskitaajuus, MHz | Kanavanumero  | Maihosalue<br>Keskitaajuus, MHz |
| 1 Alajärvi                       | 42            | 642 Pohjanmaa                  | 53            | 730 Pohjanmaa                   | 71 Niiä                     | 34            | 578 Itä-Suomi                  | 42            | 642 Pohjois-Karjala             |
| 2 Ala-Vuoksi                     | 49            | 698 Oulu                       | 60            | 786 Oulu                        | 72 Nokia                    | 36            | 594 Häme                       | 55            | 746 Kanta-Häme                  |
| 3 Anjalankoski                   | 22            | 482 Kaakkois-Suomi             | 27            | 522 Kymenlaakso                 | 73 Nokia, Siuro, Linnavuori | 36            | 594 Häme                       | 55            | 746 Kanta-Häme                  |
| 4 Espoo                          | 32            | 562 Uusimaa                    | 44            | 658 Uusimaa                     | 74 Nummi-Pusula, Hyönälä    | 47            | 682 Uusimaa                    | 59            | 778 Uusimaa                     |
| 5 Eurajoki                       | 38            | 610 Lounais-Suomi              | 45            | 666 Satakunta                   | 75 Nurmee, Porokylä         | 32            | 562 Itä-Suomi                  | 34            | 578 Pohjois-Karjala             |
| 6 Fiskars                        | 32            | 562 Uusimaa                    | 44            | 658 Uusimaa                     | 76 Oulu                     | 41            | 634 Oulu                       | 51            | 714 Oulu                        |
| 7 Haapavesi                      | 34            | 578 Oulu                       | 42            | 642 Oulu                        | 77 Pudasjärvi               | 33            | 570 Häme                       | 47            | 682 Kymenlaakso                 |
| 8 Hanko                          | 39            | 618 Uusimaa                    | 55            | 746 Uusimaa                     | 78 Pudasjärvi, Arrakoski    | 24            | 498 Häme                       | 28            | 530 Kymenlaakso                 |
| 9 Hartola                        | 26            | 514 Häme                       | 37            | 602 Kymenlaakso                 | 79 Parikkala                | 31            | 554 Kaakkois-Suomi             | 59            | 778 Etelä-Karjala               |
| 10 Heinola                       | 31            | 554 Häme                       | 60            | 786 Kymenlaakso                 | 80 Parkano                  | 25            | 506 Häme                       | 30            | 546 Kanta-Häme                  |
| 11 Heinävesi                     | 44            | 658 Itä-Suomi                  | 50            | 706 Pohjois-Karjala             | 81 Pello                    | 30            | 546 Lappi                      | 36            | 594 Lappi                       |
| 12 Hetta                         | 31            | 554 Lappi                      | 38            | 610 Lappi                       | 82 Pello, Ratasvaara        | 49            | 698 Lappi                      | 53            | 730 Lappi                       |
| 13 Houtskari                     | 40            | 626 Lounais-Suomi              | 47            | 682 Varsinais-Suomi             | 83 Perho                    | 36            | 594 Pohjanmaa                  | 46            | 674 Pohjanmaa                   |
| 14 Hyvinkää, Musta-Männistö      | 29            | 538 Uusimaa                    | 49            | 698 Uusimaa                     | 84 Pernaja                  | 23            | 490 Uusimaa                    | 50            | 706 Uusimaa                     |
| 15 Hämeenkyrö, Kyröskoski        | 34            | 578 Häme                       | 23            | 490 Kanta-Häme                  | 85 Pihlpuudas               | 50            | 706 Keski-Suomi                | 45            | 666 Keski-Suomi                 |
| 16 Hämeenlinna, Painokangas      | 22            | 482 Häme                       | 27            | 522 Kanta-Häme                  | 86 Porvoo, Suomenkylä       | 23            | 490 Uusimaa                    | 50            | 706 Uusimaa                     |
| 17 Iisalmi                       | 26            | 514 Itä-Suomi                  | 38            | 610 Pohjois-Karjala             | 87 Posio                    | 31            | 554 Lappi                      | 39            | 618 Lappi                       |
| 18 Ikaalinen                     | 29            | 538 Häme                       | 44            | 658 Kanta-Häme                  | 88 Pudasjärvi               | 44            | 658 Oulu                       | 48            | 690 Oulu                        |
| 19 Ikaalinen, Riitala            | 43            | 650 Häme                       | 54            | 738 Kanta-Häme                  | 89 Pudasjärvi, Iso-Syöte    | 43            | 650 Oulu                       | 60            | 786 Oulu                        |
| 20 Inari                         | 48            | 690 Lappi                      | 25            | 506 Lappi                       | 90 Puolanka                 | 42            | 642 Oulu                       | 45            | 666 Oulu                        |
| 21 Ivalo, Saarineittämövaara     | 23            | 490 Lappi                      | 27            | 522 Lappi                       | 91 Pyhäntä                  | 60            | 786 Lappi                      | 41            | 634 Lappi                       |
| 22 Jalasjärvi                    | 27            | 522 Pohjanmaa                  | 43            | 650 Pohjanmaa                   | 92 Pyhävuori                | 28            | 530 Pohjanmaa                  | 41            | 634 Pohjanmaa                   |
| 23 Joensuu, Vestinkallio         | 45            | 666 Itä-Suomi                  | 60            | 786 Pohjois-Karjala             | 93 Raahen, Mestauskallio    | 30            | 546 Oulu                       | 39            | 618 Oulu                        |
| 24 Joutsen, Lankia               | 22            | 482 Keski-Suomi                | 60            | 786 Keski-Suomi                 | 94 Ranua, Haasionmaa        | 34            | 578 Lappi                      | 59            | 778 Lappi                       |
| 25 Jouteno                       | 47            | 682 Kaakkois-Suomi             | 35            | 586 Etelä-Karjala               | 95 Rautavaara, Angervikko   | 44            | 658 Itä-Suomi                  | 54            | 738 Pohjois-Karjala             |
| 26 Junturanta                    | 42            | 642 Oulu                       | 45            | 666 Oulu                        | 96 Rautjärvi, Simpele       | 38            | 610 Kaakkois-Suomi             | 56            | 754 Etelä-Karjala               |
| 27 Jyväskylä                     | 30            | 546 Keski-Suomi                | 60            | 786 Keski-Suomi                 | 97 Ristijärvi               | 22            | 482 Oulu                       | 25            | 506 Oulu                        |
| 28 Jämsä, Kaipola                | 37            | 602 Keski-Suomi                | 44            | 658 Keski-Suomi                 | 98 Rovaniemi                | 43            | 650 Lappi                      | 46            | 674 Lappi                       |
| 29 Jämsä, Kuorevesi, Halli       | 46            | 674 Keski-Suomi                | 43            | 650 Keski-Suomi                 | 99 Rovaniemi, Kaihuanvaara  | 40            | 626 Lappi                      | 50            | 706 Lappi                       |
| 30 Jämsä, Matkosvuori            | 37            | 602 Keski-Suomi                | 44            | 658 Keski-Suomi                 | 100 Rovaniemi,              | 51            | 714 Lappi                      | 58            | 770 Lappi                       |
| 31 Jämsänkoski                   | 30            | 546 Keski-Suomi                | 60            | 786 Keski-Suomi                 | Mellus, Sorviselkä          |               |                                |               |                                 |
| 32 Kajaani, Pölyvaara            | 30            | 546 Oulu                       | 52            | 722 Oulu                        | 101 Rovaniemi, Rantalaki    | 51            | 714 Lappi                      | 58            | 770 Lappi                       |
| 33 Kangaslampi                   | 56            | 754 Itä-Suomi                  | 60            | 786 Pohjois-Karjala             | 102 Ruka                    | 33            | 570 Oulu                       | 48            | 690 Oulu                        |
| 34 Kangasniemi, Turkinmäki       | 37            | 602 Keski-Suomi                | 50            | 706 Keski-Suomi                 | 103 Ruovesi, Storminiemi    | 34            | 578 Häme                       | 23            | 490 Kanta-Häme                  |
| 35 Kankaanpää                    | 43            | 650 Lounais-Suomi              | 47            | 682 Satakunta                   | 104 Saarijärvi              | 47            | 682 Keski-Suomi                | 52            | 722 Keski-Suomi                 |
| 36 Karijoki                      | 50            | 706 Lappi                      | 49            | 698 Lappi                       | 105 Salla                   | 26            | 514 Lappi                      | 38            | 610 Lappi                       |
| 37 Karkkila                      | 36            | 594 Uusimaa                    | 43            | 650 Uusimaa                     | 106 Salla, Ihistysjätkä     | 37            | 610 Lappi                      | 46            | 674 Lappi                       |
| 38 Karstula                      | 52            | 722 Keski-Suomi                | 57            | 762 Keski-Suomi                 | 107 Salla, Naruska          | 43            | 650 Lappi                      | 51            | 714 Lappi                       |
| 39 Karvia                        | 57            | 762 Pohjanmaa                  | 60            | 786 Pohjanmaa                   | 108 Salla, Salla            | 26            | 514 Lappi                      | 38            | 602 Lappi                       |
| 40 Kaunisjärvi                   | 48            | 690 Lappi                      | 25            | 506 Lappi                       | 109 Salo, Isokylä           | 22            | 482 Lounais-Suomi              | 45            | 666 Varsinais-Suomi             |
| 41 Keräjä                        | 30            | 546 Itä-Suomi                  | 37            | 602 Etelä-Karjala               | 110 Siilinjärvi             | 41            | 634 Itä-Suomi                  | 58            | 770 Pohjois-Karjala             |
| 42 Keuruu                        | 46            | 674 Keski-Suomi                | 50            | 706 Keski-Suomi                 | 111 Sipoo, Galthagen        | 49            | 698 Uusimaa                    | 56            | 754 Uusimaa                     |
| 43 Keuruu, Haapamäki             | 47            | 682 Keski-Suomi                | 57            | 762 Keski-Suomi                 | 112 Sodankylä, Pittiövaara  | 44            | 658 Lappi                      | 58            | 770 Lappi                       |
| 44 Kihniö                        | 54            | 738 Häme                       | 60            | 786 Kanta-Häme                  | 113 Sulkava, Väätäinmäki    | 46            | 674 Itä-Suomi                  | 51            | 714 Etelä-Karjala               |
| 45 Kihlajärvi                    | 26            | 514 Itä-Suomi                  | 59            | 778 Pohjois-Karjala             | 114 Sysmä, Liikola          | 24            | 498 Häme                       | 36            | 594 Kymenlaakso                 |
| 46 Kilpisjärvi                   | 45            | 666 Lappi                      | 48            | 690 Lappi                       | 115 Tahvelkoski             | 32            | 562 Oulu                       | 38            | 610 Oulu                        |
| 47 Kittilä, Sirkka, Levittunturi | 25            | 506 Lappi                      | 40            | 626 Lappi                       | 116 Tammela                 | 22            | 482 Häme                       | 27            | 522 Kanta-Häme                  |
| 48 Koli                          | 25            | 506 Itä-Suomi                  | 40            | 626 Pohjois-Karjala             | 117 Tammisaari              | 39            | 618 Uusimaa                    | 43            | 650 Uusimaa                     |
| 49 Korpihahti, Vaarunvuori       | 30            | 546 Keski-Suomi                | 60            | 786 Keski-Suomi                 | 118 Tampere                 | 34            | 578 Häme                       | 23            | 490 Kanta-Häme                  |
| 50 Korppoo                       | 40            | 626 Lounais-Suomi              | 47            | 682 Varsinais-Suomi             | 119 Tampere, Pymikki        | 40            | 626 Häme                       | 44            | 658 Kanta-Häme                  |
| 51 Kruunupyy                     | 27            | 522 Pohjanmaa                  | 22            | 482 Pohjanmaa                   | 120 Tervola                 | 40            | 626 Lappi                      | 42            | 642 Lappi                       |
| 52 Kuhmo, Lentäjä                | 24            | 498 Oulu                       | 32            | 562 Oulu                        | 121 Turku                   | 51            | 714 Lounais-Suomi              | 49            | 698 Varsinais-Suomi             |
| 53 Kuhmoinen                     | 36            | 594 Keski-Suomi                | 45            | 666 Kymenlaakso                 | 122 Utsjoki                 | 44            | 658 Lappi                      | 51            | 714 Lappi                       |
| 54 Kuhmoinen, Harjunsalmi        | 22            | 482 Keski-Suomi                | 27            | 522 Kymenlaakso                 | 123 Uusikaupunki, Ruokola   | 22            | 482 Lounais-Suomi              | 26            | 514 Varsinais-Suomi             |
| 55 Kuopio                        | 24            | 498 Itä-Suomi                  | 31            | 554 Pohjois-Karjala             | 124 Vaala                   | 58            | 770 Oulu                       | 60            | 786 Oulu                        |
| 56 Kustavi, Viherlahti           | 51            | 714 Lounais-Suomi              | 49            | 698 Varsinais-Suomi             | 125 Vaasa                   | 38            | 610 Pohjanmaa                  | 37            | 602 Pohjanmaa                   |
| 57 Kuttanen                      | 53            | 730 Lappi                      | 58            | 770 Lappi                       | 126 Valtimo                 | 35            | 586 Itä-Suomi                  | 38            | 610 Oulu                        |
| 58 Lahti                         | 33            | 570 Häme                       | 47            | 682 Kymenlaakso                 | 127 Vammala, Jyränvuori     | 36            | 594 Häme                       | 55            | 746 Kanta-Häme                  |
| 59 Lapua                         | 38            | 610 Pohjanmaa                  | 37            | 602 Pohjanmaa                   | 128 Vantaa, Hakunila        | 32            | 562 Uusimaa                    | 44            | 658 Uusimaa                     |
| 60 Laukaa                        | 30            | 546 Keski-Suomi                | 60            | 786 Keski-Suomi                 | 129 Varpaisjärvi, Honkamäki | 41            | 634 Itä-Suomi                  | 60            | 786 Pohjois-Karjala             |
| 61 Laukaa, Vihtavuori            | 30            | 546 Keski-Suomi                | 60            | 786 Keski-Suomi                 | 130 Virrat, Lappavuori      | 27            | 522 Häme                       | 57            | 762 Kanta-Häme                  |
| 62 Lieksa, Vieki                 | 38            | 610 Itä-Suomi                  | 49            | 698 Pohjois-Karjala             | 131 Vuokatti                | 30            | 546 Oulu                       | 52            | 722 Oulu                        |
| 63 Lohja                         | 50            | 706 Uusimaa                    | 55            | 746 Uusimaa                     | 132 Vuotso                  | 31            | 554 Lappi                      | 50            | 706 Lappi                       |
| 64 Loimaa                        | 43            | 650 Lounais-Suomi              | 47            | 682 Varsinais-Suomi             | 133 Ylitornio, Ainiovaara   | 30            | 546 Lappi                      | 37            | 602 Lappi                       |
| 65 Luhanka                       | 32            | 562 Keski-Suomi                | 46            | 674 Keski-Suomi                 | 134 Yläs                    | 30            | 546 Lappi                      | 36            | 594 Lappi                       |
| 66 Luopioinen                    | 43            | 650 Häme                       | 46            | 674 Kymenlaakso                 | 135 Ähtäri                  | 52            | 722 Pohjanmaa                  | 44            | 666 Pohjanmaa                   |
| 67 Mikkelä                       | 29            | 538 Itä-Suomi                  | 43            | 650 Etelä-Karjala               | 136 Ämmänsaari              | 42            | 642 Oulu                       | 45            | 666 Oulu                        |
| 68 Muonio, Olostunturi           | 25            | 506 Lappi                      | 32            | 562 Lappi                       | 137 Äänekoski               | 38            | 610 Keski-Suomi                | 53            | 730 Keski-Suomi                 |
| 69 Mänttä                        | 44            | 658 Häme                       | 52            | 722 Kanta-Häme                  | 138 Äänekoski, Konginkangas | 44            | 658 Keski-Suomi                | 48            | 690 Keski-Suomi                 |
| 70 Mäntyharju                    | 23            | 490 Itä-Suomi                  | 26            | 514 Etelä-Karjala               |                             |               |                                |               |                                 |

Pääasemat ihaovitu.



## Digi-tv:n näkyvyysalue 2007

### Kanavanippu C



Digitaalissa televisiossa tv-kanavat ja muut palvelut on koottu kanavanippuihin. Kartta esittää kanavanippu C:n näkyvyysalueita.

**Kanavanippu C:**  
CANAL+FILM1\*, CANAL+FILM2\*, CANAL+SPORT1\*, CANAL+SPORT2\*, Disney Channel\*, Urheilukanava, URHEILU+KANAVA\*, The Voice, Digivihde\*, IskelmäTV Harju & Pöytäinen ja Turku TV (Turun näkyvyysalueella) sekä radiokanavat The Voice ja Iskelmä. (\*maksullinen)

Disney Channel, URHEILU+KANAVA, The Voice ja IskelmäTV Harju & Pöytäinen eivät näy toistaiseksi maanpäällisessä digi-tv-verkossa Turun näkyvyysalueella.

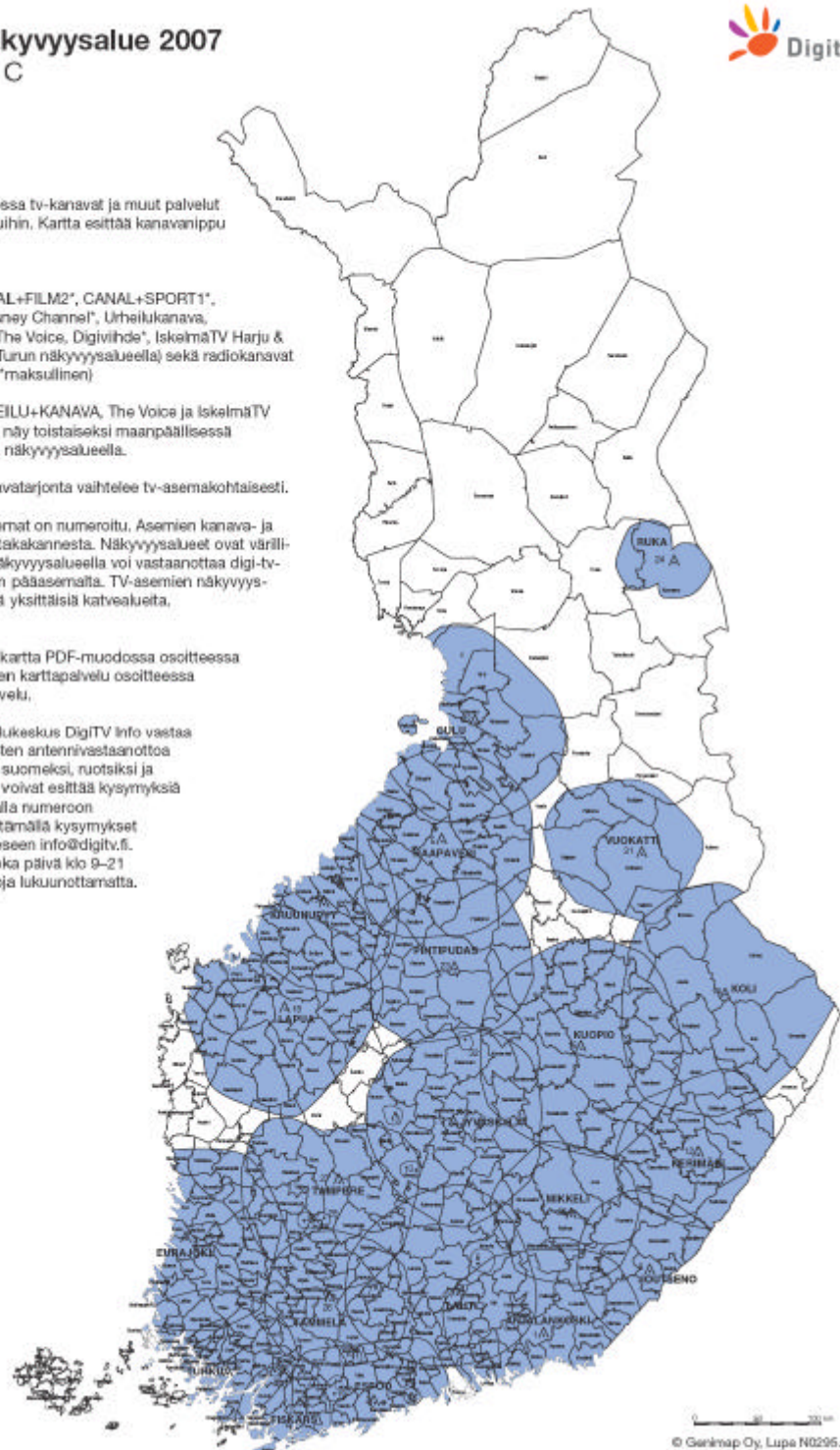
Kanavanippu C:n kanavatarjonta vaihtelee tv-asemaakohtaisesti.

Pää- ja täytelähetinasemat on numeroitu. Asemien kanava- ja taajuustiedot löytyvät takakannesta. Näkyvyysalueet ovat värillisiä. Täytelähettimen näkyvyysalueella voi vastaanottaa digi-tv-lähetystyksiä myös alueen pääasemalta. TV-asemien näkyvyys-alueilla saattaa esiintyä yksittäisiä katvealueita.

#### Lisätietoja

Lisätietoja ja viimeisin kartta PDF-muodossa osoitteessa [www.digitv.fi](http://www.digitv.fi). Sähköinen karttapalvelu osoitteessa [www.digitv.fi/karttapalvelu](http://www.digitv.fi/karttapalvelu).

Valtakunnallinen palvelukeskus DigiTV Info vastaa digitaalisten tv-lähetysten antennivastaanottoa koskeviin kysymyksiin suomeksi, ruotsiksi ja englanniksi. Kuluttajat voivat esittää kysymyksiä koko maassa soittamalla numeroon 0306 344 488 tai lähettämällä kysymykset sähköpostitse osoitteeseen [info@digitv.fi](mailto:info@digitv.fi). Palvelukeskus toimii joka päivä klo 9–21 joului- ja juhannusaattoja lukuunottamatta.



1.9.2007

© Genimap Oy, Lupe N0295.



|     |                          | Kanavanippu C |                   |
|-----|--------------------------|---------------|-------------------|
| nro | TV-asema                 | Kanavanumero  | Keskitaajuus, MHz |
| 1   | Anjalankoski             | 53            | 730               |
| 2   | Espoo                    | 46            | 674               |
| 3   | Eurajoki                 | 52            | 722               |
| 4   | Fiskars                  | 46            | 674               |
| 5   | Haapavesi                | 53            | 730               |
| 6   | Heinola                  | 65            | 826               |
| 7   | Hämeenlinna, Painokangas | 50            | 706               |
| 8   | Joutseno                 | 57            | 762               |
| 9   | Jyväskylä                | 55            | 746               |
| 10  | Jämsä, Matkosvuori       | 31            | 554               |
| 11  | Karkkila                 | 57            | 762               |
| 12  | Kerimäki                 | 33            | 570               |
| 13  | Keuruu                   | 65            | 826               |
| 14  | Koli                     | 47            | 682               |
| 15  | Kruunupyy                | 41            | 634               |
| 16  | Kuopio                   | 39            | 618               |
| 17  | Lahti                    | 57            | 762               |
| 18  | Lapua                    | 55            | 746               |
| 19  | Lohja                    | 56            | 754               |
| 20  | Mikkeli                  | 59            | 778               |
| 21  | Nokia                    | 65            | 826               |
| 22  | Oulu                     | 54            | 738               |
| 23  | Pihtipudas               | 58            | 770               |
| 24  | Ruka                     | 59            | 778               |
| 25  | Salo, Isokylä            | 47            | 682               |
| 26  | Tammela                  | 50            | 706               |
| 27  | Tampere                  | 58            | 770               |
| 28  | Tampere, Pyynikki        | 47            | 682               |
| 29  | Turku                    | 29            | 538               |
| 30  | Vantaa, Hakunila         | 46            | 674               |
| 31  | Vuokatti                 | 55            | 746               |
| 32  | Äänekoski                | 65            | 826               |

Pääasemat lihavoitu. Kanavanippu C:n kanavatairjonta vaihtelee tv-asemakohtaisesti. Lisätietoja: [www.digitv.fi](http://www.digitv.fi).

## Digi-tv:n näkyvyysalue 2007

### Kanavanippu E



Digitaalisessa televisiossa tv-kanavat ja muut palvelut on koottu kanavanippuihin. Kartta esittää kanavanippu E:n näkyvyysalueita. Kanavanippu E:n lähetykset alkavat tv-asemilta 1.9. ja 1.10.2007. Kartta kuvaa tilannetta 1.10.2007.

#### Kanavanippu E:

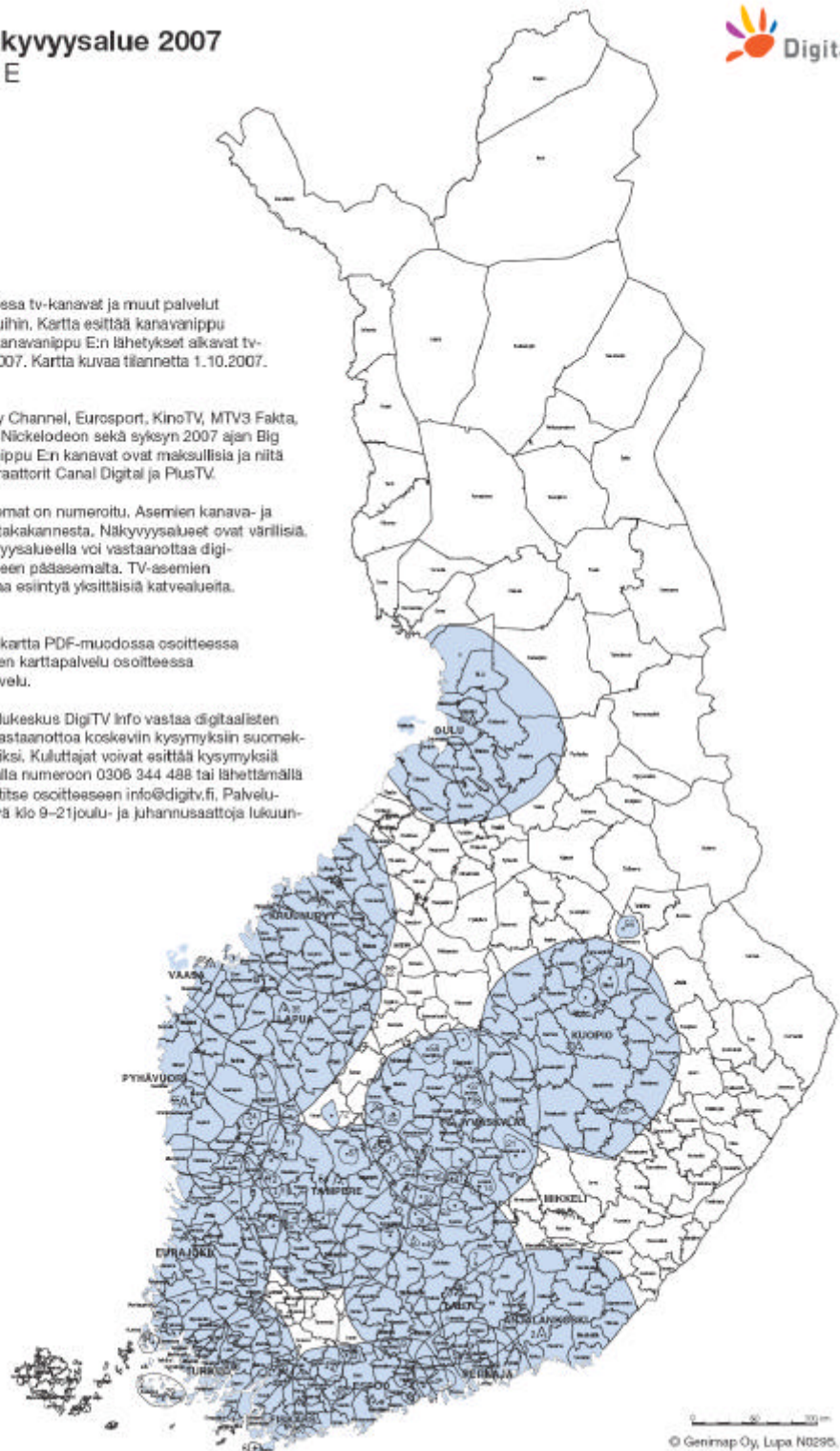
SVT Europa, Discovery Channel, Eurosport, KinoTV, MTV3 Fakta, Music Television MTV, Nickelodeon sekä syksyn 2007 ajan Big Brother 12/7. Kanavanippu E:n kanavat ovat maksullisia ja niitä myyvät maksu-tv-operaattorit Canal Digital ja PlusTV.

Pää- ja täytelähetinasemat on numeroitu. Asemien kanava- ja taajuustiedot löytyvät takakannesta. Näkyvyysalueet ovat värillisiä. Täytelähettimen näkyvyysalueella voi vastaanottaa digi-tv-lähetyksiä myös alueen pääasemalta. TV-asemien näkyvyysalueilla saattaa esiintyä yksittäisiä katvealueita.

#### Lisätietoja

Lisätietoja ja viimeisin kartta PDF-muodossa osoitteessa [www.digitv.fi](http://www.digitv.fi). Sähköinen karttapalvelu osoitteessa [www.digitv.fi/karttapalvelu](http://www.digitv.fi/karttapalvelu).

Valtakunnallinen palvelukeskus DigiTV Info vastaa digitaalisten tv-lähetysten antennivastaanottoa koskeviin kysymyksiin suomeksi, ruotsiksi ja englanniksi. Kuluttajat voivat esittää kysymyksiä koko maassa soittamalla numeroon 0306 344 488 tai lähettämällä kysymykset sähköpostitse osoitteeseen [info@digitv.fi](mailto:info@digitv.fi). Palvelukeskus toimii joka päivä klo 9–21 jouluihin ja juhannusaattoja lukuunottamatta.



1.10.2007

© Genimap Oy, Lupa N0295.

## Liite 6

| nro | TV-asema                 | Kanavanippu E |                   |
|-----|--------------------------|---------------|-------------------|
|     |                          | Kanavanumero  | Keskitaajuus, MHz |
| 1   | Alajärvi                 | 34            | 578               |
| 2   | Anjalankoski             | 56            | 754               |
| 3   | Espoo                    | 53            | 730               |
| 4   | Eurajoki                 | 55            | 746               |
| 5   | Fiskars                  | 58            | 770               |
| 6   | Hanko                    | 50            | 706               |
| 7   | Heinola                  | 50            | 706               |
| 8   | Houtskari                | 27            | 522               |
| 9   | Hyvinkää, Musta-Männistö | 56            | 754               |
| 10  | Hämeenkyrö, Kyröskoski   | 59            | 778               |
| 11  | Ikaalinen                | 39            | 618               |
| 12  | Ikaalinen, Riitala       | 50            | 706               |
| 13  | Jalasjärvi               | 36            | 594               |
| 14  | Joutsa, Lankia           | 27            | 522               |
| 15  | Jyväskylä                | 41            | 634               |
| 16  | Jämsä, Kaipola           | 29            | 538               |
| 17  | Jämsä, Kuorevesi, Halli  | 33            | 570               |
| 18  | Jämsä, Matkosvuori       | 29            | 538               |
| 19  | Jämsänkoski              | 41            | 634               |
| 20  | Kangaslampi              | 44            | 658               |
| 21  | Kangasniemi, Turkinmäki  | 48            | 690               |
| 22  | Kankaanpää               | 51            | 714               |
| 23  | Karkkila                 | 49            | 698               |
| 24  | Karvia                   | 51            | 714               |
| 25  | Keuruu                   | 22            | 482               |
| 26  | Keuruu, Haapamäki        | 37            | 602               |
| 27  | Kihniö                   | 51            | 714               |
| 28  | Korpilahti, Vaarunvuori  | 41            | 634               |
| 29  | Korppoo                  | 27            | 522               |
| 30  | Kruunupyä                | 44            | 658               |
| 31  | Kuhmoinen                | 60            | 786               |
| 32  | Kuhmoinen, Harjunsalmi   | 39            | 618               |
| 33  | Kuopio                   | 52            | 722               |
| 34  | Kustavi, Viherlahti      | 60            | 786               |
| 35  | Lahti                    | 51            | 714               |
| 36  | Lapua                    | 48            | 690               |
| 37  | Laukaa                   | 41            | 634               |
| 38  | Laukaa, Vihtavuori       | 41            | 634               |
| 39  | Lohja                    | 43            | 650               |
| 40  | Loimaa                   | 52            | 722               |
| 41  | Luhanka                  | 23            | 490               |
| 42  | Luopioinen               | 50            | 706               |
| 43  | Mänttä                   | 36            | 594               |
| 44  | Nilsia                   | 32            | 562               |
| 45  | Nokia                    | 48            | 690               |
| 46  | Nokia, Siuro, Linnavuori | 48            | 690               |
| 47  | Nummi-Pusula, Hyönölä    | 42            | 642               |
| 48  | Oulu                     | 37            | 602               |
| 49  | Padasjoki                | 51            | 714               |
| 50  | Padasjoki, Arrakoski     | 55            | 746               |
| 51  | Parkano                  | 32            | 562               |
| 52  | Perho                    | 31            | 554               |
| 53  | Pemaja                   | 39            | 618               |
| 54  | Porvoo, Suomenkylä       | 39            | 618               |
| 55  | Pyhävuori                | 35            | 586               |
| 56  | Rautavaara, Angervikko   | 28            | 530               |
| 57  | Ruovesi, Storminiemi     | 59            | 778               |
| 58  | Saarjärvi                | 38            | 610               |
| 59  | Salo, Isokylä            | 33            | 570               |
| 60  | Siilinjärvi              | 44            | 658               |
| 61  | Sipoo, Galthagen         | 53            | 730               |
| 62  | Sysmä, Liikola           | 44            | 658               |
| 63  | Tammisaari               | 37            | 602               |
| 64  | Tampere                  | 59            | 778               |
| 65  | Tampere, Pyynikki        | 35            | 586               |
| 66  | Turku                    | 60            | 786               |
| 67  | Uusikaupunki, Ruokola    | 31            | 554               |
| 68  | Vaasa                    | 57            | 762               |
| 69  | Vammala, Jyränvuori      | 48            | 690               |
| 70  | Vantaa, Hakunila         | 53            | 730               |
| 71  | Varpaisjärvi, Honkamäki  | 43            | 650               |
| 72  | Virrat, Lappavuori       | 31            | 554               |
| 73  | Äänekoski                | 47            | 682               |
| 74  | Äänekoski, Konginkangas  | 57            | 762               |





## Osaluettelo

Liite 8

### 1 kpl      UHF-Antenni K21-69 1 T1595 (DAT45)



<http://www.finnsat.fi/kauppapaikka/tuote57.html>

Kanavat: K21-K69

Elementit: 45

Taajuusalue: 470 – 862 MHz

Vahvistus: 16.5dB

Etu/takasuhde: 28dB

Pituus: 1200mm

Paino: 2.4kg

Hinta: 65 euroa

---

### 15 kpl      Vision vdt-1020 dvb-t digiboksi



Käyttöohje: [http://www.suomenschneider.fi/products/manual/VDT1020\\_fi.pdf](http://www.suomenschneider.fi/products/manual/VDT1020_fi.pdf)

Esite: <http://www.suomenschneider.fi/products/brochures/VDT1020.pdf>

## Liite 8 (jatkuu)

**Perustiedot:**

- 2.000 kanavapaikkaa
- Nopea käynnistys ja kanavienhaku
- Automaattinen ja manuaalinen kanavienhaku ja tallennus
- Kanavalistan muokkaus: kanavien lukitus, poisto, siirto, nimeäminen ja järjestäminen
- Suosikkilistan muokkaus: lisäys, poisto, siirto ja järjestäminen
- Ohjelmiston päivitys RS232-sarjaportin, toisen boksen tai kaapelisignaalin kautta
- CONAX CAS –kortinlukija maksukanavien katseluun
- Teksti-tv 1000 sivun muistilla
- Menu-valikoissa useita eri kielivaihtoehtoja (mm. suomi, ruotsi, englanti)
- EPG elektroninen ohjelmaopas
- Lapsilukko
- Ajastin
- Suoravalintanäppäimet tärkeimmille toiminnoille
- SWAP-toiminto (paluu edelliselle kanavalle)

**Tekniset tiedot**

- Sisääntulotaajuus:  
VHF: 50-468 Mhz  
UHF: 469-860 Mhz
- Kortinlukija
- Jännite: 90 to 240 V, 50/60 Hz
- Virrankulutus: max 30 W

**Liitännät**

- Kaapeli in/out
- 2 Cinch Audio
- 1 SCART (1 x RGB)
- 1 RS 232 sarjaportti
- 1 Digital Audio Output SPDIF

**Toimitukseen sisältyvät tarvikkeet**

- Kaukosäädin
- Paristot
- Scart-kaapeli

**Mitat (LxSxK) noin:**

- 280 x 200 x 41 mm
  - Paino: 2,3 kg
  - hinta. 75 euroa.
-

**3 kpl Finnsat FST-300CX**

<http://www.finnsat.tv/57.html>

**Perustiedot**

- Kaikki vapaat ja maksulliset digikanavat
- Conax -salauksenpurku ja kortinlukija
- DVB- ja EBU-tekstitys
- RF-Modulaattori, sopii myös vanhoille televisioille
- Monikielinen kuvaruutuvalikko (englanti, suomi, ruotsi)
- 256-värinen graafinen käyttöliittymä
- Ohjelmaopas (EPG), 7 vuorokautta
- Käyttöohje Suomi, Ruotsi ja Englanti
- Erittäin nopea tekstitelevisio, osaa käyttää alasivuja
- Automaattinen kanavahaku / käyttäjän ohjaama kanavahaku
- Ohjelmistopäivitykset televisiosignaalin mukana (OTA) tai RS-232 -sarjaportin kautta
- Tukee MPEG-2- ja DVB-standardia
- Nopea kanavanvaihto
- Kaksi Scarttia
- Video ja Audio RCA-liittimillä
- S-Video lähtö
- Optinen äänilähtö S/PDIF digitaaliäänelle
- Suosikkilistat
- Tehokkaat kanavaeditointitoiminnot (mm. lapsilukko, siirrä ja poista)
- hinta 99 euroa

## Liite 8 (jatkuu)

## Takapaneelin liitännät

|    |                   |                                                                          |
|----|-------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1  | AC SWITCH         | Virta (AC) ON/OFF                                                        |
| 2  | ANT IN (CABLE IN) | Tuloliitin antenniverkon (kaapeliverkon) television antennisignaalille.  |
| 3  | TV OUT            | Televisioon lähtevä antennisignaali                                      |
| 4  | S-VIDEO           | Televisioon tai kuvanauhuriin lähtevä S-videosignaali                    |
| 5  | AUDIO L           | Äänisignaalin vasen kanava                                               |
| 6  | VIDEO             | Komposiittivideolähtö                                                    |
| 7  | VCR               | SCART-lähtöliitin kuvanauhuriin                                          |
| 8  | RF INPUT          | IF INPUT: LNB:stä vastaanottimeen                                        |
| 9  | RF OUTPUT         | IF Loop-through -lähtö toiseen vastaanottimeen (laitteiden ketjutukseen) |
| 10 | RS232             | Sarjaportti ohjelmistopäivityksien tekemiseen                            |
| 11 | AUDIO R           | Äänisignaalin oikea kanava                                               |
| 12 | S/PDIF            | Digitaaliäänen lähtöliitin                                               |
| 13 | TV                | SCART-lähtöliitin televisioon                                            |





**1 kpl Sony Bravia KDL-32D2810K LCD-DiGITV**

[http://www.sony.fi/view/ShowProduct.action?product=KDL-32D3000&site=odw\\_fi\\_FI&pageType=Overview&imageType=Main&category=TVP+LCD+TV](http://www.sony.fi/view/ShowProduct.action?product=KDL-32D3000&site=odw_fi_FI&pageType=Overview&imageType=Main&category=TVP+LCD+TV)

- DVB-C/T-viritin
- Live Colour Creation - laajempi väritoisto
- HD-valmis
- Kompakti, litteä ja tyylikäs muotoilu
- CA-modulipaikka maksukanaville
- BRAVIA Engine -kuvanparannustekniikka
- 3 x HDMI
- Optinen lähtöliitäntä
- PC-liitäntä
- Komposiitti, S-video, 2 x Scart
- Teksti-tv
- Mitat, mukaan lukien jalusta (K x L x S mm): 581 x 790 x 214
- Takuu 1 vuosi
- Hinta 1290 euroa

**1 kpl      Seinäteline Vogelês EFW 6225**

Manuaali: <http://www.mrhifi.fi/pdf/vogels/efw6125.pdf>

Seinäteline 23 " - 32 ":isille LCD/Plasma-näytöille.

Kääntö: 40 astetta

Kallistus: 30 astetta

Maksimi paino - LCD / Plasma: 25 kg

Telineen paino: 4,2 kg

hinta 134 euroa.

---

**Antennikaapeli H125 AL Belden Alumiinifolio/TCU-punos**

**Antenniliitosjohto 2,5 metriä.**

**IEC-uross/IEC-naaras, suojattu (90 dB)**



**F-liitin FST8311**



**Mastohattu 38/45 mm putkelle**



**Tiiviste pannalla. EPDN-kumia**



**Kaapelin mastotiiviste vesinokka 38/45 mm putkelle**



**Kumitiiviste putkille 32-50 mm,  
EPDN-kumia**



**Nippusiteitä säänkestäviä, mustia**

**Kirjallisuusluettelo**

Liite 9

*Opinnäytetyötä varten luettu muu kirjallisuus ja sähköinen aineisto.*

Tietokone.fi. 2007. 3g-puhelimesta ei maksua lainkaan - Kodin tv-maksu kuittaa myös kännykkä-tv:n käytön. 9.10.2006. Saatavissa 2.4.2007:

[http://www.tietokone.fi/uutta/uutinen.asp?news\\_id=28340&tyyppi=1](http://www.tietokone.fi/uutta/uutinen.asp?news_id=28340&tyyppi=1)

Aamulehti. 2007. DigiTV. Saatavissa 1.4.2007:

<http://www.aamulehti.fi/teema/digitv/9560.shtml>

Asuinkiinteistöjen tietoverkko-opas. 2001. Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry, Suomen Kiinteistöliitto ry, Satelliitti- ja antenniliitto SANT ry, Helsinki.

Digitaalinen televisio – Väliraportti 2006. Liikenne- ja viestintäministeriö, 51/2006, Helsinki.

Digitaalitelevisio. 2007. Saatavissa 5.4.2007:

<http://www.tml.tkk.fi/Studies/Tik-110.300/1998/Essays/digitaaliv.html>

DigiTV:n hankala alku. 2007. Saatavissa 3.4.2007:

[http://www.aikakaus.fi/al\\_koulussa/artikkelipankki/digi-tv.htm](http://www.aikakaus.fi/al_koulussa/artikkelipankki/digi-tv.htm)

Digi-tv-sanasto. 2007. Saatavissa 1.4.2007:

<http://www.tsk.fi/fi/info/digi-tv-sanasto.pdf>

Felt, Erkki. 2007. Emmeköhän me Digi-tv:stäkin selviä. Talouselämä 31.8.2007

Järvikivi M. 2005. Digitallementimet. HIFI 11/2005

Järvinen P. 2006. 85 viikkoa digiaikaan. Tietokone 1/2006

Kankare, Matti. 2007. Vielä 171 päivää digikaaokseen. Talouselämä 13.3.2007

Kannisto, Osku. 2007. Digtv opas, taivaalta vai kaapelista. 3/2007. Mikro-Bitti.

Karhu T. 2005. Digiboksit. HIFI 11/2005

Kohti digiaikaa. 2003. Liikenne- ja viestintäministeriö, Helsinki

Merilinna M. Digitelevisio tulee – paras uskoa. Tekniikan maailma 6/2007

Muukkonen, Henrik. 2007. Digi-tv nöyryyttää kansan. Talouselämä 16.8.2007

Nykänen, Backman. 2007. Näkykö kuva?. Tekniikan Maailma 16/2007.

Nykänen J. Kaapelia pitkin. Tekniikan maailma 6/2007.

Pientalon viestintäverkot – toteuttajan opas. 2004. Suomen Omakotiliitto ry, Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry, Helsinki

Ruohomaa, Niemi. 2006. YLEn yleisökertomus 2006, Yleisradio Oy, Helsinki  
Yleisradion hallituksen toimintakertomus v 2006, Yleisradio Oy, Helsinki

Tietokone.fi. 2006. Viestintävirasto ryhtyy myöntämään ohjelmistolupia - Mobii-  
litelevisiolle vauhtia, 21.12.2006. Saatavissa 12.5.2007.  
[http://www.tietokone.fi/uutta/uutinen.asp?news\\_id=29187&tyyppi=1](http://www.tietokone.fi/uutta/uutinen.asp?news_id=29187&tyyppi=1)

Tietokone.fi. 2007. Työryhmä perustettu - Digitelevisioon siirtymistä vauhditetaan,  
7.4.2005. Saatavissa 1.4.2007:  
[http://www.tietokone.fi/uutta/uutinen.asp?news\\_id=23536&tyyppi=1](http://www.tietokone.fi/uutta/uutinen.asp?news_id=23536&tyyppi=1)

Satelliitti- ja antenniliitto, Sant ry. 2007. Saatavissa: <http://www.sant.fi/>

FINNSAT. 2007. Saatavissa: <http://www.finnsat.fi/kauppapaikka/tuote57.html>  
Rakentaja, Digi-TV taloyhtiöissä. Saatavissa 23.10.2007:  
<http://www.rakentaja.fi/index.asp?s=/suorakanava/verkkolehti/04/1004sstl.htm>