

# **Digitaalisten televisiolähetysten käyttö datajakelussa**

Caj Södergård & Ville Ollikainen  
VTT Tietotekniikka

Risto Mäkipää  
Broadcasters Node



ISBN 951-38-5458-2 (nid.)  
ISSN 1235-0605 (nid.)

ISBN 951-38-5459-0 (URL: <http://www.inf.vtt.fi/pdf/>)  
ISSN 1455-0865 (URL: <http://www.inf.vtt.fi/pdf/>)

Copyright © Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) 1999

#### JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT), Vuorimiehentie 5, PL 2000, 02044 VTT  
puh. vaihde (09) 4561, faksi (09) 456 4374

Statens tekniska forskningscentral (VTT), Bergsmansvägen 5, PB 2000, 02044 VTT  
tel. växel (09) 4561, fax (09) 456 4374

Technical Research Centre of Finland (VTT), Vuorimiehentie 5, P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland  
phone internat. + 358 9 4561, fax + 358 9 456 4374

VTT Tietotekniikka, Multimedia, Tekniikantie 4 B, PL 1203, 02044 VTT  
puh. vaihde (09) 4561, faksi (09) 456 7052

VTT Informationsteknik, Multimedia, Teknikvägen 4 B, PB 1203, 02044 VTT  
tel. växel (09) 4561, fax (09) 456 7052

VTT Information Technology, Multimedia, Tekniikantie 4 B, P.O.Box 1203, FIN-02044 VTT, Finland  
phone internat. + 358 9 4561, fax + 358 9 456 7052

Toimitus Leena Ukoski

Libella Painopalvelu Oy, Espoo 1999

Södergård, Caj, Ollikainen, Ville & Mäkipää, Risto. Digitaalisten televisiolähetysten käyttö datajakelussa [The use of digital television broadcasts in data delivery]. Espoo 1999, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT Tiedotteita – Meddelanden – Research Notes 1971. 69 s. + liitt. 3 s.

**Avainsanat** digital video broadcasting, DVB, wireless data broadcast, broadband data transfer

## Tiivistelmä

Digitaalinen televisio (DVB) pystyy välittämään paitsi televisio-ohjelmia, myös suuria tietomääriä koteihin asti. Suomessa rakenteilla oleva digitaalinen maanpäällinen verkko voi toimia merkittävänä kansallisena datajakelualustana, joka tuo uusia käyttäjiä tietopalvelujen pariin ja näin muodostaa kasvualustan uusille palveluille. Samalla uudentyyppiset datapalvelut lisäävät digitaalitelevision houkuttelevuutta kuluttajien silmissä. Datapalvelut hyödyntävät televisioverkon vapaata siirtokapasiteettia ja nostavat täten verkon käyttöastetta erityisesti yöaikaan. Päätelaitteina voivat olla TV-vastaanottimeen kytketty erillinen digitaalivastaanotin (STB), integroitu digitaalinen televisiovastaanotin tai jopa DVB-kortilla varustettu mikrotietokone.

On kuitenkin pidettävä mielessä, että datapalveluja – laajakaistaisiakin – on tarjolla koteihin myös kilpailevien jakeluteiden kautta, kuten kaapelimodeemien, puhelinverkon ja lähivuosina jopa sähköverkon ja matkapuhelinverkon kautta. Maanpäällinen DVB ei ole kilpailukykyinen näiden kanssa vuorovaikutteisessa internet-surffailussa, jossa data siirtyy kaksisuuntaisesti “point-to-point”, koska siirtokapasiteetti rajoittaa samanaikaisen käyttäjien lukumäärän muutamaan sataan. Sen sijaan DVB sopii datan broadcast-tyyppiseen “point-to-multipoint”-jakeluun. Tällainen aito push-palvelu ei välttämättä vaadi paluuyhteyttä. DVB:n etuja on myös, että datapalveluja voidaan katsoa TV-vastaanottimella teksti-TV:n tavoin muun katselun lomassa, jopa TV-ohjelmiin synkronoituina. Jos siirrettävät datamäärät ovat hyvin pieniä, kuten sähköpostin koputuspalveluissa, DVB voi siirtää tietoja point-to-point-periaatteellakin jopa miljoonille vastaanottajille. Tällöin TV-vastaanotin on ikäänkuin kiinteästi kytkettynä tietoverkkoon samalla tavalla kuin matkapuhelin nykyään.

DVB:n datapalvelujen saaminen kiinnostaviksi ja kattaviksi vaatii avoimuutta, eli että televisioyhtiöiden tuottamien sisältöjen lisäksi myös kolmansien osapuolten sisältöjä saadaan välitetyksi. Sisältöjen tehokas tuotanto taas edellyttää internet-standardien noudattamista, jolloin avautuu varsin laaja sisältöjen kirjo. Internetin aineistot voidaan tällöin muuntaa puoli- tai täysautomaattisesti digitaalivastaanottimille sopivaan muotoon. Avoimuus vaatii myös keskenään yhteensopivia digitaalivastaanottimia, joissa on standardoitu rajapinta sovellusohjelmiin päin. Saman rajapinnan pitäisi kattaa kaikki kodin vastaanottolaitteet. Pohjoismaissa tehdään NorDig ryhmässä työtä yhteisen raja-

pinnan puolesta. Jakelussa standardinomaisuus edellyttää IP-pohjaisten protokollien noudattamista sekä point-to-point- että point-to-multipoint(multicast)-siirrossa. Tällöin jokaisella digitaalivastaanottimella on oma tunnus, esimerkiksi IP-osoite tai valtuutus-koodi.

Kilpailukykyiset TV:llä katsottavat massajakelupalvelut, jotka ladataan digitaalivastaanottimeen esimerkiksi yön aikana, toimivat nykyisen teksti-TV:n ja internetin tavoin ja voidaan saada sen takia helposti omaksuttaviksi. Tällaisen palvelun perustaso ei vaadi paluuyhteyttä, joskin aineisto voi sisältää linkkejä internetissä olevaan oheistietoon, jonka seuraaminen vaatii internet-yhteyden avaamista. Potentiaalisimpia massajakelupalveluja ovat sisällöntuottajien ja internet-operaattorien kotisivut eli portaalit sekä multimediauutispaketit. Mainonnalla ja muilla kaupallisilla palveluilla on tärkeä rooli. Julkinen tiedottaminen esimerkiksi työpaikoista ja vaikkapa liikenne- ja keliolosuhteista on myös kiinnostavaa.

Yllä kuvatut potentiaaliset jakelupalvelut olisi syytä testata käytännössä tarpeeksi suuressa koeryhmässä. Aluksi riittäisi maanpäällisen verkon yhden multipleksin käyttö. Aktiiviset välipalvelimet muuntavat internet-aineistoja DVB:n vaatimaan muotoon. Asiakaspuolella käytetään digitaalivastaanottimia, joissa on riittävästi muistitilaa tietopakettien varastointiin.

Södergård, Caj, Ollikainen, Ville & Mäkipää, Risto. Digitaalisten televisiolähetysten käyttö datajakelussa [The use of digital television broadcasts in data delivery]. Espoo 1999, Technical Research Centre of Finland, VTT Tiedotteita – Meddelanden – Research Notes 1971. 69 p. + app. 3 p.

**Keywords** digital video broadcasting, DVB, wireless data broadcast, broadband data transfer

## Abstract

Digital television (DVB) is able to carry, except television programs, also large amounts of data into the homes. The digital terrestrial network being built in Finland can serve as a significant national data delivery platform, which brings new users of information services and thus stimulates the growth of services. At the same time, new types of data services make digital television more attractive to the consumers. Data services use the free transmission capacity of the television network and therefore raise the network utilisation especially at night times. The terminal is a separate digital set-top box connected to the television set, an integrated digital television set or a PC equipped with a DVB-card.

However, it should be noticed, that data services – including broadband – are offered to the homes also through competing delivery media, like cable modems, telephone network, and soon through the electrical power and mobile phone networks. Terrestrial DVB cannot compete with these alternatives in interactive internet surfing, where data moves in both directions "point-to-point", because the transmission capacity limits the number of simultaneous users to some hundred. Instead, DVB suits well for broadcasting data "point-to-multipoint". This real push service does not necessarily require any return channel. An advantage of DVB is also, that data services can be viewed on the television screen like text TV as a part of normal TV viewing, even synchronized to running TV programs. If the amount of transmitted data is very small, like in e-mail alerts, DVB is able to deliver "personalized" data "point-to-point" even to millions of receivers. In this case, the TV receiver is in a way constantly connected to the network like a mobile phone nowadays.

Making DVB data services interesting and multifaceted requires openness. In addition to the content produced by the television companies, third-party content should be delivered. An efficient production of content demands compliance with internet standards, through which a very rich variety of content is made available. Internet content can be converted partly or totally automatically into a form suitable for digital television sets. Openness also demands mutually compatible set-top boxes.

## Alkusanat

Tämä esitutkimus on tehty projektissa, jonka ovat rahoittaneet Tekes, Alma Media, HPY, Nokia, Sonera ja Yleisradio. Työn on ohjannut johtoryhmä, johon ovat kuuluneet Jorma Rissanen (puh.joht.), Jorma Havia, Erkki Hietanen, Timo Lahnalampi, Aimo Maanavilja, Raimo Launonen ja Raimo Mäkilä. Kiitämme johtoryhmää tuesta ja hyvästä yhteistyöstä.

Esitutkimusta edelsi suunnittelutyö, johon osallistuivat mainittujen lisäksi Veikko Hara, Matti Penttilä ja Juha Ylä-Jääski. Arvokkaita kommentteja on saatu Pasi Pohjalalta, Ari Ikoselta, Kimmo Palletvuorelta, Hannu Marsalolta ja Timo Sinkkilältä. Kiitämme myös näitä henkilöitä.

Espoossa 22.3.1999

Tekijät

# Sisällysluettelo

Tiivistelmä .....	3
Abstract .....	5
Alkusanat .....	6
Lyhenteet.....	9
1. Johdanto .....	11
2. Tiedon laajakaistajakelun vaihtoehdot .....	13
2.1 DVB .....	13
2.1.1 Datasiirto DVB:ssä.....	15
2.1.2 DVB:n standardoinnin merkitys.....	15
2.2 Muut nopeat siirtotekniikat.....	16
2.2.1 Puhelinverkko (ADSL).....	16
2.2.2 Kaapeli-TV-modeemit.....	17
2.2.3 Sähköverkko .....	17
2.2.4 Matkapuhelinverkko.....	18
2.2.5 Mikroaaltoihin perustuvat verkot .....	19
2.3 DVB:n vahvuuksia ja heikkouksia suhteessa vaihtoehtoihin .....	19
3. Datat langattoman broadcast-jakelun tekniikoita .....	21
3.1 Analoginen jakelu.....	21
3.1.1 Koulukanavan data-TV-sovellus .....	21
3.1.2 Yhdysvaltalaiset sovellukset: Wavetop ja Intercast .....	21
3.2 DVB:n lisäpalvelut .....	22
3.3 DVB:n IP-palvelut .....	23
3.3.1 DVB:n point-to-point-tyyppiset IP-palvelut .....	24
3.3.2 DVB:n multicast-tyyppiset IP-palvelut .....	26
3.4 DVB:n tuotanto- ja lähetysjärjestelmä.....	29
3.4.1 Multipleksaus .....	29
3.4.2 Multipleksien hallinta.....	30
3.4.3 DVB:n siirtokanavat.....	30
3.4.4 Asiakkaiden hallinta .....	33
3.5 Sisällöntuottajien liityntä lähetysjärjestelmään .....	34
4. Päätelaitteiden selvitys .....	37
4.1 Laitetyypit.....	37
4.1.1 PC:n DVB-kortti.....	37

4.1.2	Digitaalivastaanotin.....	37
4.2	Käyttöjärjestelmät ja API-rajapinta .....	39
4.3	Käyttöliittymä.....	40
4.3.1	Electronic Programming Guide.....	41
4.3.2	WWW-selain.....	43
4.4	Multimedian tallennus- ja esitysstandardit.....	43
4.4.1	Tallennusstandardit .....	44
4.4.2	Multimedian esitysstandardit .....	45
4.5	Päätelaitteen liitännät.....	46
4.5.1	Kotiväylä .....	46
4.5.2	Päätelaitteen liitännät lähiverkkoon ja toimiminen reitittimenä sekä asiakkaan rajapinta internet-verkkoon.....	47
4.6	Muutama digitaalivastaanottoon liittyvä ajatus .....	49
5.	Suomalainen maanpäällinen DVB .....	50
6.	Datan broadcast-jakeluun soveltuvat palvelut.....	52
6.1	Massajakelu .....	52
6.2	Suuret tietomäärät.....	53
6.3	Internet-käyttö.....	54
7.	DVB-pohjaisten datapalvelujen kilpailukykyyn arviointi.....	55
8.	DVB-pohjaisen kilpailukykyisen jakelualustan ja sen palveluiden määrittely .....	58
8.1	Personointi .....	58
8.2	DVB-datapalvelualusta.....	58
8.3	Kokeiltavat palvelut.....	59
8.4	Kokeilujärjestelmä.....	60
8.5	Palvelualustan toteutukseen liittyviä kysymyksiä .....	64
	Lähdeluettelo.....	66

Liite 1. Eräs menetelmä DVB:n IP-osoitteiston järjestämiseksi



# Lyhenteet

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
API	Application Programming Interface
AVI	AudioVisual Information
CA	Conditional Access
CDF	Channel Definition Format
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications
DOCSIS	Data Over Cable System Interface Specification
DVB	Digital Video Broadcasting
DVB-S	Digital Video Broadcasting – Satellite
DVB-C	Digital Video Broadcasting – Cable
DVB-T	Digital Video Broadcasting – Terrestrial
DVD	Digital Versatile Disk
EBU	European Broadcasting Union
ES	Elementary Stream
EPG	Electronic Program Guide
ESG	Electronic Service Guide
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FEC	Forward Error Correction
FTP	File Transfer Protocol
GPRS	General Packet Switched Radio Service
GSM	Global System for Mobile communications
HDSL	High bit-rate Digital Subscriber Line
HSCSD	High Speed Circuit Switched Data
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	HyperText Transfer Protocol
IGMP	Internet Group Management Protocol
IMU	Integroitu julkaiseminen MULTIMEDIAPERKOSA
INRIA	Institut national de recherche en informatique et en automatique
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISP	Internet Service Provider
KAMU	Kansallinen multimediahanke
LMDS	Local Multipoint Distribution Service
MCNS	Multimedia Cable Network System
MFTP	Multicasting File Transfer Protocol?
MHEG	Multimedia Hypermedia Experts Group
MHP	Multimedia Home Platform
MPEG	Moving Picture Experts Group
NVOD	Near Video On Demand NorDig

OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
PES	Packetized Elementary Stream
PID	Packet Identifier
PPV	Pay Per View
PSTN	Public Switched Telephone Network
RADSL	Rate Adaptive Asymmetric Digital Subscriber Line
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QPSK	Quarternary Phase Shift Keying
RFC	Internet Requests for Comments
R-S	Reed-Solomon-koodaus
RTP	Real Time Protocol
RTSP	Real Time Streaming Protocol
SDSL	Symmetric Digital Subscriber Line
SI	Service Information
SMIL	Synchronized Multimedia Integration Language
SMS	Subscriber Management System
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
STB	Set Top Box
TAM	Technical Aspects of Multimedia Home Platform
TCP	Transmission Control Protocol
TIVEKE	Kansallinen tietoverkkojen kehittämisohjelma
UDP	User Datagram Protocol
UHTTP	Unidirectional Hypertext Transfer Protocol
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
VDSL	Very-high-bit-rate Digital Subscriber Line
VPN	Virtual Private Network
VRML	Virtual Reality Modelling Language
WWW	World Wide Web
xDSL	ADSL, HDSL, RADSL, SDSL tai VDSL (DSL = Digital Subscriber Line)
XML	Extended Markup Language

# 1. Johdanto

Tietoliikenteen seuraavia kehitysaskelaita on tarjota multimedia- ja muut data-intensiiviset palvelut koteihin nopeita verkkoyhteyksiä pitkin. Digitaalinen televisio (Digital Video Broadcasting – DVB) tarjoaa maanpäällisenä lähetyksenä, kaapeli-lähetyksenä ja satelliittilähetyksenä nopean jakelualustan palvelutarjoajilta asiakkaille. Kotien vastaanottolaitteena toimivat DVB-vastaanottokortilla varustettu PC, televisio ja erillinen digitaalivastaanotin (= Set Top Box, STB) tai digitaalinen televisiovastaanotin. Puhelinverkko tai kaapeli-TV-verkko voivat tarvittaessa toimia paluukanavana asiakkaalta palvelun tarjoajalle päin.

Digitaalitelevision mahdollistamat datapalvelut jakaantuvat kahteen ryhmään:

- TV-ohjelmiin liittyvät *palvelutietojärjestelmät*, kuten Electronic Program Guide (EPG) ja urheiluohjelman tilastotiedot. Nämä palvelut eivät välttämättä vaadi paluuyhteyttä. Kehittynein lisäpalvelu – vuorovaikutteinen televisio – vaatii paluuyhteyden.
- TV-ohjelmista *riippumattomat lisäpalvelut*, kuten IP-pohjaiset internet-palvelut. Nämä vaativat tyypillisesti paluuyhteyden, jonka kautta palvelut tilataan. Tosin niin kutsutut tarjontapalvelut ("push-palvelut") voivat toimia myös ilman paluuyhteyttä.

Tämä esitutkimus kattaa pääasiallisesti ohjelmista riippumattomia lisäpalveluja, joskin myös palvelutietojärjestelmät huomioidaan. Tarkastelussa keskitytään sellaisiin palveluihin, jotka eivät kuulu niin kutsutun superteksti-TV:n piiriin.

Tässä vaiheessa on oleellista yksilöidä niitä palvelutyyppejä, joissa datan multicast-jakelu DVB:ssä on kilpailukykyinen verrattuna muihin siirtovaihtoehtoihin, kuten xDSL ja kaapeli-TV-datayhteyteen. Potentiaalisimpia palveluja ovat sellaiset, joissa samaa tietoa jaetaan samaan aikaan monelle vastaanottajalle (massajakelu). Yksilöllisempi palvelu tulee kysymykseen, jos siirrettävä tietomäärä on niin suuri, ettei sen välittäminen riittävän nopeasti onnistu muita yhteyksiä käyttäen (esimerkiksi liikkuvaa vastaanottoa), tai sitten niin pieni, ettei se kuormita verkon siirtokapasiteettia. Massajakeluna voidaan esimerkiksi tilata elokuva, äänite tai tietokoneohjelma toimitettavaksi kotimikron kovalevyille. Yksilöllisessä palvelussa myös suurten tietomäärien kopiointi palvelimelta toiselle on varteenotettavaa. Lyhyiden henkilökohtaisten viestien ja tiedotteiden välittäminen televisiokanavalla saattaisi myös tulla kyseeseen. On erityisesti selvitettävä, miten digitaalitelesioverkon datapalvelut integroituvat internet-verkon palveluihin.

Jakelualustan rakentaminen on moniulotteinen tehtäväkokonaisuus. Hanke edellyttää teleoperaattoreiden, sisällöntuottajien sekä laitevalmistajien yhteistyötä. Hankkeen ensimmäisessä vaiheessa on sen vuoksi käynnistetty tämä esitutkimus, jossa selvitetään

laajakaistajakelun vaihtoehtoja, datacast-tekniikoita sekä niihin soveltuvia palveluita. Esitutkimuksen tuloksena syntyvät DVB-pohjaisen datajakelun kilpailukykyisen järjestelmä-palvelu -yhdistelmän määrittely sekä sen toteutussuunnitelma, jossa hankkeen eri toimijoiden roolit käyvät ilmi.

Julkisuudessa on esitetty huoli DVB:n käyttöönoton aikataulusta: näkemyksen mukaan DVB:lle ei ehditä kehittää riittävän houkuttelevia lisäpalveluja, jotta kuluttajat alusta pitäen investoisivat vastaanottolaitteistoihin. Tässä esitutkimuksessa onkin kiinnitetty erityistä huomiota sellaisiin ratkaisuihin, jotka noudattavat olemassa olevia standardeja ja joita nykyinen tiedontuotannon ja tiedonvälityksen infrastruktuuri tukee.

Esitutkimuksen perusteella voidaan arvioida, löytyykö sijaa DVB-pohjaiselle datajake-  
lulle Suomessa ja ulkosuomalaisille. Jos näin on, esitutkimuksessa löytyy konkreettinen suunnitelma jakelualustan rakentamiseksi.

## 2. Tiedon laajakaistajakelun vaihtoehdot

Optiseen kuituun perustuva runkoverkko pystyy Suomessa siirtämään dataa nykyisiin sovelluksiin tarvittavalla nopeudella; pullonkaulana ovat yhteydet runkoverkosta kotitalouksiin eli niin kutsuttu "last mile". Parhailaan on kehitteillä useita teknikoita datayhteyden tuomiseksi kotitalouksiin nykyistä 20 - 60 kertaa suuremmalla nopeudella. Vastaavasti runkoverkkoa kehitetään suoriutumaan yhä laajakaistaisemman tiedonsiirron tarpeista. DVB:n lisäksi nopeita yhteyksiä tarjoavat puhelinliittymän xDSL-tekniikka, kaksisuuntainen kaapeli-TV sekä sähköverkko. Myös uuden sukupolven matkapuhelimet sallivat nopeita datasiirtoja paikasta riippumatta. Lisäksi löytyy langattomia paikallisverkkoja. DVB:n datapalveluja suunniteltaessa on huomioitava, että samanlaisia palveluja saattaa olla saatavissa myös näitä kilpailevia kanavia pitkin. On löydettävä DVB:n vahvoja puolia ja rakennettava palvelut näiden varaan.

### 2.1 DVB

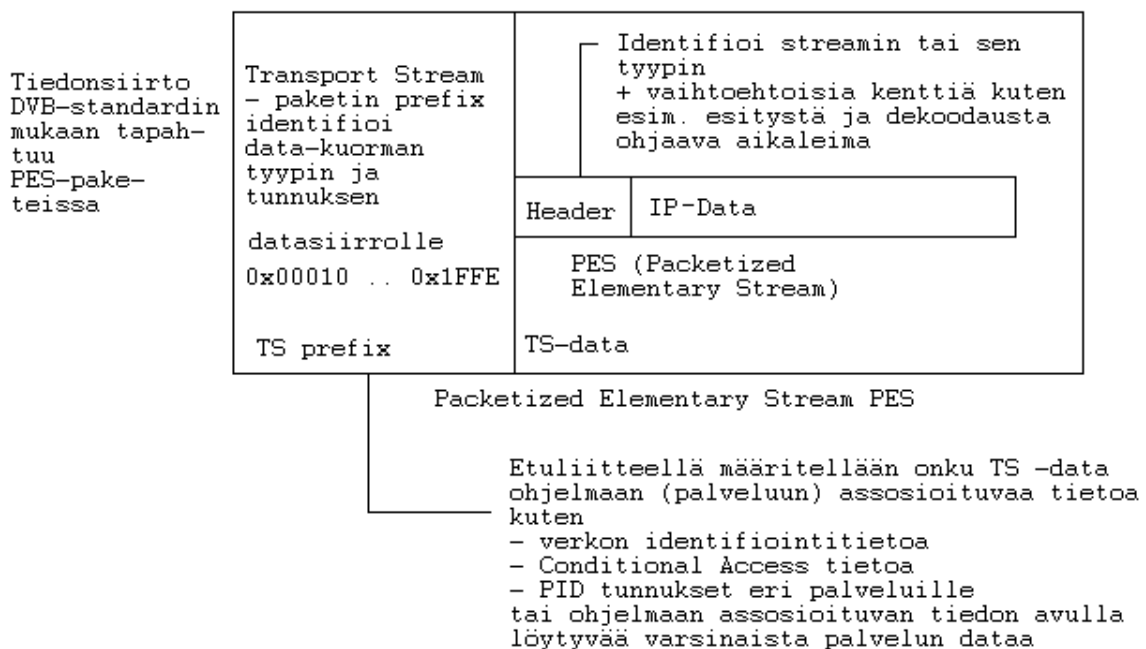
TV-verkkojen digitalisointi tarjoaa nykyistä selvemmän ja terävämmän kuvan, lähes CD-tasoisien äänen, enemmän kanavia sekä halvemmän ja nopeamman datasiirron. DVB mahdollistaa 5 - 10-kertaisen määrän TV-kanavia samalla taajuuskaistalla kuin perinteinen analogiatekniikka. TV- ja verkko-operaattorit kautta maailman etsivät datasiirto-sovelluksia digitaaliseen televisioverkkoon. Suomessa maanpäällinen DVB-verkko tulee tarjoamaan siirtokapasiteettia myös datapalveluihin. Kansallisessa tietoverkkojen kehittämisohjelman TIVEKE, [Suomalaisen tiedon valtatie tekninen kehitys] -raportin mukaan digitaaliset TV- ja radioverkot tulevat toimimaan tiedon valtatie laajakaistaisina jakelupalveluina. Saman raportin mukaan IP-tekniikan on arveltu ulottuvan kymmenessä vuodessa puoleen televerkon tilaajakeskuksista. Tätä taustaa vasten DVB-datapalveluissa katse kannattaakin suunnata pääasiassa IP-pohjaisiin palveluihin.

DVB:n lähetyksen perusyksikkö on ohjelmanippu (multipleksi), joka vie yhden analogisen kanavan taajuuskaistan. Yhden multipleksin datavirtaa kutsutaan *siirtobittivirraksi* (Transport Stream). Datapalvelut DVB-verkossa jakautuvat ohjelmapalveluihin liittyviin ja muihin datapalveluihin. Se, kuinka datapalvelut, ohjelmapalvelut ja päätelaitteen ohjaamiseen tarvittava data sekä myöskin palveluiden valitsemiseksi tarvittava data siirretään bittivirtaan lomiteltuna samassa multipleksissa, on määritelty DVB standardeissa. Standardi määrittelee myös mekanismin videon ja audion koodaukseen.

Jakelun mukana välitettävä verkkokohtainen informaatio ilmaisee taulukkomuodossa eri jakeluteiden (satelliitti-, kaapeli- ja maanpäällisen jakelun) digitaalivastaanottimen tarvitsemat viritystiedot. Viritysinformaatio talletetaan vastaanottimen häviämättömään muistiin. Jotta palveluiden välittäminen järjestelmästä toiseen olisi mahdollisimman

yksinkertaista, on kukin siirtobittivirrassa välitetty palvelu, datavuo, oltava yksilöitävissä. Järjestelmä toimii siten, että kullekin palvelulle määritellään yksilöintiä varten kolme tunnusta: alkuperäisen verkon tunnus (original\_network\_id), siirrettävän bittivirran tunnus (transport\_stream\_id) ja palvelun tunnus (service\_id).

DVB-verkon palvelujen, jotka yhdistetään yhteen multiplekseriltä lähtevään bittivirtaan eli siirtobittivirtaan, täytyy olla standardivastaanottimessa erotettavissa toisistaan. Tämän takia on yhdistämisessä noudatettava standardoituja sääntöjä. Kustakin palvelusta muodostetaan erikseen oma datavuo eli Elementary Stream (ES). Kukin palvelun muodostama ES on tunnistettavissa omasta tunnuksestaan PID (Packet Identifier). Ennen yhdistämistä kukin erillinen palvelu, joka halutaan yhdistää multipleksiin, täytyy paketoitua samannimittaisiin bittilohkoihin eli paketteihin. Nämä paketit ovat 188 tavun mittaisia. Elementary Streamit muodostavat Packetized Elementary Streamin (PES) (kuva 2.1). Siirtobittivirrassa on määrättyjä kenttiä, jotka kertovat konfiguraation, jolla kutakin siirrettävää palvelua vastaavat pakettivuot on lomitettu keskenään. Tämä tarkoittaa sitä, että nämä pakettivuot on aikamultipleksattu kiinteään kehykseen, kukin omaan paikkaansa.



Kuva 2.1. PES-paketin rakenne.

### 2.1.1 Datasiirto DVB:ssä

DVB-järjestelmä hyödyntää videon ja äänen MPEG2-koodausta [Freeman 1998]. Siirtobittivirran koodaus sallii yhden tai useamman ohjelman yhdistämisen yhteen datavuohon. Palvelut siirretään PES-paketeissa. Paketin otsikkokenttä (header) yksilöi sen datavuon, mihin paketti kuuluu, sekä kertoo peräkkäisten datavuon tavujen lukumäärän. Datavuot puskuroidaan ja dekodataan välittömästi vastaanottimessa. DVB-standardiin [ETS 300 486] on palveluina määritelty muiden muassa digitaalinen televisio, digitaalinen radio, teksti-TV, lähes tosiaikainen tilausvideopalvelu (NVOD) ja käyttäjän määrittelemät palvelut.

Datan siirtämiseksi DVB:n siirtobittivirrassa on useita eri tapoja:

- MPEG2-standardin mukaisesti yksityinen data voidaan siirtää siirtobittivirran PES-paketeissa, adaptation fieldissä tai ns. private sectionissa.
- Ainoastaan PES-paketeissa omalla PID-tunnuksella eli omana Elementary Streaminä siirrettävillä palveluilla on tulevaisuudessa merkitystä suurten datamäärien siirrossa. Markkinat ovat jo valinneet tämän siirtotavan – näin voidaan todeta ainakin DVB-S-vastaanottokorttien kohdalla.
- Teksti-TV-pohjaisen datasiirron nopeutta DVB:ssä rajoittaa yhteensopivuusvaatimus analogisen televisiolähetysten jakelun kanssa. Muutoin DVB-määrittely [EN 300 472] ei rajoita teksti-TV:n (EBU SPB 492) siirtonopeutta.

### 2.1.2 DVB:n standardoinnin merkitys

DVB-järjestelmän merkittäviä vahvuuksia on sen digitaalisuus ja yhteensopivuus MPEG2-standardin kanssa. Digitaalisuus ja käytetty MPEG2-standardi tarjoaa joustavasti jaettavan siirtokaistan usealle palvelulle. Koska MPEG2-standardi on käytössä myös tallennustekniikassa ja langallisen verkon tiedonsiirto-sovelluksissa, DVB-järjestelmä on kohtuullisilla järjestelyillä yhteensovitettavissa muiden digitaalisten järjestelmien kanssa.

Koska kaikissa DVB:n siirtokanavissa käytetään samaa palvelujen identifiointijärjestelmää ja koska eri siirtokanavien DVB-ratkaisut eroavat toisistaan vain kanavakoodaukseltaan, on ohjelmien siirtäminen DVB-siirtokanavasta toiseen suoraviivaisesti toteutettavissa.

Vastaanottimen rakentamista yksinkertaistaa DVB-järjestelmän aikajakoinen siirtomenetelmä. Lisäksi DVB:n vahvana etuna on siinä käytetty menetelmä välittää palvelutiedot siirtokehyksessä standardoidulla tavalla. Tämä aina siirrossa mukana oleva palveluihin kohdentuva lisädata mahdollistaa vastaanottimet, jotka kielialueesta, palvelujen yhdistelmästä ja jakelukanavasta riippumatta pystyvät opastamaan asiakasta hänen haluamansa palvelun valinnassa.

Siihen saakka kunnes laitevalmistajat tuovat markkinoille vastaanottimia, joilla kaikkien kolmen jakelukanavan – kaapelin, satelliitin ja maanpäällisen – vastaanotto voi tapahtua samalta laitteelta, on asiakkaan hankittava kutakin jakelutapaa varten oma vastaanottimensa. Tämän asiakas kokee tietenkin palvelun heikkoutena. Palveluiden vuorovaikutteisuuden lisääntyessä DVB-tiedonsiirtojärjestelmän yksisuuntaisuus heikkoutena korostuu.

Koska DVB-standardi on rakennettu yleisradiotarkoituksiin, DVB ei perusmuodossaan sisällä menetelmiä asiakkaan yksilöintiin. Koska asiakkailta ei ole omaa yksilöivää tunnusta, ei myöskään asiakkaiden ryhmittely ole mahdollista. Ryhmittely onkin hoidettu ehdollisella pääsytekniikalla eli salaamalla läheteet ja edellyttämällä, että palvelun piiriin tuleva asiakas hankkii salauksenpurkuoikeudet.

## **2.2 Muut nopeat siirtotekniikat**

### **2.2.1 Puhelinverkko (ADSL)**

ADSL-tekniikalla (Asymmetric Digital Subscriber Line) siirretään tavallisessa puhelinverkossa tietoa kuluttajalle jopa 6 Mbit/s. Paluuyhteys voi olla nopeudeltaan 1 Mbit/s. Etäisyys lähimpään puhelinkeskukseen ei saa ylittää muutamaa kilometriä, joten tekniikka soveltuu parhaiten taajamiin. Suomessa HPY tarjoaa pääkaupunkiseudulla ADSL-yhteyksiä kotitalouksiin Areena 2000 -verkossaan. Kokeilussa on toistaiseksi mukana muutama kymmenen etätyöntekijää. Hinta on vielä korkeahko tavallisille kuluttajille mutta laskenee lähivuoden aikana sille tasolle, että tekniikka lähtee yleistymään. ADSL:n lisäksi löytyy muita xDSL-siirtotekniikoita, kuten esim. HDSL, SDSL, RADSL ja VDSL. xDSL-siirtojärjestelmät mahdollistavat tilaajaparikaapelissa siirt nopeudet 55 Mbit:iin/s saakka. Laitteiden suorituskyky riippuu paljolti tilaajaverkon ominaisuuksista, jotka vaihtelevat maittain huomattavasti.



## 2.2.2 Kaapeli-TV-modeemit

Kaapeliverkko rakennetaan erikoiskaapeleista, joiden siirtokapasiteetti mahdollistaa korkealaatuisen jakelutien kymmenille analogisillekin (taajuusjakoisille) TV-kanaville. Kaapelin taajuuskaistasta on mahdollista varata yksi tai useampi TV-kanava myös data-siirtoon: kaapelimodeemilla toteutettu internet-yhteys toimiikin näin.

Kaapeli-TV-modeemeissa käytetään pääasiallisesti kahta järjestelmää: Yhdysvalloista lähtöisin olevaa MCNS/Docsis-järjestelmää ja eurooppalaista DVB-standardin mukaista järjestelmää [ETS 300 800].

Suomessa on yli 800 000 kaapelitelevisioliittymää. Näiden verkkojen muuntaminen kaksisuuntaiseksi mahdollistaa datan paluukanavan käytön ns. kaapelimodeemin kautta. Kaapelimodeemi kytketään kaapeli-TV-verkkoon koaksiaaliliittimeen ja PC:hen ethernet-liitännällä. MCNS/Docis-kaapelimodeemi tukee vastaanotossa 64/256 QAM-modulaatiota, joka mahdollistaa jopa 36 Mbps siirtonopeuden 6 MHz:n kaistalla. Jos samaan laitteeseen tahdotaan integroida sekä DVB-vastaanotin että kaapelimodeemi, on laitteessa syytä olla kaksi etupäätä, toinen televisionkatselua ja toinen modeemia varten. DVB mahdollistaa myös huokeamman QPSK-modulaation käytön, jolloin toisen etupään ja sitä kautta koko vastaanottimen valmistus halpenee. yksinkertaisemman modulaation vastapainoksi DVB pystyy paremmin hyödyntämään eurooppalaisen television 8 MHz taajuuskaistan. Markkinoilla on 1 000 MHz koaksiaalikaapelijärjestelmiä, joten kaapeli-TV-verkossa on tarjolla runsaasti siirtokapasiteettia TV-ohjelmien lisäksi. Kaapelimodeemin avulla kaapelitelevisioverkon asiakkaille voidaan tarjota laajakaistaiset data-palvelut kotiin.

Suomessa on Helsinki-TV KAMU10-projektissa kaksisuuntaistanut osan kaapeli-TV-verkostaan. Tällä hetkellä palvelulla on yli 300 asiakasta, jotka saavat noin 1 Mbit/s yhteyden itseensäpäin kaapelimodeemin kautta. Soneralla on vastaava järjestelmä Lappeenrannassa ja se vie ratkaisunsa myös ulkomaille. Myös muualla Suomessa on vastaavia hankkeita käynnistymässä.

## 2.2.3 Sähköverkko

Tavallista sähköverkkoakin voidaan käyttää nopeassa datasiirrossa. Kanadalaisen Nortelin (<http://www.nortel.com>) englantilaisen tytäryhtiön Norwebin kehittämä tekniikka siirtää jopa 20 MHz datasiignaalin kotien ja lähimmän sähkömuuntajan välillä. Tämä tarkoittaa sitä, että dataa voidaan siirtää noin 1 Mbit/s nopeudella. Häiriöiden vuoksi täytyy sähköjohdon kodista muuntajaan olla suojattu ilmakaapeli tai maakaapeli. Tämän tekniikan etuna on se, että sähköjohdot ulottuvat jokaiseen kotitalouteen ja ongelmana

se, että datasiignaali täytyy suodattaa voimavirrasta. Koteihin asennetaan suodatusyksikkö, joka erottaa signaalin sähkövirrasta. Nortel uskoo, että suotimen hinta tulee olemaan ISDN-sovittimen hintaluokkaa. Internetin runkoverkosta signaali saapuu sähkömuuntajaan optista kaapelia pitkin. Muuntimien liittäminen optiseen verkkoon vaatii suuria investointeja. Tekniikka soveltuu paremmin Euroopassa kuin Pohjois-Amerikassa käytettäväksi, koska sähkömuuntaja palvelee Euroopassa keskimäärin 300 taloutta, kun luku Pohjois-Amerikassa on 10. Datasiirron sallittu taajuusalue sähköjohdossa, joka nyt on 9 - 95 kHz, täytyy myös laajentaa kaistalle 1 - 20 MHz. Näyttää siis siltä, että kuluu useita vuosia, ennenkuin tämä tekniikka on valmis laajamittaiseen käyttöön.

Tämän kokeilun pioneeri on United Utilities Manchesterissa, Englannissa. Pioneerikokeilussa liitettiin paikallisen peruskoulun 12 tietokonetta sähköliittymän kautta internetiin. Stockholms Energi kokeilee omassa sähköverkossaan tiedonsiirtoa 200 tukholmalaiseen kotitalouteen (<http://www.tagish.co.uk/ethos/news/lit1/f36e.htm>). Jos kokeilu ja sitä seuraavat pilottiprojektit osoittautuvat kannattaviksi, aikoo Stockholms Energi tarjota lähimmän 3 vuoden sisällä 100 000 asiakkaalleen sähköliittymän kautta internet-sekä mahdollisesti myös paikallispuheluja. Tämä vaatii noin 1 600 muuntajan liittämistä optiseen kuituverkkoon, mikä maksaa noin 400 miljoonaa SEK. Myös Norjassa kokeilee Stavanger Energi tätä tekniikkaa (<http://www.krokaa.no/>).

#### **2.2.4 Matkapuhelinverkko**

Kolmannen sukupolven langaton puhelinverkko (UMTS: Universal Mobile Telecommunication System) tulee rajoitettuun käyttöön vuonna 2002 ja täyteen käyttöön 2005. UMTS-verkko siirtää dataa jopa 2 Mbit/s, kun käyttäjä on paikalla tai liikkuu hitaasti. Lisäksi tämä nopeus on tarjolla vain taajamissa ja vain hetkellisiin tarpeisiin. Myös sääolot voivat vaikeuttaa nopeita siirtonopeuksia. Normaalinopeus on 144 kbit/s. Myös nykyinen GSM-verkko nopeutuu HSCSD:n (High Speed Circuit Switched Data) avulla nopeuteen 57 kbit/s. GPRS (General Packet Switched Radio Service) mahdollistaa vuonna 2000 yli 100 kbit/s pakettisiirtoa langattomasti.

Vaikka langattomat puhelinverkot voivat tarjota nopeita siirtoja, ne eivät suoraan kilpaile DVB-datan kanssa broadcast-sovelluksissa, koska niiden kustannukset ovat korkeammat ja siirtonopeudet matalammat. Ne eivät kustannussyistä kilpaille myöskään langallisten verkkojen kanssa niissä tapauksissa, jolloin langallinen verkko on saatavilla.

## 2.2.5 Mikroaaltoihin perustuvat verkot

Mikroaltoyhteydet, jotka toimivat 20 - 44 GHz aallonpituusalueella, mahdollistavat nopeita langattomia yhteyksiä. Local Multipoint Distribution Service (LMDS) käyttää millimetriaaltoja 28 GHz taajuusalueella spectrumissa siirtääkseen data signaaleja 5 - 15 kilometrin kokoisten solukkojen sisällä. EU:n Cabsinet projektissa, johon VTT osallistuu, siirretään DVB signaaleja 44 GHz:n mikroalloilla (<http://www.vtt.fi/ele>). Yhdysvalloissa Aspen kaupungissa on koko kaupungin kattava langaton 1 Mbit/s lähiverkko. Se perustuu mikroaaltoalueelle toteutettuun hajaspektritekniikkaan.

## 2.3 DVB:n vahvuuksia ja heikkouksia suhteessa vaihtoehtoihin

Kotitaloudet liittyvät lähivuosina tietoliikenteen runkoverkkoon useilla tekniikoilla, jotka mahdollistavat yli 1 Mbit/s ja täten multimedian siirron. Näistä kaapeli-TV-yhteys on voimakkaimmin yleistynyt, vaikka Suomessa käyttäjiä lienee vielä alle 1 000. Puhe- ja linliittymiin perustuva ADSL on vasta saamassa ensimmäisiä asiakkaitaan. Lähivuosina molemmat nämä tekniikat levinnevät nopeasti. Sähköverkon käyttö on vielä avoin kysymys, vaikka se teknisesti onnistuisikin. Matkapuhelinverkon datasiirtokyky jää selvästi liian pieneksi korkealaatuisen multimedian siirtoon. Mikroaltojärjestelmien käyttö jäänee lähivuosina vähäiseksi. Eri vaihtoehtojen kilpailu pakottaa hinnat alas, mikä on nähty jo nyt internet-yhteyksien hinnoittelussa. Muutaman vuoden päästä megabitin kaistaleveys maksanee paikallispuhelun verran. Tästä syystä DVB:n käyttö datan kaksisuuntaisessa point-to-point-siirrossa, kuten WWW-surffailussa, ei näytä kovin kilpailukykyiseltä.

Datan point-to-multipoint-siirrossa DVB:lla on selvä mahdollisuus. Sen sijaan, että sama tieto siirretään monenkertaisesti eri käyttäjille, niin kuin nyt tapahtuu webissä, on järkevä jaella tieto massajakeluna yhdellä lähetyksellä vastaanottajien digitaalivastaanottimille tai tietokoneille. Ongelmana on löytää tarpeeksi suuria yleisöjä, koska DVB:n datasiirrolle varaama kaista ei salli lukuisia erillisiä lähetyksiä. Suomen mitoissa pitäisi palvelun yleisöryhmän olla sanomalehtien ja aikakauslehtien luokkaa eli mieluiten tuhansissa kuin sadoissa. Yksi mahdollisuus on luoda versioituja palveluja, joissa perussisältö toimitetaan kaikille ja lisäykset yksilöllisemmin. Myös päivityksiä voidaan toimittaa vuorokauden ympäri. Tällaiseen palvelutyyppiin kuuluvat erityyppiset uutisjulkaisut, mutta myös musiikkikappaleita sekä CD-ROM- ja DVD-levyjen sisältöjä. Myös julkiset tiedotteet olisivat yksi palveluryhmä. Jos siirrettävät tietomäärät ovat hyvin pieniä, kuten koputuspalveluissa, ovat myös yksisuuntaiset point-to-point-palvelut teknisesti mahdollisia.

DVB:n etuja on myös se, että datapalvelut voidaan katsoa TV-vastaanottimella teksti-TV:n tavoin ja että datapalvelut voidaan kätevästi linkittää lähetäviin TV-ohjelmiin. On kuitenkin huomattava, että TV ei pysty toistamaan typografiaa yhtä hyvin kuin tietokoneen monitori. Silti käyttömukavuus saattaa olla jopa parempi.

## 3. Datan langattoman broadcast-jakelun tekniikoita

### 3.1 Analoginen jakelu

Näissä palveluissa data useimmiten multipleksataan analogisen TV-lähetteen näkyvän TV-kuvan ulkopuolella oleville sammutusjuoville. Näistä sovelluksista laajimmassa käytössä on teksti-TV. Data-TV:ssä siirretään dataa tietokoneelle eikä TV-vastaanottimelle kuten teksti-TV:ssä.

#### 3.1.1 Koulukanavan data-TV-sovellus

Koulukanava on oppilaitoksille suunnattu tarjontapalvelu, joka on toteutettu yhteistyössä YLEN kanssa. Asiakkaiden ja palveluiden hallinta tapahtuu Koulukanavassa sovellusohjelman avulla. Välityksessä käytetty X.31-standardi tarjoaa ns. rautaosoitteen avulla osan asiakkaiden ryhmittelystä, mutta asiakkaiden tarkempi ryhmittely ja asiakaskohtainen hallinta tehdään sovellusohjelman kautta verkon kautta tehtävin kauko-ohjauskomennoin. Asiakaspään multimediodokumenttien hallintajärjestelmä on erillinen sovellus. Käyttöliittymä on internet-selain. Toteutuksen eli suomalaisen järjestelmän rajoite on vähäinen siirtokapasiteetti. Toistaiseksi palveluun liittymiseksi ei tarvitse maksaa esim. TV-lupamaksua, vaikka palvelu siirretään jonkin TV-kanavan ohessa.

Kansainvälisestäikin Koulukanavan InfoPack-palvelin ja tiedontuottajaohjelmisto sisältävät tarpeita hyvin täyttävän järjestelmän. InfoPack-WWW-palvelinohjelmisto asennetaan asiakkaan PC:hen ja järjestelmä ylläpitää automaattisesti indeksoitua WWW-sivuihin muodostuvaa tietokantaa yleisradioverkon kautta. Sivuja luetaan internet-selaimella. Asiakkailla on pääsy palveluun IP-osoitteen perusteella, ja vastaanotto aktivoituu kauko-ohjauskomennolla. Samoin tapahtuu myös vastaanoton esto. Indeksointiin voidaan valita joko kirjastoluokitus tai asiakkaan haluama muu luokitus. Tärkeitä ominaisuuksia InfoPackissa ovat myös mahdollisuus määrittellä dokumentin elinikä sekä asiakkaiden ryhmittely.

#### 3.1.2 Yhdysvaltalaiset sovellukset: Wavetop ja Intercast

Yhdysvalloissa on yleisesti käytössä kaksi data-TV-sovellusta: Wavetop (<http://www.wavetop.net>) ja Intercast (<http://www.intercast.org>). Wavetopin nopeus on 30 kbit/s. Sillä siirretään mikrolle suuria määriä dataa etukäteen, esimerkiksi uutissivuja kuvineen. Intelin toimesta on kehitetty *Intercast*-järjestelmä, joka käyttää Wavetopin kanssa samaa tekniikkaa. Intercastissakin tietoa siirretään PC:lle TV-viritinkortin kautta,

mutta data liittyy parhailaan esitettävään TV-ohjelmaan (kuva 3.1). Intercastin katsoja voi saada uutislähetykseen liittyvää lisätietosivuja, ruokareseptejä tai vaikka mainoksen aikana WWW-tilauslomakkeen, jonka napsauttaminen tilaa tuotteen verkkokaupasta.

Microsoftin Windows 98 -käyttöjärjestelmän englanninkielinen versio tukee sekä Wavetop- että Intercast-toimintoja. Yhdysvalloissa on kymmeniä TV-yhtiöitä, jotka käyttävät Wavetopia ja Intercastia. Julkisen PBS TV -yhtiön kautta Wavetop tavoittaa jopa 99 % Yhdysvaltojen asukkaista. Palveluun on kymmeniä sisältötuottajia, lehtiä, kuten USA Today, Time ja Fortune, sekä internet-toimijoita, kuten Yahoo. Tällä hetkellä toistakymmentä eri yritystä valmistaa yhteensopivia TV-kortteja. Wavetopin arvostusta kuvanee se, että sen kautta mainostavat isot yritykset, kuten Hewlett-Packard, Consumer Info ja Nissan.



Kuva 3.1. Intercast-esimerkkejä. Ylhäällä vasemmalla käynnissä oleva TV-lähetys.

### 3.2 DVB:n lisäpalvelut

DVB:n lisäpalveluilla tarkoitetaan useimmiten palveluja, jotka liittyvät parhailaan esitettävään TV-ohjelmaan Intercastin tavoin ja katsotaan TV:stä. Tällaisten palvelujen lisädata tahdistetaan lähetyksessä olevan ohjelman kanssa. Näitä palveluja kutsutaan synkronoiduiksi palveluiksi. Tyypillisiä synkronoituja palveluja voisivat olla urheilulähetysten tilastot, kuten sarjataulukot ja pelaajatilastot, ruokareseptit sekä mainoksiin liittyvät lisätiedot. Pääosa näistä palveluista ei vaadi paluuyhteyttä katsojalta takaisin-päin ja ne voivat kuulua DVB:n palvelutietojärjestelmään.

Mainittakoon, että muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta (esimerkiksi teksti-TV:n tekstityspalvelut ja vaalitulospalvelut) tällaiset yhdensuuntaiset synkronoidut palvelut eivät ole Suomessa yleistyneet, vaikka ne ovat olleet mahdollisia jo nykyisessä teksti-TV:ssä. Merkittävimpanä syynä lienee se, ettei teksti-TV-palvelu kuulu perinteiseen televisio-ohjelmien tuotantotapaan. Lisäksi teksti-TV-järjestelmät ovat sivujen tuottami-

seen ja lähettämiseen liittyvien ominaisuuksiensa puolesta valmistajakohtaisia, jolloin vakiotyökälujakaan ei ole. Myös synkronointi on vaikeaa: vaikka automatisoidussa lähetystoiminnassa ei voi kuvitella kenenkään varta vasten huolehtivan synkronoinnista, eivät lähetysovalmistaajat ole osoittaneet kiinnostusta sopivien rajapintojen ohjelmointiin; kiinnostusta on epäilemättä vähentänyt standardoidun rajapinnan puuttuminen. Jotta televisioyhtiökohtaiset räätälöinnit voitaisiin minimoida, olisi suureksi hyödyksi, jos DVB-välitteisen datan päivitykseen liittyvät mekanismit ja toimintatavat saataisiin kokonaisuudessaan standardoitua.

Yhdensuuntaisen synkronoidun palvelun lisäksi synkronoitu palvelu voi olla myös vuorovaikutteinen. Esimerkki vuorovaikutteisesta synkronoidusta palvelusta voisi olla vaikkapa tuote-esittelyn yhteydessä välitettävä WWW-tilauslomake.

Mainittujen hankaluuksien vuoksi merkittävämmän osan DVB:n lisäpalveluista muodostanevat ei-synkronoidut palvelut, joista useimmat toimivat kehittyneen teksti-TV:n tavoin eivätkä vaadi paluuyhteyttä. Valtaosa synkronoiduista palveluistahan voidaan toteuttaa ei-synkronisena, jatkuvasti lähetyksessä olevana, joskin tällöin katsojan täytyy valita ohjelmaan liittyvä sivu. Yksi tärkeimmistä jatkuvasti lähetyksessä olevista palveluista tulee olemaan teksti-TV:n korvaava WWW-karuselli. Ei-synkronisia palveluja ovat myös useimmat pelit ja mahdollinen lyhyiden viestien välityspalvelu.

Kaikki henkilökohtainen, yhdelle vastaanottajalle tarkoitettu data täytyy DVB-datalähetyksessä salata. Tähän ryhmään kuuluvat paluuyhteyden varaan rakentuvat vuorovaikutteiset palvelut, sähköposti ja internet-selailu.

### **3.3 DVB:n IP-palvelut**

Kuten kohdassa 2.1.2 mainittiin, DVB:n laajakaistaisten datapalvelujen tulee perustua Elementary Streamiin, jolla on oma omalla PID-tunnus. IP-pohjaiset (Internet Protocol) datapalvelut tarjoavat joko multipleksin haltijalle tai internet-operaattorille mahdollisuuden siirtää tyypillisesti 1 500 tavun IP-paketteja. IP-pakettien välitys tapahtuu MPEG2-standardin mukaisesti omalla PID-tunnuksella.

IP-palveluista kirjoitettaessa teksti yleensä vilisee erilaisia lyhenteitä. Sellaiset lyhenneet, joille löytyy standardi RFC:n (Internet Requests for Comments) puolelta, ovat useimmiten vakiintuneita tiedonsiirtomenetelmiä, joiden varaan uskaltaa suunnitella järjestelmiä.

IP-pakettien sisällä voidaan välittää eri protokollia. ETSIn raportissa TR 101 194 (Guidelines for implementation and usage of the specification of network independent

protocols for DVB interactive services) on mainittu kaksi IP-pohjaista protokollaa – TCP/IP ja UDP/IP – joiden päälle sovelluksia voidaan rakentaa. Näiden protokollien välinen ero on siinä, että TCP (Transmission Control Protocol, RFC 793; parannuksia RFC 1323) vaatii paluuyhteyden palvelun tarjoajaan päin. UDP (User Datagram Protocol, RFC 768) on puolestaan aidosti yksisuuntainen. TCP:n avulla voidaan dataa siirtää luotettavasti pisteestä pisteeseen (point-to-point). UDP puolestaan on omimillaan yhdestä tai useammasta pisteestä useaan pisteeseen tapahtuvassa tiedonsiirrossa (multicast), jossa aivan samantasoista luotettavuutta ei vaadita. Sekä TCP:llä että UDP:llä on omat tiedonsiirtomekanisminsa eri käyttötarkoituksia varten (HTTP, UHTTP, FTP, MFTP jne), joita käsitellään jäljempänä.

Koska DVB-lähetykset ovat kaikkien vastaanotettavissa, on vastaanottolaitteiston suunnittelussa hyvä varautua siihen, että kaikki DVB:n kautta omalla IP-tunnuksella vastaanotettava data on salattua.

Mikäli IP-pohjaisten palvelujen vastaanotossa tahdotaan noudattaa vallitsevia standardeja ja yleisimmin levinneitä käytäntöjä, on DVB-vastaanottimeen syytä integroida internet-selainohjelma, jota käytetään modeemiyhteyden kautta mutta joka voi myös vastaanottaa dataa DVB-lähetyksestä. Näin tiedon tuottaminen DVB-dataan helpottuu.

Internet-selailuominaisuuksia esitetään muun muassa NorDig-ryhmän NorDig II:n APIiin. Jo sovitusta NorDig I:stä se puuttuu [Risberg 1998a].

Tulevassa kanavakilpailussa on henkilökohtaisten datapalvelujen tarjoaminen epäilemättä yksi houkutin. Kotimaisilla multiplekseilla on tässä suhteessa etulyöntiasema, koska tässä on kyse yhteistyöstä internet-operaattorien ja kanavan paketoijien välillä tai peräti kanavan paketoijien internet-palvelusta.

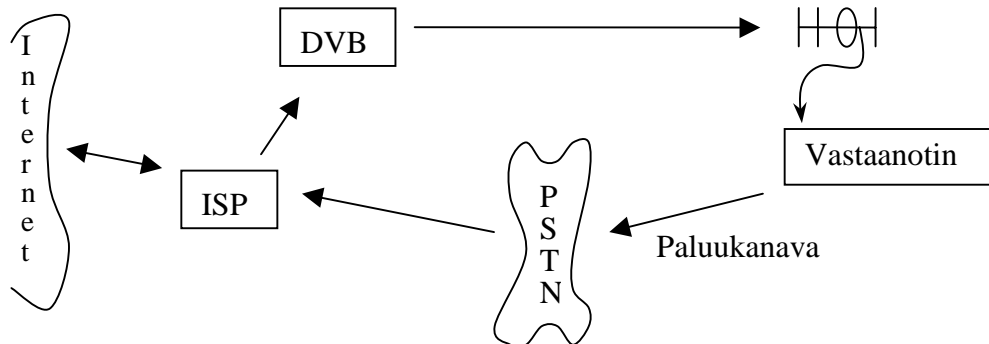
### **3.3.1 DVB:n point-to-point-tyyppiset IP-palvelut**

Tyypillinen point-to-point-tyyppinen yhteys on tavallinen internet-yhteys selaimen ja jonkun verkkoon liitetyn palvelimen välillä.

Koska DVB on (kaapelijakelua mahdollisesti lukuun ottamatta) yksisuuntainen TCP:n edellyttäessä kaksisuuntaisuutta, täytyy paluuyhteys järjestää erikseen, kuten ETSIn raportissa TR 101 194 mainitaan. Puitteet paluukanavan käyttöön tavallisen puhelinverkon (PSTN ja ISDN) yli (kuva 3.2) on määritelty standardissa ETS 300 801. ETS 300 486 määrittelee vastaavasti paluukanavan DECTin kautta ja EN 301 195 GSM:n kautta. Seikkaperäinen kuvaus paluukanavasta kaapeliyhteyttä pitkin löytyy standardista ETS 300 800. Koska paluukanavassa kulkee tyypillisesti huomattavasti vähemmän da-



taa kuin myötäsunnassa, ohittaa modeemiteitsekin toteutettu paluukanava yhdessä DVB-datapalvelun kanssa viimeisen mailin ongelman.



Kuva 3.2. Esimerkki DVB:n point-to-point-datasiirrosta (TCP/IP).

Paluukanavaa tarvitaan internetissä yleisimmin käytetyn TCP/IP-protokollan vuoksi, sillä TCP vaatii vastaanotettujen sanomien kuittauksia. Se, kuinka nopeasti asiakkaan päätelaite lähettää näitä kuittauksia rajoittaa osaltaan DVB-verkon kautta siirrettävän datan nopeutta. Päätelaitteessa täytyy olla internet-yhteyden edellyttämä TCP/IP-protokollapino, joka mahdollistaa modeemin käytön datan lähetykseen ja DVB-verkon käytön vastaanottoon. Normaalisissa internet-käytössä TCP:tä käytetään yhdessä FTP- (File Transfer Protocol, RFC 959) ja HTTP- (Hypertext Transfer Protocol, RFC 2068) tiedonsiirto-protokollien kanssa. HTTP:tä käytetään WWW-sivujen siirtoon.

Esimerkkinä TCP/IP-palvelusta voi mainita ruotsalaisen Tele2:n yhdessä MTG Via-Sat:in kanssa tarjoaman satelliitti-TV-palvelun, jossa saavutetaan 28,8 kbps modeemilla 200 - 270 kbps vastaanottonopeus ja 33,6 kbps modeemilla 250 - 400 kbps vastaanottonopeus.

Mainittu esimerkki liittyy siis satelliittivälitykseen, samanlaisia sovelluksia voidaan rakentaa myös kaapeliverkkoon. Maanpäällisen DVB:n TCP/IP:n haittapuolena on rajoittainen käyttäjämäärä: välityskapasiteetin tarve on suorassa suhteessa käyttäjämäärään. Jotta DVB-pohjaisesta TCP/IP-yhteydestä olisi käyttäjälle oleellista hyötyä, tulisi DVB:n siirtonopeuden olla selvästi suurempi kuin vastaanottimeen liitetyn modeemin nopeus, sillä paluukanavan auki ollessahan sitä pitkin saadaan tietoa kulkemaan myös digitaalivastaanottimelle päin. Mikäli käyttäjä käyttää keskimäärin 20 kbps siirtonopeutta ja maanpäälliselle DVB-datalle saataisiin siirtokapasiteetiksi 5 Mbps, riittäisi yksi multiplexointi korkeintaan 250 yhtäaikaisen käyttäjän point-to-point-palvelemiseen.

Maanpäällinen DVB saadaan kyllä tukemaan internet-palveluja (kuten seuraavassa kohdassa todetaan), mutta ei yleistä internet-surffailua.

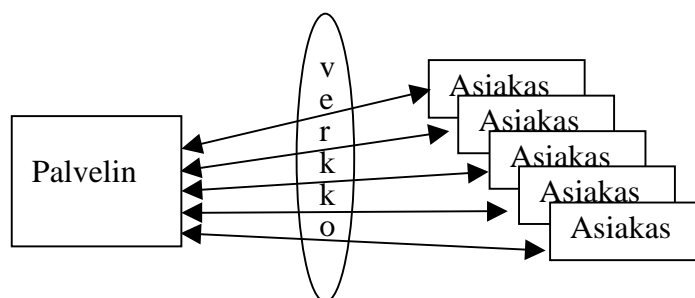
Maanpäällisessä DVB-verkossa TCP/IP-yhteyksiä voidaan kuitenkin käyttää joihinkin harvinaisempiin sovelluksiin, joissa dataa täytyy siirtää nopeasti mutta nopeata yhteyttä ei muuten voida muodostaa. Tähän kategoriaan voisi liittyä sovelluksia esimerkiksi palo- ja pelastustoimen sekä terveydenhuollon puolella – vaikkapa rakennepiirustusten välittämiseksi palokunnalle tai potilastietojen siirtämiseksi ambulanssiin, mikäli sellaisiin sovelluksiin katsottaisiin olevan tarve.

Kuluttajan kannalta mielenkiintoinen vaihtoehto saattaisi olla lyhyiden viestien välittäminen sähköpostiprotokollaa (SMTP, Simple Mail Transfer Protocol, RFC 821) käyttäen. Vaikkei käyttäjien posteja DVB:n kautta (kaistanleveyssyistä) välitettäisikään, voisi DVB:tä käyttää esimerkiksi sellaisten viestien välittämiseen, montako lukematonta postia käyttäjän sähköpostilaatikossa on tai onko joku tietty käyttäjää kiinnostava internet-sivu päivittynyt. Viestiä voidaan tarvittaessa toistaa tietyin aikaväleihin. Näin käyttäjä saisi DVB:n kautta tavalliseen internet-yhteyteensä ominaisuuksia, jotka muutoin olisivat mahdollisia vain kiinteällä yhteydellä. Tämänkaltaisia palveluja on helppo keksiä ja yksinkertaista tehdä, jos vastaanotin saadaan tukemaan sähköpostien vastaanottoa. Jos välitettävä tieto on esimerkiksi 10 tavua, voidaan 5 Mbit/s kaistalla palvelulla miljoonaan samanaikaista käyttäjää 1 - 2 sekunnin sisällä.

### **3.3.2 DVB:n multicast-tyyppiset IP-palvelut**

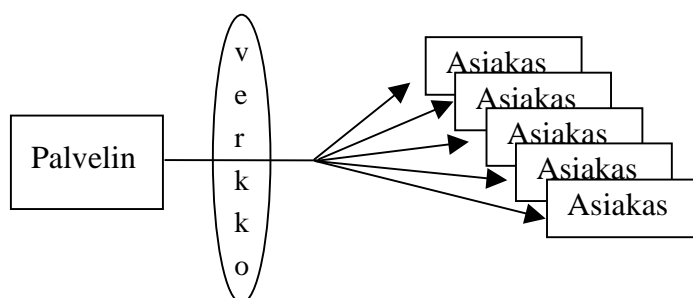
Perinteinen internetin käyttö perustuu siihen, että käyttäjä lähettää jollekin verkkoon liitetulle palvelimelle pyynnön tietyn tiedon vastaanottamiseksi. Tämän jälkeen palvelin lähettää käyttäjälle hänen pyytämänsä tiedon. Jos viisi käyttäjää pyytää samaa tietoa palvelimelta, tieto lähtee palvelimelta periaatteessa viisi kertaa. Massajakeluun tarkoitettujen tiedon lähettämiseksi onkin kehitetty erilaisia tarjontatekniikoita (push technology). Aidossa tarjontatekniikassa (true push) hyödynnetään IP-multicastia.

Tarjontatekniikoiksi kutsutaan harhaanjohtavasti myös automaattisia hakutekniikkoja, joissa vastaanottavalle laitteelle asennetaan sovellus, joka käy automaattisesti hakemassa palveluntarjoajalta muuttuneen datan. Tiedonsiirron kannalta automaattinen haku ei poikkea perinteisestä verkon käytöstä: viisi käyttäjää aiheuttaa edelleen viisi tiedonsiirtoa palvelimelta (kuva 3.3) ja kuormittaa verkkoa viiteen kertaan. Niiden hyöty on siinä, että käyttäjä vastaanottaa automaattisesti vain ne tiedostot, jotka ovat muuttuneet. Tällaisia tekniikoita käyttävät muun muassa Microsoftin johdolla kehitetty Channel Definition Format (CDF), Netscapen Netcaster ja Pointcast.



Kuva 3.3. Perinteinen TCP/IP-siirto.

DVB:n kannalta on kiinnostavampaa käyttää aitoa tarjontatekniikkaa ja lähettää data IP-multicastina. Multicastissa ei määritellä vastaanottajan IP-osoitetta vaan sen tilalla ryhmänumero (D-luokan IP-osoite), jonka perusteella kukin vastaanotin joko suodattaa paketin pois tai päästää sen läpi. Erona on verkon kuormitus: IP-multicastissa data siirretään yhdellä kertaa kaikille vastaanottajille. Tiedonsiirtoja tarvitaan vastaanottajien lukumäärästä riippumatta vain yksi (kuva 3.4), joten tässä suhteessa se muistuttaaakin perinteistä televisio- ja radio-ohjelmien välitystä. Niin palvelimen kuin välityskanavanakin kuormitus putoaa ratkaisevasti.



Kuva 3.4. IP-multicastiin perustuva UDP/IP-siirto.

IP-multicastissa käytetään TCP/IP:n kanssa rinnakkaista UDP/IP-protokollaa, jossa ei lähetetä kuittauksia ja joka ei siten välttämättä tarvitse paluukanavaa.

UDP:ssä lähettäjä voi lähettää paketteja tietämättä, menevätkö ne koskaan perille. UDP:n päälle on kuitenkin rakennettu protokollia sekä ei-reaaliaikaista (MFTP, Multicast FTP, <http://www.ipmulticast.com>; UHTTP, Unidirectional HTTP) että reaaliaikaista (RTP, Real Time Protocol, määrittelyt RFC 1889 ja RFC 1890; RTSP, Real Time Streaming Protocol) tiedonsiirtoa varten. MFTP:ssä vastaanottaja ottaa vastaan uusintalähetyksestä vain ne paketit, jotka ensimmäisellä kerralla epäonnistuivat, samoin kuin erityisesti WWW-muotoisen datan multicasttiin kehitetty UHTTP-protokolla.

DVB:n IP-multicast-palvelu soveltuu erityisen hyvin sovelluksiin, joissa vastaanottimen muistiin voidaan etukäteen siirtää monen käyttäjän toivomaa dataa (MFTP, UHTTP), esimerkiksi suosituimpia portaaleja ja internet-sivuja liikkuvine kuvineen ja äänitiedostoineen. Tämä voi tapahtua käyttäjän poissaollessa vaikkapa yöaikaan (vrt. Wavetop), jolloin käyttäjä pääsee selaamaan tuoreinta internet-tarjontaa heti aamulla omasta televisiosta ilman paluuyhteyden avaamista. Multicastin avulla voidaan myös siirtää pieniresoluutioista kuvaa tai vahvasti kompressoitua ääntä reaaliajassa (RTP, RTSP), vaikkapa kuvia ruuhkista ja keliolosuhteista eri teiden varsilta, tai uusintana edellisen illan keskusteluohjelma.

Puhtaasti datana – vaikka kaupallisena sovelluksenakin – voitaisiin välittää vedonlyöntiin ja osakekursseihin liittyvää tietoa. Samoin uutissähkeiden jakelu, kansainvälisten yritysten laajojen dokumentinhallintajärjestelmien ylläpito sekä vaikkapa pankki- ja luottokorttien sulkulistojen välitys saattaisivat hyötyä IP-multicastista.

IP-multicast ei kuitenkaan ole täysin ongelmaton: IP-multicastinkin piirteisiin useimmiten kuuluu, että jonkinlainen paluuyhteys on olemassa. Paluuyhteyttä käyttää tällöin UDP:n päällä oleva protokolla. MFTP:ssä lähettäjä vastaanottaa kuittauksia, tosin ainoastaan epäonnistuneista paketeista. IP-multicast-ryhmien hallinnointiprotokollassa (IGMP, Internet Group Management Protocol, RFC 1112 ja 2236) multicast-reititin käy aika ajoin kysymässä kultaakin vastaanottajalta, mitä ryhmiä ne aikovat vastaanottaa. Paluuyhteys on kuitenkin avoinna vain satunnaisesti. Lisäksi vastaanotettavien ryhmien suodatus syö vastaanottolaitteiston tiedonkäsittelyresursseja. IP-multicast on tiedonsiirtomekanisminsa puolesta osittain ehdotusten – ei vielä standardien – tasolla. Ongelmat eivät kuitenkaan ole ylitsepääsemättömiä: tapoja niiden kiertämiseen löytyy.

IP-multicast-tekniikkaa soveltavat muun muassa RealNetworks (RealAudio), Microsoft (Netshow), Tibco (Rendezvous) ja Inria (WebCanal): RealAudio ja Netshow välittävät kuvaa ja ääntä, Rendezvous ja WebCanal muutakin dataa, esimerkiksi WWW-sivuja.

Inria (<http://monet.inria.fr>) painottaa WebCanalin toteutuksessa avoimia standardeja ja suosituksia, mikä tekee lähestymistavasta DVB-datan kannalta erityisen mielenkiintoisen. Lisäksi Inria (Institut national de recherche en informatique et en automatique) on ranskalainen julkisella sektorilla toimiva tutkimuskeskus, johon Suomesta on entuudestaan yhteyksiä ainakin VTT:llä.

Standardoinnin suhteen kolikolla on kaksi puolta: toisaalta IP-multicast mahdollistaisi olemassa olevien internet-sivujen lähettämisen ja siten myös sisällöntuotannon olemassa olevilla välineillä, toisaalta tiettyihin tiedonsiirtoon liittyviin yksityiskohtiin saatetaan joutua tekemään parannuksia lopullisten standardien valmistuessa.

## 3.4 DVB:n tuotanto- ja lähetysjärjestelmä

### 3.4.1 Multipleksaus

Multipleksointi voidaan jakaa kolmeen tasoon: multipleksihallintojen primäärimultipleksereihin, verkkomultipleksereihin ja alueellisiin remultipleksereihin.

Sisältötuottajien primäärimultiplekserit ovat tuottajan oman hallinnon ja koodauksen takana – verkkomultiplekseriin päin määritetään ainoastaan kokonaisbittinopeus. Sisällöntuottaja voi itse määrittellä koodaukseen liittyvät parametrit, kuten yksittäisten kanavien bittivirrat, sivusuhteet ja äänikanavien määrän. Myös radiokanavia voidaan multipleksata mukaan. Multipleksin hallinnoja sopii multipleksin käytöstä alihankkijoidensa kanssa. Suomen maanpäällisen verkon jokaiseen multipleksiin on aluksi suunniteltu 4 TV-kanavaa, jotka käyttävät keskimäärin 5 Mbit/s per kanava eli 20 Mbit/s yhteensä.

Tuo kiinteä bittimäärien jako voidaan korvata dynaamisella jaolla eli statistisella multipleksauksella. MPEG-koodauksessa kaistaleveyden tarve vaihtelee hetki hetkeltä. Statistisessa multipleksauksessa multipleksereitä ja MPEG-koodereita ohjataan keskitetysti siten, että multipleksistä annetaan suurempi siivu sille kooderille, joka kullakin hetkellä kaistaleveyttä eniten tarvitsee. Mainittu kiinteä 5 Mbps edustaa nopeutta, jolla selvittää vaikeistakin huipuista laadun oleellisesti kärsimättä. Suurimman osan ajasta voidaan kooderien bittivirrasta tinkiä ja ylijäävää kapasiteettia käyttää mainiosti datasiirtoon – huippuhetkinä datasiirtoa on helpompi rajoittaa kuin vaikkapa ylimääräistä televisiokanavaa.

Verkkomultiplekserin kapasiteetti on se bittimäärä, joka voidaan siirtää yhtä taajuutta hyväksi käyttäen. Maanpäällisessä verkossa Suomessa multipleksin maksimikapasiteetti on noin 22 Mbit/s. Jokaiseen verkkomultiplekseriin syötetään sisällöntuottajien kiinteän datapaketin lisäksi ristikkäin kaikkien palveluiden linkit (navigaattori eli Electronic Service Guide, ESG), "nyt ja seuraavan" ohjelman DVB-SI-data, sekä muut tarvittavat DVB:n määrittelemät SI-tiedot. Nämä DVB-SI-datat vaativat 0,2 - 0,5 Mbit/s. Vähintään yhteen verkkomultiplekseriin syötetään myös yhteinen käyttöliittymä (EPG), johon vastaanottimesta on pääsy riippumatta siitä, mitä palvelua on seuraamassa. EPG-palvelun tasoa voidaan parantaa lähes loputtomiin, joten sillä voidaan täyttää koko saatavilla oleva siirtokapasiteetti. Toisaalta EPG voidaan toteuttaa hyvinkin yksinkertaisesti, jolloin kapasiteettia jää muuhunkin käyttöön. Arviot EPG:n siirtotarpeesta vaihtelevat yhden ja neljän Mbit/s välillä. EPG:n osia voidaan myös syöttää useassa multipleksissa.

Alueellisia remultipleksereitä tarvitaan alueellisten ohjelmien kytkemiseen, alueelliseen mainontaan sekä verkonhallintoihin. Alueellisten multiplekserien olisi kyettävä ajamaan palveluja sekä Helsingistä että aluekeskuksista käsin siten, että multipleksereitä

voidaan allokoida kauko-ohjatusti. Alueellisten ohjelmien käyttö rajoittaa kanavakapasiteettien optimointia multipleksin sisällä.

### 3.4.2 Multipleksien hallinta

YLEn tytäryhtiö Digita omistaa lähetyksen ja vuokraa sen TV-yhtiöiden käyttöön. Valtioneuvosto päättäneen keväällä 1999 kuluessa multipleksien käytöstä televisio-ohjelmien välitykseen sekä mahdollisesti myös datasiirtoon.

### 3.4.3 DVB:n siirtokanavat

Eri siirtokanavat – satelliitti, maanpäällinen jakelu ja kaapeliverkko – poikkeavat siinä määrin toisistaan, että kullekin on kannattanut laatia oma koodaustapansa. Siirtokapasiteetti pyritään maksimoimaan kunkin siirtokanavan edut, haitat ja rajoitukset huomioiden, signaalin virheettömyydestä tinkimättä. Riittävänä virheettömyytenä pidetään sitä, että normaaleissa vastaanotto-olosuhteissa enintään yksi bitti kymmenestä miljardista siirretystä bitistä saa olla virheellinen. Käytännössä tämä tarkoittaa alle yhtä bittivirhettä tunnissa yhdessä multipleksissa. Vähintään samaan virheettömyyteen päästään myös datasiirrossa.

Jotta tämä laatu saavutettaisiin, käytetään kaikissa siirtokanavissa myötäsuuntaista virheenkorjausta (Forward Error Correction, FEC), jossa siirrettävään dataan lisätään virheenkorjaustietoa. Vastaanotin kykenee tunnistamaan ja korjaamaan virheellisinä siirtyneet bitit tämän virheenkorjaustiedon avulla.

Yhteisenä virheenkorjaustapana kaikilla kolmella siirtokanavalla käytetään Reed-Solomon (R-S) -koodausta. Koodauksessa lisätään 188-tavuiseen PES-pakettiin 16 virheenkorjaustavua, virheenkorjaustiedon määrä on siis vakio. Lisäsuoja lyhytkestoisten häiriöiden varalta saadaan lomittamalla näin saatu paketti edeltäneen ja seuraavaan paketin kanssa.

Olipa siirtokanava mikä tahansa, moduloinnin kannalta ongelmalliseksi muodostuisivat pitkät, pelkkiä ykkösiä tai nollia sisältävät bittijonot. Tämän välttämiseksi ennen R-S-koodausta signaaliin lisätään näennäisen satunnaista vaihtelua tietyn binääripolynomin avulla.

Lomitus, Reed-Solomon-koodaus ja satunnaisvaihtelu puretaan kaikenkertyneissä DVB-vastanottimissa samalla tavalla.

Lomituksen jälkeinen signaalin jatkokäsittely ja modulointi tehdään eri siirtokanavilla toisistaan poiketen, maanpäälliseen lähetykseen soveltuva modulointitapa antaa satellit-

tivälityksen modulointiin verrattuna paremman siirtokapasiteetin samalla kaistaleveydellä, mutta vaatii enemmän lähetintehoa. Kaapeliverkoissa puolestaan voidaan välittää suurempia bittinopeuksia. Seuraavassa tuodaan esille kunkin siirtokanavan erityispiirteitä.

Mainittakoon signaalinkäsittelystä, että se tehdään lähes kokonaan – ellei täysin – digitaalisenä. Tämä mahdollistaa monimutkaisinkin käsittelyn siten, että käsittelyssä syntyvät häiriöt ovat hallittavissa.

- Satelliittiverkon DVB-standardi (DVB-S), [ETS 300 421] huomioi erityisesti lähetimen rajallisen tehon, saavathan televisiosatelliitit sähkönsä yksinomaan aurinkopaneeleista. Toisaalta kaistaleveyden tehokas hyväksikäyttö ei satelliittivälityksessä ole yhtä merkityksellistä kuin muilla siirtokanavilla. Satelliittivälityksessä ei tarvitse käyttää maanpäällisen ja kaapeliverkon taajuuskaistaa, joten yhden kanavan kaistanleveys ja tätä kautta myös siirtokapasiteetti voi olla huomattavasti maanpäällistä siirtoa suurempi.

Lomituksen jälkeinen signaali suojataan ylimääräisellä konvoluutiokoodauksella häiriösietoisuuden lisäämiseksi. Konvoluutiokoodaukselle on määritelty viisi eri tasoa: 1/2, 2/3, 3/4, 5/6 ja 7/8, joissa murtoluvut ilmaisevat, kuinka suuri osa lähtevän signaalin kaistaleveydestä on käytetään varsinaisen datan välitykseen. Loppu on konvoluutiokoodauksessa syntynyttä virheenkoraustietoa. Kyseessä on siis myötäsuntainen virheenkoraus, jonka suojaustaso määritellään tapauskohtaisesti. Konvoluutiokoodauksesta lähtee kaksi eri bittivirtaa, joita hyödynnetään moduloinnissa.

Satelliittivälityksessä käytettävä QPSK (Quarternary Phase Shift Keying) -modulointi [Stadler 1993] takaa hyvän bittivirhesuhteen ja kohtalaisen siirtokapasiteetin pienelläkin lähetinteholla. QPSK:ssa signaalin amplitudi pysyy vakiona vaiheen muuttuessa konvoluutiokoodauksen lähtöjen mukaan. Näin ollen amplitudi ei myöskään vaikuta dekodaukseen, vaan vastaanotin lukee bitit vertaamalla saapuneen signaalin vaihe-eron vertailusignaaliin nähden ja lajittelemalla mittaustulokset neljään eri laariin. Kustakin mittaustuloksesta – symbolista – saadaan siis erotettua kaksi bittiä ( $4 = 2^2$ ).

Kaistanleveydeltään 33 Mhz satelliittitransponderin tiedonsiirtokyky on 2/3 virheenkoraustasolla 31,6 Mbit/s, 7/8 tasolla 41,5 Mbit/s.

DVB-S-standardi on suunniteltu erityisesti suoraan satelliittivastaanottoon. Laajempiin yhteisantenniverkkoihin ja kaapelivälitykseen syötettäessä tulee signaali sovittaa verkossa käytettyyn taajuusjakoon. Tällöin saattaa uudelleenmodulointi kaapeliverkon DVB-C-standardin mukaiseksi olla tarpeen, sillä kanavanvaihtimissa syntyvä vaiheko-

hina lisää bittivirheiden todennäköisyyttä. Kaapelijakelussa asiakkailta on sitäpaitsi DVB-C:n mukaiset vastaanottimet jo entuudestaan.

- Maanpäällinen digitaalinen televisioverkko (DVB-T) käyttää analogisen televisioverkon taajuusjakoa. Satelliittivälityksestä poiketen maanpäällisestä vastaanottoa häiritsee eri lähetinten (samalla tai vierekkäisellä taajuudella toimivien) välinen interferenssi ja signaalin monitie-eteneminen. Eri lähetinten lähetystaajuuksien valinta ja niiden kansainvälisen koordinoinnin välttämättömyys rajoittavat vapaiden taajuuksien lukumäärää. Taajuudet tulee käyttää tehokkaasti hyväksi. Lähetysteho on toisaalta käytettävissä oleellisesti enemmän kuin satelliiteissa.

Koodaukseltaan DVB-T on kehittynein: maanpäällisen digitaalisen televisioverkon standardi [ETS 300 744] mahdollistaa saman lähetyksen välittämiseen kahdella eri resoluutiolla siten, että karkeampi resoluutio saa modulaatiosta helpoimmin dekodattavat piirteet. Helpoimmin dekodattavia piirteitä voidaan vaihtoehtoisesti käyttää tärkeämman ohjelman tai virheettömyyttä vaativan datan siirtoon.

Signaalia käsitellään aluksi kuten satelliittivälityksessäkin: signaalille suoritetaan konvoluutiokoodaus. Konvoluutiokoodauksen jälkeen se voidaan lomittaa vastaavalla tavalla käsitellyn toisen bittivirran kanssa. Modulointi voidaan tehdä lukuisilla eri tavoilla mukaan lukien satelliittilähetyksissä käytetty QPSK. Suomessa on suunniteltu käytettäväksi 64 QAM -tyyppistä (Quadrature Amplitude Modulation) modulaatiota, jossa koodattavan taajuuden vaihekomponenttien (vrt. sini ja kosini) amplitudia ohjataan kolmella bitillä kumpaakin. Kerralla saadaan siis siirrettyä 6 bittiä ( $2^6 = 64$ ).

Lopuksi signaaliin sovelletaan OFDM-menettelyä (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), joka mahdollistaa yksitaajuusverkon (Single Frequency Network, SFN) rakentamisen; analogisissa televisiolähetyksissäkin samaakin ohjelmaa lähettävillä lähettimillä täytyy olla eri lähetystaajuudet, samaa taajuutta voidaan käyttää vasta, mikäli pelkoa signaalin eksymisestä toisen lähettimen näkyvyysalueelle ei ole vaaraa. OFDM perustuu siihen, että signaalin lähetys- ja vastaanottotaajuutta vaihdellaan nopeasti sallitun taajuuskaistan rajoissa. Vastaanotin lukkiutuu herkimmin voimakkaimman lähetteen taajuussekvenssiin. Viivästynyt signaali – olkoonpa se sitten peräisin toisesta lähettimestä tai seurausta monitie-etenemisestä – saapuu vastaanottimeen väärällä taajuudella, jolloin sen aiheuttamaa häiriötä saadaan vaimennettua. Samoin yhdellä taajuudella jatkuvana esiintyvä (esimerkiksi analogisesta läheteestä peräisin oleva) häiriö muuttuu OFDM-vastaanotossa hetkelliseksi, jolloin sen korjaaminen helpottuu. OFDM rajoittaa siirtokapasiteettia hitusen, sillä aina taajuutta vaihdettaessa tulee pitää pieni tauko – suojaväli – joka on määritelty kestoltaan 1/4, 1/8, 1/16 tai 1/32 datan pituiseksi.



SFN-verkko käyttää vapaita taajuuksia huomattavasti monitaajuusverkkoa säästeliäämmiin, mutta sitä voidaan soveltaa vain tapauksissa, joissa eri lähettimiltä lähetettävä bit-tivirta on täsmälleen sama eikä lähettimien välinen etäisyys ylitä tiettyä rajaa. Koko maan kattavan yksitaajuusverkon rakentaminen edellyttäisi nykyistä tiheämpää lähetinverkkoa, eikä tämän verkon sisällä voitaisi lähettää alueellisia ohjelmia alueellisesta datasta puhumattakaan. Yksitaajuusverkko sopiikin parhaiten käytettäväksi multipleksin yhden näkyvyysalueen kattamiseen.

Yhdellä 8 MHz taajuuskaistalla saadaan maanpäällisessä DVB:ssä välitettyä 2/3 konvoluutiokoodauksella, 64 QAM -modulaatiolla ja 1/8 suojavälillä 22 Mbit/s.

- DVB-standardin mukaisissa kaapeli-TV-järjestelmissä (DVB-C) [EN 300 429] välitetään useimmiten muista lähteistä vastaanotettuja TV-signaaleja. Analogiset signaalit koodataan ja multipleksataan, digitaaliset multipleksit sovitetaan kaapelikanavan ominaisuuksiin moduloimalla ne uudelleen. Transmodulointi vaatii DVB-T tai DVB-S-vastaanottimen ja DVB-C-modulaattorin. Näiden välillä kulkee puhdas digitaalinen DVB Transport Stream-muotoinen data. Transmoduloinnin lisäksi saatetaan bit-tivirtaa joutua muokkaamaan erilaisten asiakashallintajärjestelmien ja muuttuneiden viritystietojen vuoksi.

Koska kaapeliverkko on esitetyistä kanavista häiriöttömin, ei lomituksen jälkeistä signaalia enää konvoluutiokoodata, eli tämä toinen virhekorjaustaso on jätetty pois. Koska lähetysteho ei ole ongelma, saadaan lisää siirtokapasiteettia käyttämällä tehokkaampia 128 ja 256 pisteen QAM-modulaatioita. OFDM-menettelyä ei tarvita, joten sen suojavälitkään eivät rajoita kapasiteettia.

Yhdellä 8 MHz taajuuskaistalla saadaan kaapeliverkossa välitettyä 38,1 Mbit/s 64 QAM-modulaatiota käyttäen eli 6 - 7 TV-ohjelmaa, kun yhden TV-ohjelman siirtoon käytetään 5 Mbit/s.

Koska DVB-C-vastaanotin muistuttaa signaalinkäsittelyltään maanpäällisen DVB-verkon vastaanotinta, tuntuisi luonnolliselta, että DVB-C:n harvat erityisominaisuudet sisällytettäisiin DVB-T-vastaanottiin.

#### **3.4.4 Asiakkaiden hallinta**

DVB luo uusia mahdollisuuksia erilaisille maksupalveluille. Lähetykset saadaan helposti salattua niin, että vain tilaajat voivat vastaanottaa ostamiaan palveluita. Asiakashallintatoiminnot (Subscriber Management System, SMS) voivat myös eriytyä omiksi organisaatioiksi ja erikoistuneen toimijan tehtäväksi. Ne voivat olla suoraan pal-

veluiden tarjoajien liiketoiminnallisia osia tai ne voidaan järjestää yhteiseksi palvelumaan useita eri (tai kaikkia) palveluiden tarjoajia. Datasiirtopalvelujen moninaisuus asettaa suuria vaatimuksia asiakashallintoon.

Valtuutus (conditional access, CA) on tärkeä osaa DVB:tä. Salattava lähetys lähetetään käyttäen hyväksi salausmenetelmiä. Salaustieto liitetään signaaliin, jolloin salaukseen liittyvä päivitys voidaan hoitaa etäoperaationa. Maksu voi tapahtua esimerkiksi internetin välityksellä, jolloin asiakas saa salatun lähetyksen heti käyttöönsä.

Tapauksissa, joissa maanpäällinen tai satelliittilähetys syötetään kaapeliverkkoon, tulee tehdä päätös siitä, kenelle kuuluu asiakashallintajärjestelmän ylläpito-oikeus.

### 3.5 Sisällöntuottajien liityntä lähetysjärjestelmään

Multipleksin hallinnoija tai palveluntarjoaja markkinoi datasiirtokapasiteettinsa sekä oman mediatalon sisälle että ulkopuolisille sisällöntuottajille. Koska kullakin hetkellä multipleksin vapaana oleva siirtokapasiteetti vaihtelee, hallinnoija voi ainoastaan taata keskimääräisiä siirtonopeuksia tietyn ajan yli. Voidaan esimerkiksi taata, että 500 MB data on siirtynyt vastaanottajille kello 24.00 ja 7.00 välisenä aikana.

Sisällöntuottajat – sekä talon sisäiset että ulkopuoliset – muokkaavat data-aineistonsa DVB:tä varten kahteen muotoon:

- digitaalivastaanottimen API-rajapinnan mukaiseen muotoon, joka Suomessa tarkoittaa MHEG- tai Java/HTML-tiedostoja. API-rajapintaa käytetään aina, kun lähetettävä tieto esitetään television ruudulla. Myös silloin kun esityslaite on PC, saattaa API-rajapinta tulla kyseeseen – onhan Multimedia Home Platform-arkkitehtuurin ajatus se, että myös PC-sovellukset toimisivat saman rajapinnan päälle. Tällöin samaa dataa voidaan esittää sekä TV:llä että PC:ssä.
- mielivaltaiseen tiedostoformaattiin, kun siirretään kolmannen osapuolen dataa PC-koneille tai palvelimille ilman yhteensopivuustarvetta TV:n kanssa. Tällöinhän DVB on läpinäkyvä siirtoputki.

Molemmissa tapauksissa aineisto siirretään internetin kautta multipleksin hallinnoijan palvelimelle esimerkiksi FTP:llä tai sen multicast-vastineilla. Hallinnoijan palvelimelta aineisto siirtyy saman hallinnoijan primäärimultiplekseriin siinä tahdissa, ettei primäärimultiplekserin maksimaalinen bittivirta ylity. Tämän lisäksi voidaan tietyille osalle siirtobittivirtaa käyttää suoraa IP-osoitusta esimerkiksi kohdassa 8.4 ja liitteessä 1 esitetyillä tavoilla. Vastaanottimessa tallennetaan siirretty data paikalliseen muistiin.

Välipalvelimen käyttö on menetelmänä yksinkertainen mutta hidasku. Vuorovaikutteisissa palveluissa, joita voi liittyä esimerkiksi viihdeohjelmiin, saattaa tulla tarve alle sekunnin vasteaikaan. Tämä rajapinta täytyy erikseen määrittellä.

Sisällöntuottajien kannalta tiedon Java/HTML-esitystapa on useimmissa tapauksissa helpompi kuin MHEG, koska HTML-koodattuja sivuja tehdään joka tapauksessa WWW:hen. Parhaassa tapauksessa voi sisällöntuottaja tai multipleksin hallinnoija muuntaa yleiset WWW-sivut puoli- tai täysautomaattisesti muotoon, joka noudattaa digitaalivastaanottimen API-rajapintaa ja myös toimii visuaalisesti ja ergonomisesti. Tällaisia konversio-ohjelmia on kehitetty VTT:n johtamassa IMU-projektissa [Glödstaf 1999]; <http://www.vtt.fi/imu>. TV-IMU-järjestelmässä aktiivinen välipalvelin muuntaa imuroimansa WWW-sanomalehtien sisällöt automaattisesti iNet-TV:lle sopivaan muotoon. Aineisto esitetään Powerpoint-tyyppisesti palstoitettuna selailtavina sivuina, jotka on sovitettu TV:n erotuskykyyn (kuva 3.5).



Kuva 3.5. IMU-järjestelmä tuottaa tällaisen näkymän Iltalehden internet-versiosta. Sivuja voidaan selaillla alareunassa olevilla näppäimillä.

Macromedia Director -ohjelmistoon on suunniteltu konversio sen Lingo-kielestä MHEG:iin. Myös HTML->MHEG-muuntimia on kehitetty, mutta niiden toimivuus ei ole saanut yleistä hyväksyntää. Ongelmana on MHEG:n puutteellinen ilmaisukyky Javalla täydennettyyn HTML:ään nähden.

Synkronoituja lähetyksiä varten tarvitaan rajapinta toiseenkin suuntaan: palvelun tarjoajan tulee saada tieto lähetyksessä olevasta ohjelmasta sekä kenties muitakin liipaisu-tietoja. Nämä tiedot voidaan teknisesti välittää DVB:n SI:n mukana, kunhan televisio-yhtiön tuotanto- ja lähetyksen prosessi kykenee päivittämään SI:tä riittävän joustavasti.

Olkoonpa sisällöntuottajan rajapinta mikä tahansa, esitettävän materiaalin tekijänoikeuskysymykset on huomioitava erityisen tarkasti silloin, kun materiaalia siirretään julkaisukanavasta toiseen.

## 4. Päätelaitteiden selvitys

### 4.1 Laitetyypit

#### 4.1.1 PC:n DVB-kortti

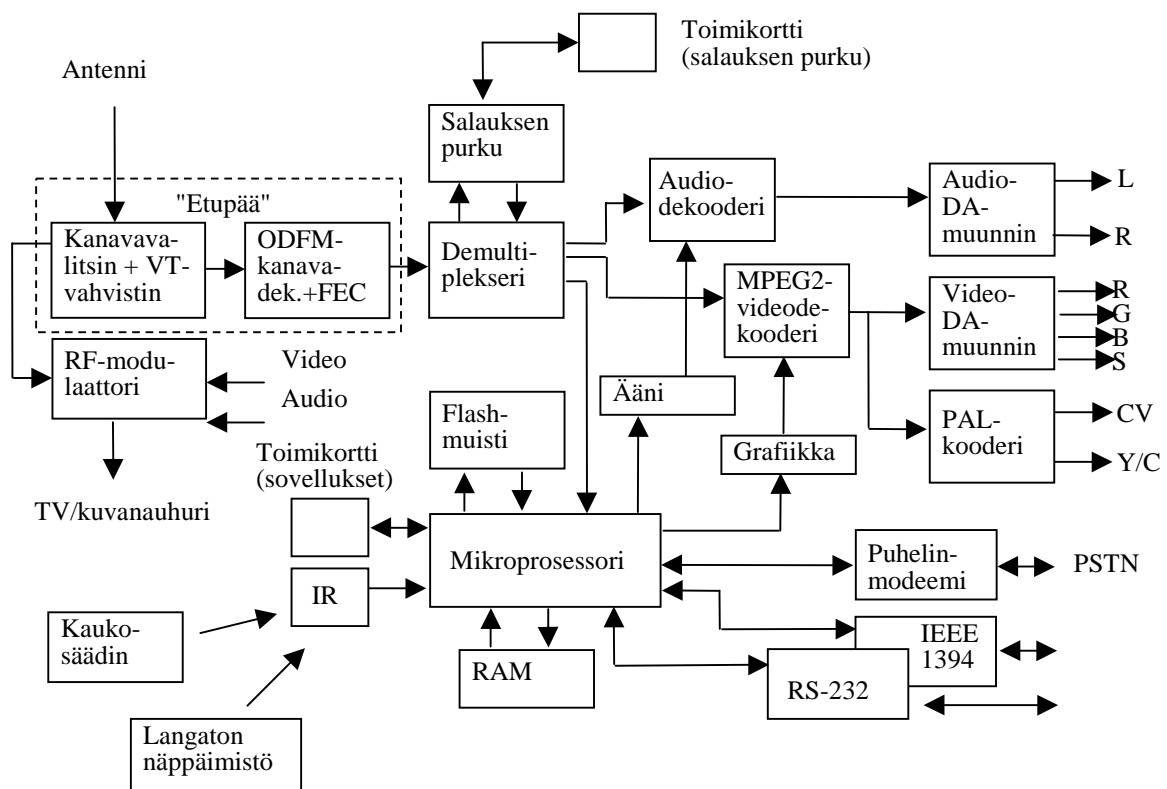
PC-kortteja datan vastaanottoon on ollut jo joitakin vuosia, mutta DVB-standardin mukaiset vastaanottokortit ovat tulleet markkinoille vasta reilun vuoden sisällä. Kortin perustehtävä datasiirrossa on purkaa DVB-lähetteen kanavakoodaus ja mukautua ohjaustietojen perusteella erottamaan halutulla PID-tunnuksella DVB-standardin mukaiseen kehykseen sijoitettu datapalvelu ja lopulta ladata purettu data PC:n väylän kautta jatko-prosessointia varten PC:n muistiin. PC-kortit sisältävät DVB-standardin mukaisen vastaanottomoduulin, jonka ohjausfunktiot ovat vastaanottotaajuuden ja -polarisaation sekä PID-tunnuksen asetus. Dekooderi purkaa kanavakoodauksen. Kortilla on salauksen purkuun ja demultipleksointiin omat sulautetut lohkonsa. Oleellista korttia valittaessa on se, mitä DVB-standardin mukaisia datasiirtotapoja kortti pystyy vastaanottamaan, mikä on sen väylä- ja käyttöjärjestelmäyhteensopivuus sekä miten se tukee audio- ja video- virtojen vastaanottoa.

#### 4.1.2 Digitaalivastaanotin

Maanpäällisen digitaalivastaanottimen perusrakenne on sama kuin digitaalisten satelliitti- ja kaapelivastaanottimien. Vain modulointitekniikat ja kanavakoodaus poikkeavat toisistaan. Myös yhdistelmä vastaanottimia, joilla voidaan seurata esim. satelliitti- ja maanpäällisiä lähetyksiä, voidaan valmistaa. Digitaalivastaanottimet tulevat aluksi olemaan televisioon liitettäviä erillislaitteita (Digital Set Top Box, STB).

Digitaalivastaanottimen tärkeimmät osat ovat (ks. kuva 4.1)

- viritin ja OFDM-demodulaattori
- demultiplekseri
- salauksenpurku
- video- ja audiodekooderit
- mikroprosessori muisteineen (RAM, FLASH)
- muut liitännät, kuten RS-232, IEEE 1394, puhelinmodeemi.



Kuva 4.1. DVB-T vastaanottimen lohkoakaavio (esitystä [Digitaalinen televisio ja Suomi 1998] mukailten).

Tavallisesti digitaalivastaanottimessa on yksi tehokas 32-bittinen mikroprosessori. Prosessori on yleensä rajoitetun käskykannan RISC-prosessori, joka saattaa olla integroitu yhteen muiden digitaalivastaanottimen mikropiirien kanssa. Prosessori suorittaa vastaanottoon liittyviä reaaliaikaisia toimintoja, kuten teksti-TV-datan vastaanottoa ja datan muokkaamista näytölle sopivaan muotoon. Lisäksi prosessori ohjaa puhelinmodeemia, sarjaväylää ja salauksenpurkua sekä tulkaa kaukosäätimien ja näppäimistön komentoja. Myös varsinaisten sovellusten käsittely ja muistinhallinta lankeavat mikroprosessorille.

Suuresta laskentatarpeesta huolimatta se osa digitaalivastaanottimen mikroprosessorin tehosta, joka jää käyttöliittymälle on PC-puolen kehitystä noin kaksi prosessorisukupolvea jäljessä. Esimerkiksi vuoden 1998 lopussa, kun uudet PC:t olivat Pentium II-luokkaa, digitaalivastaanottimet vastasivat suorituskyvyltään noin 486:n tietokoneita. Tehoero oli lähes kymmenkertainen. Tämä vaikeuttaa muun muassa internet-selainten soveltamista digitaalivastaanottimiin. Tehoeroa saadaan jonkin verran kavennettua optimaalisella ohjelmoinnilla.

Vastaanottimen muisti on sekä työmuisti (RAM) että lukumuisti (ROM), joka nykyään toteutetaan FLASH-teknologialla. Tällöin voidaan myös lukumuistia ohjelmoida uudelleen. Työmuistiin kokoon vaikuttaa se, kuinka suuria sovelluksia halutaan ladata vastaanottimeen. Flash-muistin koko määräytyy vastaavasti siitä, kuinka paljon käyttöjärjestelmä, käyttöliittymä, laitteen perustoiminnot sekä API:n toteutus vaativat koodia. Muistin hinta rajoittaa rajoittaa sen kokoa. Täten alkuaikoina ei tule löytymään kovin paljoa muistia ladattaville lisäsovelluksille.

Yhteys kodin paikallisverkkoon, IEEE 1394 -liityntä tai USB-liityntä löytynevät hivenen perusversiota kehittyneemmistä vastaanottimista.

Tulevaisuudessa näyttää todennäköiseltä, että massamuisteja kiintolevyjen, ylimääräisten flash-muistien tai DVD:n muodossa sisällytetään digitaalivastaanottimiin. Kovalevyt ovat itse asiassa halventuneet viime vuosina puolijohdemustia nopeammin. Tällä hetkellä yksi gigatavu maksaa ainoastaan pari sataa markkaa. Flash-muistien valmistusmäärät ovat kasvussa erityisesti digitaalisten kameroiden esiinmarssin myötä – niissä flash-muistia käytetään filmin korvikkeena. Lisämuisti mahdollistaa sen, että suuria datamääriä voidaan puskuroida vastaanottimeen ja käyttää API- rajapinnan kautta.

Vastaanottimeen saadaan laajennettavuutta esimerkiksi integroimalla siihen PCMCIA-väylä, johon käyttäjä voi myöhemmin lisätä muistia, asentaa kovalevyn tai verkkokortin tai vaihtaa kehittyneemmän modeemin. Näin perusvastaanottimen hinta saadaan kuriin tulevista ominaisuuksista oleellisesti tinkimättä.

Kaksi DVB-standardointiryhmää (DVB-MHP ja DVB-TAM) on määrittelemässä kodin kolmentasoista profiilia kodin multimedia-alustaksi (MHP = Multimedia Home Platform). Alimmalla tasolla vaadittaneen prosessorin tehoksi 20 mips ja muistin määräksi 1 MB flash- ja 1 MB työmuistia. Ylimmällä tasolla prosessorin suorituskyvyn pitäisi olla vähintään 100 mips, flash-muistia tulisi löytyä vähintään 16 MB ja työmuistia 32 MB. Vaikka prosessoreille määritellyt suorituskykylukemat ovatkin vain suuntaa-antavia, voidaan vastaanottimen laskentatehon päätellä olevan huomattavasti nykyisiä kotitietokoneita pienempi.

Kuten aiemmin mainittiin, internet-selailuominaisuuksia esitetään muun muassa NorDig-ryhmän NorDig II:n APIin. Jo sovitusta NorDig I:stä ne puuttuvat.

## 4.2 Käyttöjärjestelmät ja API-rajapinta

Digitaalivastaanottimien käyttöjärjestelmät ovat yleensä upotettujen ohjelmistojen käyttöjärjestelmiä, kuten PSOS.

Standardoitu rajapinta (API = Application Programming Interface) käyttöjärjestelmän ja sovellusten välillä on välttämätön, jotta palvelutoiminta voi käynnistyä. Ohjelma-alustan pitää olla pitkäikäinen ja avoinna tulevaisuuden laajennuksiin. Voidaan katsoa, että APIn pitäisi kattaa kaikki kodin vastaanottolaitteet (digitaalivastaanotin, digitaalitelevisio, PC).

DVB-konsortiossa on TAM-ryhmä (Technical Aspects of Multimedia home platform) määrittelemässä API-rajapintaa (<http://www.dvb.org>). Työ on tärkeää, koska useita laitteistokohtaisia API-rajapintoja on jo ehtinyt muodostua. Näiden olemassa olevien API-rajapintojen (OpenTV ja Mediahighway) keskinäinen epäyhteensopivuus on tietävästi hidastanut TAM-ryhmän toimintaa.

Yhteistä API-rajapintaa tullaan käyttämään rinnan olemassa olevien dedikoitujen rajapintojen kanssa. Sen pitää

- tukea reaaliaikaisia streaming-sovelluksia, ladattuja ja paikallisesti tallennettuja sovelluksia
- mahdollistaa, että jokainen TV-yhtiö ja palvelun tarjoaja pystyvät tuottamaan ja jakamaan omia sovelluksia
- mahdollistaa, että TV-yhtiö tai palvelun tarjoaja kontrolloi sovelluksen ulkoasua
- mahdollistaa, että jokainen päätelaittevalmistaja toteuttaa APIn omalla tavallaan.

Multimedia Home Platform- ja API-pohjaiset sovellukset ovat:

- laajennettu TV-jakelu paikallisella vuorovaikutteisudella
- vuorovaikutteinen TV-jakelu käyttäen paluukanavaa
- internetin käyttö.

DVB multimedia home platformin ensimmäiset määrittelyt ilmestynevät keväällä 1999. Koska standardi on avoin, voidaan sen uusia päivityksiä ladata vastaanottiin. Tällä hetkellä näyttää siltä, että ratkaisu pohjautuu Javaan ja Javan päälle rakennettaviin MHEG- ja HTML-selaimiin. Standardissa tulee olemaan useita eritasoista profiilia eritasoisten laitteiden käyttöön. Yksinkertaisimmassa profiilissa, joka on tarkoitettu yksinkertaisiin edullisiin vastaanottiin, voi olla esimerkiksi Javan päälle rakennettu MHEG-rajapinta ja laajemmassa profiilissa Java, MHEG ja HTML. Pohjoismaiden Nordig I -standardissa on toteutettu yksinkertaisempi rajapinta ja Nordig II -standardissa laajempi.

### 4.3 Käyttöliittymä

Päätelaitteen teho multimedian esitysympäristönä riippuu sen kyvystä hyödyntää olemassa olevia resursseja. Digitaalivastaanotin sisältää rajoitetusti tietojenkäsittelykapa-



siteettia, mitä helpottavat kovoan rakennetut dekodausresurssit. Multipleksattu DVB-signaali sisältää palvelu- ja ohjaustiedoissa paljon metatietoa, johon dekodausresurssien käyttö ja vuonohjaus digitaalivastaanotimessa perustuvat. Digitaalivastaanottimen käyttöjärjestelmä ja API-rajapinta tarjoavat pääsyn resursseihin. Sovelluksen on osattava kutsua näyttöön video-, audio- ja multimediaesityksiä mainitun metatiedon perusteella ja pystyttävä lisäksi hallitsemaan multimedian monipuolisia esitysformaatteja digitaalivastaanottimen tietojenkäsittelykapasiteetin avulla.

### 4.3.1 Electronic Programming Guide

TV-ohjelmälähteiden tarjonta kasvaa uuden teknologian myötä nopeasti. Tyypillinen satelliittijärjestelmä Yhdysvalloissa tarjoaa noin 200 kanavaa, kaapelijärjestelmä lisäksi 100 kanavaa lisää. Etenkin satelliittijärjestelmien laajenemisvauhti on nopea. Lisäksi kaapeliverkot digitalisoituvat ja tarjoavat täten runsaasti lisää palveluja. Tämä mahdollistaa televisiopalvelujen paremman personoimisen. Mikäli taloudelliset tekijät sen sallivat, tulevaisuudessa tarjontaan saattavat tulla esim. ruokakanava, golfkanava, kodin ja puutarhan kanava, kalastuksen ja metsästyksen kanava jne. Eli Parkinsonin lain parafrasoin mukaan ”ohjelmatarjonta kasvaa ja täyttää tarjolla olevan siirtokapasiteetin”.

Tässä tilanteessa paperijulkaisut ovat ohjelmavalintaan liian epätarkkoja, liian kalliita, myöhässä ajastaan, liian isoja eivätkä niiden tarjoamat selailuominaisuudet enää täytä katsojan tarpeita. Tilanteesta kärsivät niin katsojat kuin ohjelmantarjoajatkin. Tarvitaan siis tehokkaampi ja käyttäjäystävällisempi väline tukemaan asiakkaan ohjelmavalintaa. Tämän tarjoaa EPG eli Electronic Programme Guide. Tämä elektroninen ohjelmaopas tarjoaa käyttäjälle taulukko- tai listamuotoista ohjelmapalveluiden esittämistä paremmat keinot lähestyä tarjontaa omien mieltymystensä mukaisesti. Ajatellaanpa vaikka 300 kanavan tarjontaa: jos jokaisen kanavan kohdalla tarvitaan selaamiseen 1 sekunti, päätöksenteko veisi aikaa vähintään 5 minuuttia. Tämä ei tietenkään ole järkevää, vaan ohjelmaoppaan täytyy tarjota palvelut eri kategorioiden mukaisesti, jolloin haluttuun palveluun päästään nopeasti käsiksi. Katsojan mieltymysten mukaisen EPG- personoinnin täytyy olla mahdollista. EPG:n personointiin tarvitaan lisäprosessointia eli EPG:n täytyy tehdä enemmän kuin vain vyöryttää tekstejä ja kuvia ruudulla käyttäjän ohjaamana. EPG:n tulisi oppia käyttäjän toimenpiteistä ja tarjota näiden mukaisesti ohjelmia valittavaksi. EPG voi tarjota myös tietoa siitä, mitä kullakin hetkellä on tarjolla ja esim. muistuttaa katsojaa halutun ohjelman alkamisesta. Irdeto on mitannut eri EPG-palvelujen merkitystä katsojille ja arvostusjärjestyksessä tämän hetken tarjonta oli tärkein, sitten aihehaku, kolmanneksi Near Video on Demandille ja neljänneksi muistuttaja. Myös kahdeksan päivän ohjelmien etukäteisinformaatiota pidettiin arvossa.

NVOD eli near video on-demand -palveluita on kokeiltu myös Suomessa kaapeliverkossa. Tilaus tapahtuu esim. kaapelimodeemin tai tavallisen modeemin avulla mediaserveriltä. Itse tilausohjelmat toimitetaan esim. vartin välein toisiinsa lomittuvina lähetyksinä. Kyseessä ei siis ole oikeastaan tilausvideo siinä mielessä, että tilaus aktivoisi lähetyksen, vaan tilauksella saa oikeuden liittyä seuraavaksi alkavan ohjelman katsojaryhmään.

Pay Per View eli PPV-palvelu mahdollistaa yhden ohjelman maksullisen katsomisen. Esimerkkinä kiinnostuksesta palveluun voi mainita tilastotietoja BskyB:n Boxing PPV palvelun eli nyrkkeilypalvelun katsojaluvuista. Ohjelman nähdäkseen piti maksaa etukäteen 9,99 £. Bruno-Tyson-ottelun luvut olivat 660 000 eli 15 %, Tyson-Holyfield-ottelu 420 000 eli 9 % ja Night of Champion 720 000 eli 15,5 %. Suomen kaltaisessa vähäväkisessä maassa prosentit eivät lupaa kovinkaan suuria katsojamääriä tällaiselle palveluille. PPV:n avulla voitaisiin esimerkiksi välittää elokuvia sellaiseen vuorokaudenaikaan, jolloin katsojakunta jäisi muutoin harvalukuiseksi eikä ohjelman esityskustannuksia voitaisi muuten kattaa, tai tarjota erikoispalveluja joillekin kohderyhmille, esimerkiksi Canal Digitalin Formula 1 -lähetykset.

Perinteisen ohjelmatarjonnan personoituminen tuo mukanaan tarpeen harraste- ja kiinnostuskohtaisten interaktiivisten palveluiden tarjoamiselle EPG:hen liittyvissä datapalveluissa. Suoraan TV-ohjelmatarjontaan liittyviä palveluita on esimerkiksi sellaisen mainokseen liittyvän internet-sivun jakelu, WEB-casting, jonka kautta pääsee käsiksi myyntiorganisaation WWW-palveluun. Toisena esimerkkinä voisi olla ohjelmatuottajan tai filmiyhtiön sivut, joilta saa tietää enemmän sekä itse ohjelmasta että myös sen tekijöistä. Näillä sivuilla voisi olla myös keskustelualueita. Ohjelmiin liittyvät keskustelualueet ja sähköpostipalautteet ovat erityisen sopivia ajankohtaisten, kantaa ottavien ohjelmien oheispalveluja.

EPG on erillinen datapalvelu. Jos liikenneministeriön julkaisun tiedot multipleksin kapasiteetin käytöstä pitävät paikkansa ja TV-ohjelmatuottajat käyttävät lähes koko vapaan siirtokapasiteetin EPG-tietojen päivittämiseen, ei muille datapalveluille jää juurikaan tilaa. Seurauksena luultavimmin on myös se, että ohjelmatietojen tallentaminen vie digitaalivastaanottimen muistikapasiteetista merkittävimmän osan eivätkä muut palvelut pääse kehittymään.

Suomessa tulee kanavauudistuksen myötä maanpäällisessä TV-verkossa olemaan 12 TV-kanavaa eli kotimaisen ohjelmatarjonnan hallinta on vielä asiakkaalle kohtuullisen yksinkertaista ilman EPG:täkin. Tilanne kuitenkin muuttuu, jos samalla vastaanottimella tarjotaan asiakkaalle myös muiden DVB-siirtoverkkojen eli kaapeli- ja satelliittiverkkojen ohjelmatarjonta.

### 4.3.2 WWW-selain

Monissa esityksissä digitaalivastaanottimiin on sisällytetty myös internet-selain. Tämä selain toimii puhelinverkon yli kaksisuuntaisesti normaalin PC-selaimen tavoin. Lisäksi dataa voidaan vastaanottaa DVB:n kautta. Internet-ohjelmisto voisi sisältyä EPG:n käyttöliittymään tai se voisi olla siitä käsin avattavissa. Kaksisuuntaisuuden järjestämistä hankaloittaa tosin se, että puhelinpistorasia on harvoin asennettu antennipistorasian viereen.

IP-multicast hyödyntää erinomaisesti digitaalisen televisioverkon vahvuutta – kykyä välittää suuri määrä dataa laajalle joukolle. Tälle ominaisuudelle ei lähitulevaisuudessa näy kilpailijoita. Vahvimmillaan tämä ominaisuus on silloin, kun vastaanotin tallentaa etukäteen muistiinsa esityskelpoista dataa esimerkiksi tavallisia WWW-sivuja multimediaobjekteineen. Jos selailtava data löytyy käytön aikana välimuistista, ei puhelinyhteyttä tarvitse avata. WWW-sivujen tuottamiseen ja välittämiseen on infrastruktuuri jo olemassa.

Esimerkkinä mahdollisesta palvelusta oletetaan, että IP-datan välitykseen olisi käytössä 3 Mbps eli noin 300 kilotavua sekunnissa. Jos palvelun 16 megatavun data lähetettäisiin vastaanottimille (tai niihin liitetyle kotitietokoneelle) aamuyöllä kello 3 ja 6 välillä multicastina kahteen kertaan, se käyttäisi kaksi prosenttia IP-datan välityskyvystä. Katsojien käytettävissä 16 megatavun tuore tietopaketti olisi viimeistään kello kuusi aamulla. Näitä tietopaketteja mahtuisi yhteen multipleksiin siis viisikymmentä, koko vuorokauden aikana sellaisia voitaisiin siirtää neljäsataa. Jollei kaistanleveyttä käytetä kohtuuttomasti muihin tarkoituksiin, DVB saattaa tuoda tietoyhteiskunnan jokaisen ulottuville.

Vertailun vuoksi yhden tällaisen palvelun tietomäärän siirto 128 kbps ISDN:n kautta kestäisi kaksikymmentä minuuttia, viidenkymmenen siirtoon kuluisi aikaa yli puoli vuorokautta. Jos jokaisessa kodissa tehtäisiin aamuviimaan mainitun kokoinen ISDN-siirto, nykyinen runkoverkkokin tukkeutuisi.

## 4.4 Multimedian tallennus- ja esitysstandardit

Järjestelmän, joka integroi internetin ja DVB:n, on pystyttävä hallitsemaan internetissä käytössä olevia tiedontallennusmuotoja sekä kokoamaan niitä esityksiksi.

#### 4.4.1 Tallennusstandardit

Multimedian tuotannossa WWW-ympäristössä liitetään WWW-dokumentteihin multimediaobjekteja. Tärkeimpiä multimediaobjektien tallennusmuotoja ovat .MID, WAV, MP3, AVI, Applen QuickTime (MOV), MPEG1, MPEG2 ja MPEG4 sekä nk. streaming-formaatit (RealAudio, NetShow, Xing). Lisäksi voidaan animaatiota luoda esim. Java-ohjelmointikielellä, jolloin Java-appletteja siirtyy WWW-sivun mukana asiakkaan WWW-selaimen suoritettavaksi. VRML (Virtual Reality Modelling Language) on esitystapa keinotodellisuussimulaatioiden siirtämiseksi WWW:ssä.

Microsoft Windowsin AVI-formaatti (AudioVisual Information) muodostuu peräkkäisistä kehyksistä, joissa kussakin esitetään yksi kuva. Jokaisella videoframella on tietty resoluutio eli tietty määrä pikseleitä korkeus- ja leveyssuunnassa. AVI- ja Microsoftin ääniformaatti WAV-tiedostojen esittämiseksi otetaan käyttöön funktioita ja proseduuria Windowsin API-rajapinnan kautta. WAV-tiedostoja esitetään PlaySound-aliproceduurin avulla. MPEG on liikkuvan kuvan ja äänen kompressointimenetelmä. MPEG1- ja MPEG2- tiedostojen tarkennin on \*.MPG. MPEG-videotiedosto voi sisältää myös kuvan kanssa synkronoitua ääntä. Yleensä kaikkien multimediaobjektien esittämiseksi tarvitaan selaimen tueksi tallennusformaattista riippuva esitysohjelma. Esimerkiksi MPEG-tiedostojen esittämiseen Internet Explorer -selaimella tarvitaan Microsoftin Media Player, Netscape Navigatorissa InterVU MPEG Player-plugin.

Tallennusformaatit muodostavat videosta ja audiosta kompressoitua tallenteen. Laatu riippuu erotuskyvystä, kompressiotavasta, kompressiosuhteesta, kuvasisällöstä sekä kooderin laadusta. Ohjeellisina lukuina voidaan sanoa, että MPEG1-koodauksessa 1,2 - 3,0 Mbit/s vastaa VHS-SVHS-laatua ja MPEG2-kompressointi 2,5 - 5,0 Mbit/s S-VHS - Betacam SP -laatua. Vastaavasti tarvittava tallennuskapasiteetti on 1.2 Mbps ⇔ 9 MB/min, 2,4 Mbs ⇔ 18 MB/min, 6,0 Mbs ⇔ 45 MB/min. 3 - 5 minuutin (min) MP3 audioraita vie kovalevytilaa 3 - 5 MB.

Yllä mainitut multimediaesitykset vaativat koko tiedoston lataamista koneelle ennen esityksen alkua. Tästä eroavat nk streaming-formaatit, jotka mahdollistavat sen, että multimedia esitetään sen mukaan, kun data saapuu asiakaskoneelle. Tärkeimpiä streaming-formaatteja ovat RealNetworksin RealAudio, Microsoftin NetShow sekä Xing Technologies MPEGiin perustuva StreamWorks. Nämä kaikki tukevat myös IP-multicastia.

#### 4.4.2 Multimedian esitysstandardit

Multimediaesitys voidaan tehdä HTML-dokumenttina. HTML-dokumenttiin voidaan upottaa JavaScriptiä tai Java-appletteja. Näillä esitystavoilla on se ongelma, että ne vaativat päätelaitetta, jossa ovat hyvät tietojenkäsittelyresurssit. Päätelaitteena digitaalivastaanottimessa on kuitenkin selvästi internetin yleisintä päätelaitetta – PC:tä – rajalliset resurssit: esimerkiksi hitaampi prosessori, vähemmän työmuistia eikä ollenkaan massamuistia (yleensä).

MHEG (MHEG = Multimedia Hypermedia Experts Group) määrittelee yksinkertaisemman hypermediakielen eli Application Programming Interfacen (API) esityslaitteelle, jolla on rajallisemmat resurssit. MHEG-tuotteita ovat esim. MHEG-editori, joka luo MHEG-sovelluksen, MHEG objektin ”syöttäjä”, joka jakelee sovelluksen, ja MHEG-kone, joka suorittaa MHEG 5 -sovelluksen. MHEG 5 -kone tarvitsee API-rajapinnat digitaalivastaanotimen TV-näytönohjaimelle, verkkoympäristölle eli DVB:lle ja optiona myös MPEG2-kovodekooderille.

Sovellukset (applications), näyttämät (scenes) ja esitysmallit (templates) muodostavat MHEG-multimediatuotteen. Template määrittelee sovelluksen ja näyttämän ulkoasun, mutta itse sisältö voidaan luoda ja tuoda paikalleen haluttuna aikana. Tämä ominaisuus sopii erityisesti sisällöille, jotka täytyy päivittää säännöllisesti. Multimediatuotteet, jotka muodostuvat erilaisista dynaamisista eri muuttuvista MHEG-objekteista, voidaan sijoittaa karuselliin. Karusellista objektit siirretään toistuvasti lähetykseen (vrt. teksti-TV-karuselli). Objekteilla voi olla eri painoarvot, ja etuoikeusjärjestyksen mukaan oleellisemmat objektit syötetään verkkoon useammin kuin vähemmän oleelliset. Objektien lähettäminen voidaan tehdä myös tapahtumariippuvaksi, eli jokin ulkoinen ehto laukaisee objektin lähetyksen. Tällainen ehto voisi olla esim. käytettävissä oleva siirtokapasiteetti tai interaktiivisessa palvelussa internetin kautta tapahtuva liipaisu.

MPEG4 on ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 -standardi liikkuvaa kuvaa ja ääntä sisältävien multimediaesitysten järjestelmäksi. Järjestelmä määrittelee interaktiivisen audiovisuaalisen näyttämän koodatun audiovisuaalisen informaation ja näyttämän kuvauksen pohjalta. Standardiehdotus sisältää riittävän informaation päätelaitteen alustamiselle multimediatapahtumaa varten, kuten myös määrittelyt tapahtuman tarvitseman muistin ja siirtotien liittymän alustamiselle. Multimediaesitys jaellaan Elementary Streameissä, kussakin yhdentyypistä informaatiota. Informaatiotyyppinä ovat objektin kuvaus (object descriptor), yhden objektin kuva- tai äänidata (audio or visual object data for single object), näyttämän kuvaus (scene description) and tieto objektin sisällöstä (object content information). Standardissa interaktiivisuus on huomioitu määrittelemällä paluukanava. MPEG4:ssä tehtyä työtä jatketaan MPEG7 -standardointiryhmässä.

SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language) on kansainvälisen WWW-konsortion (W3C, <http://www.w3c.org>) suositus multimediaesityksen rakentamiseksi. Se perustuu Web-aineiston XML- (Extended Markup Language) koodaukseen. Samoin kuin MHEG:ssä, SMIL:ssä on määrittelyjä muun muassa samanaikaisuuden ja peräkkäisyyden esittämiseksi ("par" ja "seq"-tagit). RealNetworksin uusin versio G2 perustuu SMIL-formaattiin. SMIL voisi olla vaihtoehto MHEG:lle HTML-pohjaisessa APIssa, koska se perustuu HTML:ään.

## 4.5 Päätelaitteen liitännät

### 4.5.1 Kotiväylä

DVB-standardointi on ensivaiheessa kohdistunut digitaali-TV:n infrastruktuurin standardointityöhön. Vaikka nämä standardit ovat olennainen osa DVB:tä, ne eivät ole johdaneet yhteisten eurooppalaisten DVB-markkinoiden syntymiseen. Päinvastoin pioneerivaiheen ohjelma- ja palvelutuottajaryhmät valvovat markkinoita. Nämä markkinat jakautuvat käytetyn sovellusohjelmointirajapinnan mukaan. Esimerkkeinä mainittakoon MediaHighway (Canal+) ja Open TV (mm. TPS). Eri APIa käyttävät sovellukset ja digitaalivastaanottimet eivät ole toisiinsa nähden yhteensopivia. Jos käyttäjä haluaisi pääsyn kaikkiin palveluihin, hänen tarvitsisi ostaa useita digitaalivastaanottimia. Ongelma kulminoituu erityisesti kaapeliverkkoihin, joihin syötetään niin satelliitti- kuin maanpäällisiä lähetyksiäkin ja mahdollisesti myös kaapelioperaattorin omia palveluja. Yhteisen API:n määrittelystä hyötyisivät paitsi käyttäjät, alan toimijoiden (sisällön tuottajat, ohjelma- ja palvelutuottajat, salausjärjestelmien tuottajat, vastaanotinvalmistajat) kilpailusta hyötyisivät DVB-markkinat kokonaisuudessaan.

Tästä syystä DVB-standardointi on laajentanut standardointityön koskemaan kodin multimedia-alustaa (MHP = Multimedia Home Platform). MHP käsittää kotipäätteen (digitaalivastaanotin, digitaali-TV, multimedia-PC), sen päätelaitteet ja kodin tietoverkon. Tämä työ nostaa DVB-järjestelmän infrastruktuuritasoa korkeammalle informaatiojärjestelmänä. API muodostaa keskeisimmän elementin standardisointityössä. API-rajapinnaksi on viimeksi ehdotettu Javaa kompromissina pioneerien markkinoille tuomilla sovellusohjelmointirajapinnoille. Koska ratkaisut ovat myös taloudellisia ratkaisuja eivät pelkästään markkinapolitiikkaa, seuraavat askeleet riippuvat suuresta määrin siitä, millä hinnalla Java olisi kaikkien saatavilla.

Kotiväylän [Electronic Programme Guides 1998] merkitys on yhtä tärkeä DVB:n datapalveluissa kuin se on EPG:kin kannalta, siksi sen kehitystyön tavoitteet kannattaa huomioida DVB-dataprojektia suunnitellessa.

Kotiväylän API on niin EPG- kuin myös DVB-datapalvelusovellusten tuottajille tärkeä asia. API:lle on voitu tunnistaa muutamia perusvaatimuksia koskien sen toimimista sil-  
tana

- kovan ja ohjelmiston välillä
- kuluttajan ja tietokoneen välillä
- nykyisen ja tulevan liiketoiminnan ympäristönä.

Näitä perusvaatimuksia ovat

- monikäyttöisyys
  - MHP määrittelyn tulee tukea laajaa sovellusaluetta yksinkertaisesta toiminnallisuudesta monipuoliseen toiminnallisuuteen. Sen täytyy olla verkko- ja kovoalustasta riippumaton.
- avoimuus tulevaisuudelle, skaalautuvuus
  - MHP:n täytyy olla laajennettavissa tulevia toimintoja ajatellen. Kovo- ja ohjelmisto-ominaisuuksien tulee olla aiemmille sovelluksille yhteensopivia. Vanhojen sovellusten tulee olla käyttökelpoisia uusissa sovelluksissa. MHP:n täytyy tukea palvelusovelluksia sekä yksinkertaisissa digitaalivastaanotimissa että PC:issä. Lisäksi sekä palvelutuottajien että laitevalmistajien on osallistuttava kehitystyöhön.
- kehityspolku
  - Nykyisistä järjestelmistä tulevaan yhteiseen MHP-ympäristöön tulee määritellä kehityspolku.
- toimintojen yksinkertaisuus
  - Erottamalla sovellus datasta säästetään tarpeetonta siirtoverkon käyttöä. Lisäksi näin voivat eri sovellukset käyttää samaa dataa.
- päivitettävyys
  - MHP täytyy voida päivittää sellaisenkin verkon kautta, jossa on useita eri vastaanotininstallaatioita. Edelleen MHP ei saa estää ohjelmiston päivitystä.
- geneerinen API
  - API:n tulee tukea reaaliaikaisia streaming-sovelluksia ja ladattavia ja tallennettavia sovelluksia, sallia jakeluyhtiön tai minkä tahansa muun tuottajan kirjoittaa ja hankkia sovelluksia sekä mahdollistaa pääsy DVB-SI-dataan ja sallia laitevalmistajan toteuttaa oma API:nsa omalla tavallaan.
  - Sovelluksen tulee olla jakeluyhtiön ja/tai sovellustuottajan kontrollissa.

#### **4.5.2 Päätelaitteen liitännät lähiverkkoon ja toimiminen reitittimenä sekä asiakkaan rajapinta internet-verkkoon**

DVB-verkon integroiminen internet-verkkoon ja sen yhteyskäytäntöihin vaatii erityistä huomiota. DVB-kotipääte eli digitaalivastaanotin sisältää tällöin vähintään kaksi IP-

liityntäpintaa: modeemin puhelinverkkoyhteyttä varten ja sillan DVB-dataa varten. IP-liityntäpinta voisi olla myös kodin paikallisverkkoa varten.

Sillan ominaisuus on se, että se sisältää muistia datan puskuroidiin. Puskuroidun datan perusteella se pystyy päättämään, siirretäänkö data eteenpäin vai ei. Toinen internet-verkon siltojen (etäsillat) ominaisuus on se, että silta voi olla tiedonsiirrossa vastakkain vain toisen sillan kanssa. Liikennöinnissä etäsiltojen välillä käytetään omaa protokollaa: lähetävä silta kapseloi IP-datan siirtoyhteyden vaatimaan pakettiin, vastaanottava silta puolestaan purkaa kapseloinnin.

Multicast-paketit puolestaan saadaan reititettyä helposti DVB:n kautta, sillä niissä vastaanottajan IP-osoite on aina ryhmää kuvaava D-luokan osoite. Point-to-point-tyyppisen TCP/IP-tiedonsiirron reititys internetistä digitaalivastaanottimelle vaatii hivenen pohdintaa:

Kunkin digitaalivastaanottimen ohjelmistoon (vastaa internetin kannalta PC:n ohjelmistojä) on määritelty laitekohtainen IP-osoite, jota käytetään IP-tietoliikenteessä. Tarkastellaan aluksi tilannetta, jossa digitaalivastaanotin on yhteydessä internet-verkkoon sekä puhelinverkon että DVB:n kautta ja sillä on sama IP-numero kummassakin rajapinnassa. Tällöin vastaanotin hyväksyy omalla IP-osoitteellaan saapuneet paketit, tulivatpa ne kumpaa reittiä pitkin tahansa. Tässä menettelyssä on se haitta, että reititys DVB:lle päin täytyy etukäteen määrittellä käyttämään jompaa kumpaa kanavaa eli reititys tulisi olemaan vastaanottajakohtainen ja kiinteä. Toisaalta saadaan se etu, että jos reitti myöhemmin saadaan määriteltyä dynaamisesti, digitaalivastaanotin tukee sitä.

Tämä kiinteän reitityksen haitta saadaan kierrettyä siten, että digitaalivastaanottimelle määritellään toinenkin IP-osoite. Tämä toissijainen osoite reititetään vastaanottimelle aina DVB:n kautta ensisijaisen osoitteen reitittyessä modeemiyhteyteen. Käytännössä tähän täytyy varautua jo siitakin syystä, että samassa DVB-jakelussa (jokin IP-numeroavaruus) voisi toimia usea internet-operaattori (eri IP-numeroavaruuksia). Sopivasti toteutettu vastaanotin voisi ottaa vastaan dataa kummalla tahansa IP-osoitteella riippumatta siitä, mistä suunnasta data tulee.

Kolmas tapa, joka ei vastaanottimen kannalta poissulje kumpaakaan edellistä, on käyttää DVB-liikenteessä aina UDP/IP-liikennöintiä, myös silloin kun kyseessä on point-to-point-tiedonsiirto. UDP-paketit reititetään tällöin aina DVB:n kautta kaikkien TCP-pakettien kulkiessa modeemiyhteyden yli.

Digitaalivastaanottimien IP-osoitteet voivat olla joko internetin osoiteavaruudesta otettuja tai paikallisia, jolloin osoitemuunnoksesta huolehtii palomuuuri tai riittävän älykäs reititin. Muunnoksen voisi hoitaa myös portaalin DVB:n WWW-palveluille tarjoava



palvelin. Jos osoitemuunnos tehdään, tullaan toimeen pienemmällä ulkoisella IP-osoiteavaruudella, mutta vastapainoksi ulkopuolelta ei voida DVB:n kautta välittää point-to-point-tiedonsiirtoa kaikkiin vastaanottimiin.

Vastaanottimien IP-osoitteiden koordinointi täytyy hoitaa keskitetysti. Se saadaan myös liitettyä asiakashallintajärjestelmään esimerkiksi liitteen 1 ehdotuksen mukaisesti.

Vaikka digitaalisen televisioverkon käyttö myös henkilökohtaiseen nopeaan tiedonsiirtoon on mahdollista, on tälle rintamalle kuten mainittu tulossa muitakin ratkaisuja. Oleellista tässä vaiheessa on varata mahdollisuus myös point-to-point-tyyppiseen tiedonsiirtoon multicastin ohella.

## 4.6 Muutama digitaalivastaanottimeen liittyvä ajatus

Linux (<http://www.linux.org>) on ilmaiseksi saatavilla oleva käyttöjärjestelmä, joka voidaan sovittaa erilaisiin käyttöympäristöihin. Jos se sovitettaisiin digitaalivastaanottimen kovoön, olisivat lähtökohdat standardinmukaisten tiedonsiirtoratkaisujen rakentamiselle perin hyvät, sillä muiden unixien tapaan Linuxissa on erinomainen IP-tuki. Käyttöä hankaloittavat unix-erikoisuudet saataisiin peitettyä ikkunoidun käyttöliittymän ja käyttösovelluksen alle. Tälle alustalle puolestaan voisi sovittaa Mozillan (<http://www.mozilla.org>) pohjautuvan internet-selainohjelman, jonka lähdekoodit ovat vapaasti saatavilla ja ilmaiseksi jaossa. Mistään erikoisuudesta tässä konseptissa ei ole kyse – Linuxia on portattu erilaisiin ympäristöihin ennenkin ja Mozillan perustuu muun muassa suosittu selainohjelma Netscape.

Kotitietokoneen liittäminen digitaalivastaanottimeen tuo mielenkiintoisia lisämahdollisuuksia: Multimediatiedostot saadaan reititettyä vastaanottimeen liitettyyn kotitietokoneeseen, jota voitaisiin käyttää multimedian toisena käyttöliittymänä ja digitaalivastaanottimen tietovarastona. Digitaalivastaanotin voisi puolestaan toimia kotitietokoneen päätelaitteena ja esimerkiksi dekodata MPEG-tiedostoja television kuvaruudulle. Tällöin kotitietokone toimisi vastaanottimen kannalta samaan tapaan kuin internet-palvelin. Kotitietokoneeseen voitaisiin asentaa myös dekooodaus- ja muunnospalvelu sellaisille tiedostoformaateille, joita vastaanotin ei muuten kykenisi avaamaan. Mikäli ohjelmistojen tekijät onnistuisivat laatimaan riittävän helposti asennettavan – kenties Linuxiin pohjautuvan – paketin, palvelimena toimimisesta löytyisi käyttö myös niille 486- ja Pentium-tasoisille tietokoneille, jotka eivät enää kelpaa pelien pelaamiseen. Jopa tietokoneen hallinnointi voisi tapahtua digitaalivastaanottimen internet-selaimella, jolloin olohuoneeseen ei tarvitsisi kantaa tietokoneen näyttöä ja näppäimistöä.

## 5. Suomalainen maanpäällinen DVB

Suomen maanpäällinen digitaalinen TV-verkko otettane käyttöön vuonna 2000 Sydneyn olympialaisten yhteydessä. Käyttöönotto vaiheeseen on kaavailtu kahta digitaalista multipleksiä. Kumpaankin multipleksiin mahdutettane 4 TV-kanavaa eli yhteensä 8. Seuraavassa vaiheessa vuonna 2002 lisätään kenties kolmas multipleksi. Tällöin on katseltavana yhteensä 12 digitaalikanavaa. Liikenneministeriön raportissa 1998 esiintyy ajatus, jonka mukaan ensimmäisessä vaiheessa kolmen primäärimultipleksin haltijoina olisivat YLE, Alma Media ja Helsinki Media.

Erästä vaihtoehtoista tapaa käyttöönotolle on myös esitetty: Koska sirtymäkausi analogisesta digitaaliseen televisioon on taloudellisesti raskasta erityisesti kaupallisille televisiokanaville vastaanotinkannan ollessa suhteellisen alhainen, voitaisiin alussa lähteä liikkeelle nykyisten ohjelmien yhtäaikaista lähettämisestä digitaaliverkossa. Tällöin käytettäisiin yhtä multipleksiä niin kauan, kunnes vastaanotinkanta laajenee riittävästi kaupallista toimintaa varten. Esitettyssä ratkaisussa korostuu lisäpalvelujen merkitys.

Maanpäällisen DVB-verkon verkkomultipleksissä bittikapasiteetti on 22 Mbit/s ([Risberg 1998]). TV-ohjelmapalvelut vievät DIGI-TV-työryhmän mittausten mukaan 4 - 4,5 Mbit/s ohjelmaa kohden kuvalla ja 256 kbps äänelle. Urheiluohjelmien kuva vaatii jopa 5 Mbit/s, mutta kaikki kanavat lähettävät harvoin pelkkää urheiluohjelmaa. Elektronisen ohjelmaoppaan tarvitsemalle datapalvelulle ja muille DVB-datapalveluille jää silloin 3 - 5 Mbit/s. SI-tieto vie tästä maksimissaan 0,5 Mbit/s, jolloin jäljelle jää 2,5 - 4,5 Mbit/s. Keskimääräisenä arviona voidaan pitää 3,5 Mbit/s päiväsaikaan ja tätä huomattavasti suurempi kapasiteetti yöaikaan.

Statistisella multipleksauksella jonka käyttöönottoa harkitaan saadaan multipleksiin mahtumaan ainakin yksi ylimääräinen ohjelma ja suurempi datasiirtokapasiteetti TV-ohjelmapalvelujen laadusta tinkimättä.

MHEGiin perustuva EPG-palvelu vienee 2 - 4 MBit/s sitä lähettävän multipleksin kapasiteetista. Silloin jää keskimäärin 0 - 2,5 Mbit/s datasiirtoon. Mikäli EPG-palvelua ei lähetetä kyseisessä multipleksissä, on siirtokapasiteetti 2,5 - 4,5 Mbit/s.

EPG:ssä ei voida helposti välittää kovin suuria datamääriä, kuten ohjelmiin liittyviä videoleikkeitä. EPG:n ja verkkomultipleksiin syötettyjä datapalveluita voitaisiin linkittää yhteen niin, että digitaalivastaanottimen massamuistia voitaisiin hyödyntää myös EPG-palvelussa. EPG:n maksullisten ja muidenkin palvelujen personointi tulee olemaan tarpeen tulevaisuudessa.

Kannattaa pohtia tarkkaan, kuinka laajalti tietoa EPG:ssä välitetään, jottei se vie kaistaleveyttä houkuttelevammilta DVB-palveluilta – EPG:n hyötyä ajateltaessa täytyy muistaa, että suomalaisten kanavien lukumäärä on kuitenkin varsin pieni.

## 6. Datan broadcast-jakeluun soveltuvat palvelut

DVB:hen soveltuvat datapalvelut jakaantuvat kolmeen luokkaan: massajakelu, suurten tietomäärien point-to-point-siirto sekä nopea internet-käyttö. Neljäs potentiaalinen palveluryhmä ovat TV-ohjelmiin liittyvät oheistiedot, joita kuitenkin ei tarkastella lähemmin tässä raportissa. Palvelut voivat kohdistua sekä TV-vastaanottimelle että kodin PC:lle tai molemmille.

### 6.1 Massajakelu

Datan massajakelu monelle vastaanottajalle on DVB-datapalveluiden ominta aluetta. Esimerkkejä ovat erikoisyleisöt, kuten ulkosuomalaiset, mutta myös opetus, viranomaistiedotus sekä tarjontapalvelut, joissa tiedot – esimerkiksi sähköinen sanomalehti tai WWW-portaalin pääsivut – päivitetään automaattisesti tietyin välein. Hyviä vihjeitä sopivista palveluista antavat nykyisen analogisen TV-verkon teksti-TV- sekä data-TV-palvelut, kuten yhdysvaltainen Wavetop ja suomalainen Koulukanava (ks. kohta 3.1.1).

Massajakelun etuja valaisee seuraava esimerkki, jossa on Eutelsat on laskenut 600 Megatavun CD-ROM:n sisällön jakamisen kustannukset 10 000 asiakkaalle eri jakelumeedioita käyttäen.

*Taulukko 6.1. DVB:n massajakelun kustannustehokkuus (lähde Eutelsat).*

Teknologia	Mbps	Siirtoaika	Siirtokustannukset
Puhelinverkko	0,04	2 päivää	13 000 000 mk
ISDN	0,12	12 tuntia	825 000 mk
ADSL	1,5	1 tunti	165 000 mk
Satelliitti (DVB-S)	40	2 minuuttia	165 mk

Asiakkaan kannalta paikallisesti tallennetun materiaalin käyttö ilman materiaalin siirron edellyttämiä odotusaikoja antaa palvelulle laadullisen lisäarvon.

Eutelsatin ”Multimedia Platform” DVB-datapalvelualustaan perustuen on markkinoilla datan massajakelupalveluita myös Euroopassa. Ensimmäinen Eutelsatin Multimedia Platformin kaupallinen sovellus tuli markkinoille 1997. Esimerkiksi Hughes Network Systems (<http://www.direcpc.com>) tarjoaa DirecPC-sovelluksena massajakeluun perustuvaa Turbo Newscast -palvelua, jossa asiakas voi valita siirrettäväksi tiettyjä Usenetin uutisryhmiä ja tiedotuslehtiä.

Massajakeluun liittyy jakeluun tulevien sisältöjen ennakkovalinta. Sisältöjen toimituksellinen tuottaminen ja valinta internet-verkosta on kokeiltu esim. Eutelsat-palvelualueella toimivan Net Channel One -palvelussa ja myös Koulukanavan perusideoita. Net Channel One kokeilussa haettiin yli miljoona WWW-sivua kuukaudessa internet-verkosta ja tarjoaa niitä ladattavaksi asiakkaiden koneille. Palvelun kategorioita olivat uutiset ja sää, urheilu, taide ja kulttuuri, tiede ja tekniikka, matkailu, viihde ja harrastukset. Koulukanava-palvelussa käytetään asiakkaiden toimintojen mukaista sisältöjen jakoa eli oppilaitosten opetuksessa käyttämää ainejakoa. Koulukanavan palvelua voidaan pitää ”direct to desktop” -koulutuspalveluna, joita on toteutettu muuallakin. Liike-elämän puolella on paljon geneeristä tietoa ja kaikille samansisältöisenä palvelu sopii oman erikoisyleisönsä massajakeluun. Esimerkiksi osakkeiden reaaliaikaiset hinnat ja tavaramarkkinoiden päivittäishinnat ovat tällaisia sisältöjä.

Kustannusten alentaminen on tärkeä seikka, mutta keskitetty tarjontatyyppinen datapalvelu tarjoaa myös muita etuja. Keskitetyllä jakelupalvelulla voidaan toteuttaa virtuaalinen palomuri. Ohjelmasovellusten alaslatausten lisääntyessä myös tarve kotikäyttäjän virussuojaukseen lisääntyy. WWW-sivuja tarjoava sisältötuottaja pitää WWW- ja FTP-palvelimilla olevat dokumentit asiallisesti arkistoituneena. Alaslatauksen jälkeen asiakaskoneella tilanne onkin jo toinen. Internet-selaimet on suunniteltu verkoissa olevien materiaalien katsomiseen; alasladattujen dokumenttien hallintaa ne eivät tue kovin hyvin toistaiseksi, joskin esimerkiksi seuraavan sukupolven selaimet, kuten Microsoftin Internet Explorer 5.0, tarjoavat parempia välineitä alasladatun aineiston käsittelyyn. Koulukanavan InfoPack-asiakasohjelmiston tapa pitää alasladatut dokumentit järjestyksessä on yksi ominaisuus, joka antaa internet-käytölle lisäarvoa.

## 6.2 Suuret tietomäärät

DVB-datasiirto tarjoaa suurten tiedostojen massajakeluun kustannustehokkaan jakelutien. Voidaan esimerkiksi tilata elokuva, äänite tai tietokoneohjelma toimitettavaksi kotimikron kovalevyille tai digitaalivastaanottimen muistiin. Myös tietokantojen peilaus useiden palvelimien välillä on varteenotettavaa. Internet-verkko tarvitsee myös enenevässä määrin sisältöjen peilaamista, jotta tiedonsiirron pullonkauloja voitaisiin välttää.

Internet-käyttäjän tiedonsiirron ongelma on erityisesti suurten tiedostojen alaslataus. Internet-käyttö on mitä suurimmassa määrin epäsymmetristä liikennettä, jossa WWW-palvelimelta alaslatautuvien tiedostojen tarvitsema siirtokapasiteetti on moninkertainen asiakkaan generoimiin pyyntöihin nähden. Vaikka verkkojen tarjoama siirtokapasiteetti runkoverkossa olisikin riittävä, tuskastumista tiedonsiirron hitauteen aiheuttaa vielä tällä hetkellä viimeinen maili eli yhteys runkoverkon reitittimeltä asiakkaalle.

Ongelma on erityisen merkittävää kouluissa ja oppilaitoksissa, joilla ei aina ole varaa nopeisiin kiinteisiin internet-yhteyksiin. Verkon kuormitus vaihtelee usein voimakkaasti oppituntien ja usein internetiä surffaillen käytetyn vapaa-ajan mukaan. DVB-pohjaisen tarjontapalvelun integroiminen koulujen internet-välipalvelimiin toisikin helpotusta monen oppilaitoksen arkielämään.

### **6.3 Internet-käyttö**

Integroitaessa DVB- ja internet-verkon palveluita voidaan nähdä kaksi selvää ääripäätä: Aidot tarjontapalvelut, kuten EPG, ovat massajakelupalveluita, jotka eivät vaadi paluuyhteyttä. Toisena ääripäänä voidaan pitää tilannetta, jossa internetin verkon reitittimet voivat valita DVB-verkon siirtopalveluita käyttöönsä yksinkertaisesti vain tämän siirtokapasiteettia hyödyntääkseen (point-to-point-palvelu). Tässä tapauksessa kaikki tapahtumat ovat internet-tapahtumia ja DVB-verkko on integroitu osaksi internetin siirtoverkkoa. Näiden ääripäiden välille mahtuvat automaattiseen tiedonhakuun (smart pull) perustuvat palvelut, jotka ovat osittain on-demand-palveluita.

Rakennettava ratkaisu voidaan rakentaa tukemaan kaikkia edellisiä ratkaisuja. On-demand-palvelut voivat olla kesto- tai kertaluontoisia tilauksia. Automaattisissa haku-palveluissa tilaus tarkoittaa asiakkaan liittymistä palvelun piiriin. Internet-käytössä eli point-to-point-palveluissa taas yksilön internet-tiedonhaun perusteella tapahtuvia kerta-tilauksia. Sisältötuottajat voivat itse tarjota tällaisia palveluja tai sisällöt voidaan kerätä yhteiseen operointikeskukseen. Sisältötuottajan toimittamien tai operointikeskuksen lissenssisopimuksilla keräämien sisältöjen dataformaattit ovat selainten tukemia muotoja lähtien HTML-dokumenteista.

## 7. DVB-pohjaisten datapalvelujen kilpailukyvyn arviointi

DVB:n datapalvelut arvioidaan suhteessa kilpaileviin teknologioihin sellaisilla arviointikriteereillä kuten taloudellisuus, saavutettavuus ja palvelutaso. Edellisen luvun palveluryhmät esitetään arviointikriteereihin nähden taulukossa 7.1. Palvelut on myös eroteltu katselulaitteen (TV/PC) mukaan.

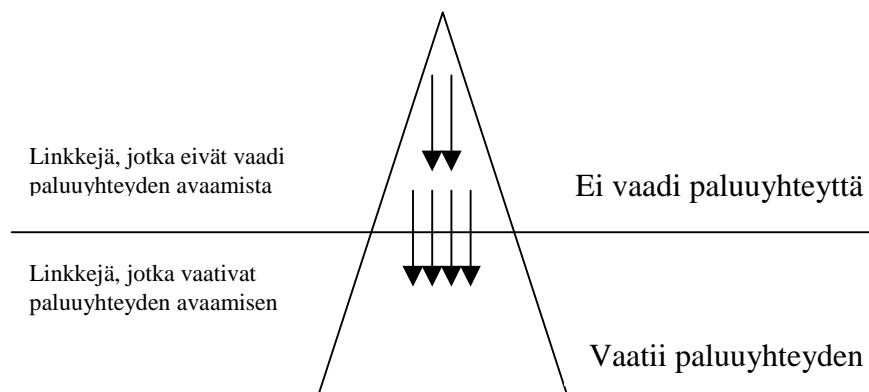
Taulukko 7.1. Maanpäällisten DVB-palvelujen arviointi: tähtäin 2 - 3 vuotta.

DVB-palvelu		Taloudellisuus	Saavutettavuus	Palvelutaso	Kommentti
Palvelutietojärjestelmät EPG ja ESG sekä teksti-TV	TV	++_infrastruktuurin luomisen jälkeen erittäin halpa ++_TV-yhtiölle tuottoisa esim. mainosarvon kautta (hyvä peitto) -_tiedontuottamistyökalut saattavat muodostua kalliiksi	++_kaikki digitaali-vastaanottimet +_ei vaadi paluuyhteyttä	++_erittäin helppo käyttää +_ajankohtainen -_suunniteltu ensisijaisesti TV-yhtiön omaan tiedottamiseen --_internetiin verrattuna suljettu järjestelmä	TV-yhtiön hallinnassa oleva digitaalinen media Luonnollinen evoluutio nykyisestä teksti-TV:stä
-, -	PC				Ei oleellista lisäetua TV:hen verrattuna
Internetin tarjontapalvelut (push)	TV	++_erittäin halpa, ellei vaadita paluuyhteyttä ++_tiedon tuottaminen halpaa	+_tavoittaa kaikki digitaali-vastaanottimet +_ei vaadi paluuyhteyttä -_hyödynnettävissä vain, jos käytössä on riittävästi paikallista muistia -_internetin massajakelu vaatii DVB:n ja IP-verkon välisten tiedonsiirtomekanismien toteuttamista	++_mahdollisuus internet-sivujen massajakeluun ++_runsaasti aineistoa nykyisessä infrastruktuurissa +_helppokäyttöinen (vrt internet-selailu) +_ajankohtainen -_erityisesti massajakeluun tehtyjä palveluja vähän -_TV-ruutu soveltuu huonosti teksteihin ja still-kuviin	Vaatii, että digitaali-vastaanottimessa on riittävästi muistia, mieluummin kovalevy tai DVD:n muodossa Tehokas internetin massajakelukanava
	PC	++_tiedon tuottaminen halpaa ++_tiedonsiirrossa erittäin halpa suurilla tiedostoilla ++_kiinnostava tietokantojen peilaukseen	+_massamuisti löytyy PC:ltä tai paikallisverkon palvelimelta -_vaatii DVB-viritinkorttia PC:hen tai PC:n ja digitaalivastaanottimen verkottamista keskenään -_vaatii DVB:n ja IP-verkon välisten tiedonsiirtomekanismien toteuttamista	+_PC:n näytössä hyvä erotuskyky ++_mahdollisuus internet-sivujen massajakeluun -_vähän erityisesti massajakeluun tehtyjä palveluja	DVB-viritinkortin yleistymisen PC:ssä on epävarmaa, kehittynyt digitaalivastaanotin voi kuitenkin toimia siltana

DVB-palvelu		Taloudellisuus	Saavutettavuus	Palvelutaso	Kommentti
IP-jakelu point-to-point, suuret tietomäärät	TV				ei sovellu
-, -	PC	–_kallis	–_vaatii DVB-viritin-korttia tai digitaalivastaanottimen rakennettua siltaa –_vaatii DVB:n ja IP-verkon välisten tiedonsiirtomekanismien toteuttamista	+_palveluja teknisesti helppo kehittää –_erittäin suppea palvelukirjo	Siirtokapasiteetti ei riitä monen asiakkaan palvelemiseen
IP-jakelu point-to-point, keskiuuret tietomäärät (surffailu)	TV	– –_kallis	+_tavoittaa kaikki digitaalivastaanottimet –_vaatii paluuyhteyden –_vaatii DVB:n ja IP-verkon välisten tiedonsiirtomekanismien toteuttamista	–_helppokäyttöisyys riippuu WWW-sivuista ja digitaalivastaanottimen suorituskyvystä –_TV-ruudun pieni erotuskyky	Nojautuu paluuyhteyteen, jota voidaan käyttää surffailuun ilman DVB:täkin.
-, -	PC	– –_kallis	–_vaatii DVB-viritin-korttia tai digitaalivastaanottimeen rakennettua siltaa –_vaatii DVB:n ja IP-verkon välisten tiedonsiirtomekanismien toteuttamista	+_Voi käyttää PC:n internet-ominaisuuksia	Nopeat yhteydet runko-verkosta loppukäyttäjiin yleistyvät, joten DVB:n käyttö normaalissa internet-surffailussa tulee jäämään vähäiseksi.

Vertailusta nousevat esiin massajakelupalvelut. Niissä mahdollisesti yhdistyvät nykyisen teksti-TV:n jakeluperiaate ja internetin käyttölogiikka, ja saadaan siten helposti omaksuttaviksi. Palvelua käytetään TV:n tavoin olo- ja makuuhuoneessa, ja se on sen takia kilpailukykyinen mikrotietokoneen kanssa, vaikka graafinen laatu olisikin huonompi. Palvelun perustaso ei vaadi paluuyhteyttä – joskin aineisto voi sisältää linkkejä syvällisempään tietoon, jonka seuraaminen vaatii internet-yhteyden avaamista. Kuvannollisesti voidaan verrata palvelun perustasoa jäävuoren huippuun ja paluuyhteyttä vaativia syvällisempiä tietoja veden alla olevaan osaan (kuva 7.1). jäävuoren huipussa interaktiivisuus on paikallista.





*Kuva 7.1. Massajakelupalvelut (push) jäävuorena. Digitaalivastaanottimen tallentama tietopaketti muodostaa jäävuoren näkyvän osan – internetissä olevat oheistiedot ovat vedenpinnan alapuolella.*

PC:n rooli näyttövälineenä ei liene kovin merkittävä, ennen kuin DVB-viritinkortit, integroidut PC-TV-laitteet tai kodin sisäiset tietoverkot yleistyvät. Mikäli DVB-kortit aletaan sisällyttää PC-koneiden vakiovarustukseen, nousee PC hyvin tärkeänä esiin. Myös kotiväylän yleistäminen puoltaa tätä kehitystä. Lyhyellä, muutaman vuoden tähtämällä TV:llä lienee sen takia parhaat mahdollisuudet vetää yleisöä tarjontapalvelujen piiriin.

## **8. DVB-pohjaisen kilpailukykyisen jakelualustan ja sen palveluiden määrittely**

### **8.1 Personointi**

DVB-datan rajoitettu siirtokapasiteetti vaatii, että personointi toteutetaan mahdollisimman pitkälti paikallisesti eikä asiakaskohtaisilla lähetyksillä. Asiakasprofilointi toteutetaan karkealla tasolla suodattamalla DVB-läheteestä digitaalivastaanottimen tai PC:n tallennusvälineelle asiakkaan haluamat osat. Tämän sisältösuotimen parametrien arvot asiakas ilmoittaa palveluntarjoajalle eri tavalla, puhelimitse, internetin kautta tai digitaalivastaanottimen omalla paluuyhteydellä. VTT:n kehittämässä IMU-järjestelmässä [Glödstaf 1999] on esimerkkejä siitä, kuinka personointi tiedontuottajan, aihe-alueen, aikavälin ja sisällön suhteen voi tapahtua WWW:ssä. Personointi suotimen avulla vaikuttaa siirrettävän tiedon kehystämiseen sekä siirtoformaattiin. Jaettavassa datassa on oltava palvelua kuvaavaa metadata suotimen ymmärrettävässä muodossa. Tässä personoinnissa voidaan myös hyödyntää DVB:n omia valtuutusmekanismeja (Conditional Access).

Tarkempi personointi voidaan tarvittaessa toteuttaa paikallisesti tallennetun aineiston sisällä. Voidaan esimerkiksi määritellä oman suosikkikiekkoilijan kanavaa, johon kerääntyvät hänestä kertovia TV-leikkeitä ja lehtikirjoituksia, kuten IMU-järjestelmässä. Tämä hienojakoisempi paikallinen personointi voidaan toteuttaa ainakin kahdella eri tavalla: Ensimmäisessä vaihtoehdossa tehdään tietokantakäsittely paikallisesti. Sitä varten metadatan olisi hyvä sisältää otsikon, tiedontuottajan ja tekijän nimet, aika, aihe-alue ja sisältöä kuvaavat avainsanat. Sisällöntuottajien kesken on sovittava metadatan rakenteesta, jotta tämä olisi mahdollista. Toisessa vaihtoehdossa lähetetään kaikille yhteisen datan lisäksi henkilökohtainen linkkisivu, jota kautta saa datan personoidusti suodatettuna ja yhdisteltynä.

Tarkin personointi saavutetaan, kun asiakkaiden käyttäytymistä eli henkilökohtaista kiinnostusta eri aihealueisiin seurataan ja kiinnostusprofiilia hienonnetaan tämän perusteella. Nämä käytön seurantatiedot pysyvät ainoastaan paikallisessa muistissa eivätkä välity digitaalivastaanottimen tai PC:n ulkopuolelle.

### **8.2 DVB-datapalvelualusta**

Palvelualusta mahdollistaa laajimmillaan sekä massajakelupalvelut että internet-käytön, internet-käytön jopa WWW-sivujen massajakeluna. Alustaan kuuluvat myös asiakkaan identifiointi ja profilointi. Sisällöt ovat paitsi tekstiä ja grafiikkaa, myös reaaliaikaista

ääntä ja videota sisältäviä multimediaesityksiä. Sisällöt noudattavat DVB-konsortion ehdottamaa Multimedia Home Platform API -rajapintaa, joka valmistunee standardiksi vuonna 1999. Luontevaa olisi, että myös WWW-sivujen esitystä tuettaisiin, vaikkei se kuuluisikaan API-rajapintaan. Sisältöpalvelut ovat joko avoimia tai suljettuja. Suljetut palvelut voi olla maksullisina, jolloin alusta tukee verkkorahaa sekä verkossa tapahtuvia tili- ja luottosiirtoja. On myös huomioitava alueellista jakelua sekä eri jakeluaikoja. Osa sisällöistä voidaan jaella öisin, ja prime timen aikana siirretään vain päivityksiä, kuten tuoreet uutiset. Siirrettävä dataa puskuroidaan sekä lähetys- että vastaanottopäässä, jolloin hyödynnetään vaihteleva kanavakapasiteettia.

Asiakkaalla tulee olla oman käyttöliittymänsä kautta erilaisia työkaluja käsitellä paikalliseen massamuistiin tallennettuja tiedostoja, esim. tuhota ja siirtää niitä. Esim. ilmoituksille tai tarjouksille pitäisi pystyä määrittelemään myös elinikä, jonka jälkeen dokumentti automaattisesti häviää massamuistista.

### 8.3 Kokeiltavat palvelut

Kuten luvussa 6 todettiin, suuria yleisöjä kiinnostavat tarjontapalvelut soveltuvat parhaiten DVB:n datajakeluun. Sisällöntuottajien ja internet-operaattorin emopalvelimet eli portaalit, kuten Soneran Keskuskatu (<http://www.inet.fi>), HPY:n Kolumbus aloitussivut (<http://www.kolumbus.fi>) tai MTV3:n (<http://www.mtv3.fi>) ja YLE:n (<http://www.yle.fi>) kotisivut, tarjoavat kattavimman mahdollisuuden kotimaisiin tarjontapalveluihin. Tarjontapalvelun paketti koostuisi sopivasta määrästä hierarkiatasoa alkaen pää- eli juurisivusta. Palvelussa voidaan tarjota joko portaalit sellaisenaan tai aihepiireittäin yhdistettynä. Tällainen WWW-aineiston keräily helppokäyttöiseksi paketiksi on demonstroitu VTT:n IMU-järjestelmässä. Paketti päivittyisi koko vuorokauden ympäri. Palvelun käyttöliittymä olisi mahdollisimman helppokäyttöinen.

Portaalien omistajat sopisivat DVB-multipleksien hallinnoijan/hallinnoijien kanssa jakelusta. Sopiminen helpottuu, sillä tahot ovat osittain samoja. Mikäli multipleksit jakautuisivat YLE:lle, Alma Medialle ja Helsinki Medialle, YLE luonnollisesti lähettäisi oman portaalin omassa multipleksissa, Alma Media oman portaalin omassa multipleksissa ja Helsinki Media omassaan. Muut portaalit vuokraisivat jakelukapasiteettia multipleksin hallinnoijilta.

Portaalien kiinnostavimpia osia ovat ajankohtaiset uutiset. TV-yhtiöt ovat tässä avainasemassa, koska ne pystyvät helposti tuottamaan multimedia-uutiset olemassa olevasta aineistostaan. Persoioitavat multimedia-uutiset, jotka koostuvat sekä lehti- että TV-aineistosta, on myös demonstroitu IMU-projektissa. Yksi mahdollinen multimedia-paketti koostuu myöhäisillan ja mahdollisesti varhaisaamun TV-uutisista, joihin kytke-

tään alkuyöstä valmistuvat lehtijutut. Yön yli toimitettava paketti olisi aamulla valmiina ja personoituna odottamassa katsojaa hänen digitaaliveikostaanottimessaan. Tästä voitaisiin luoda päivitettyjä versioita pitkin päivää.

Portaalien IP-pohjaiseen välittämiseen ei liittynne merkittäviä tekijänoikeuskysymyksiä, sillä DVB-vastaanotin voidaan tällöin rinnastaa www-selaimen.

Mielenkiintoinen mahdollisuus voisi olla portaalien tilaaminen asiakaslähtöisesti, mikä monipuolistaisi DVB:n kautta tarjottavia palveluja. Miten, millaisilla pelisäännöillä ja miten rahoittaen tällainen jakelu saataisiin toteutettua, olisi varmasti pohdinnan arvoista.

Yrityksille on tarjottava mahdollisuus mainostaa tuotteitaan DVB-datan kautta. Integroitaessa internetin sähköisiä markkinoita DVB:iin on avainasia automatisoida toimintoja palveluiden tuotantopuolella. Teknisesti automatisointi on toteutettava niin, että kuvan ja äänen laatu säilyvät siedettävinä.

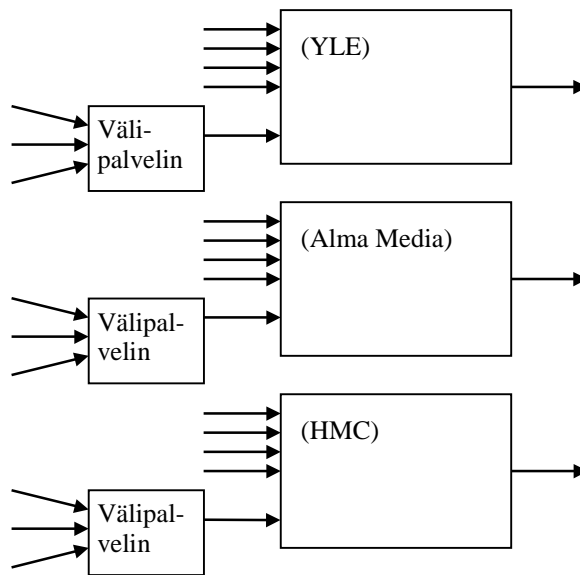
DVB-datapalvelu voisi tarjota sähköpostipalvelun, jopa koputuspalvelulla höystettynä, tai pelkän koputuspalvelun.

Julkinen tiedottaminen esimerkiksi työpaikoista voisi kuulua järjestelmän piiriin. Vaikka jo nykyinen teksti-TV hoitaa tämän tiettyssä määrin, tarjoaa DVB paljon laajemman tiedonsiirtomahdollisuuden sekä paikallisen tai internet-pohjaisen hakumahdollisuuden.

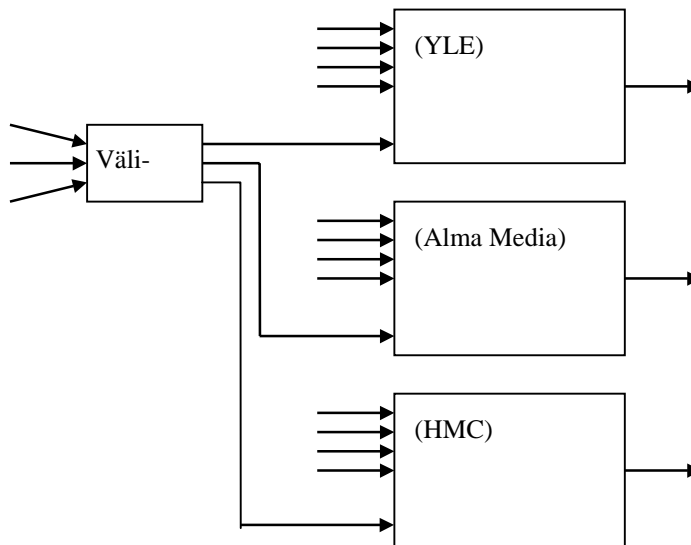
Järjestelmässä pyritään kokeilemaan myös alueellisia palveluja sekä palvelujen alueellista tuottamista. Näiden palvelujen kohderyhmät ovat tyypillisesti sellaisilta alueilta, jossa muu laajakaistainen tiedonvälitys on hankalasti saatavilla tai kohtuuttoman kallista.

## 8.4 Kokeilujärjestelmä

Teknisesti IMU-tyyppiset aktiiviset välipalvelimet hoitavat WWW- ja multimediaaineiston keräilyn ja muokkaamisen jakelualustan vaatimaan MHP-muotoon. Välipalvelimet voisivat sijaita multipleksihallinnoijien primäärimultipleksien yhteydessä (kuva 8.1). Toinen vaihtoehto on se, että sama välipalvelin palvelee ensi vaiheessa kaikki kolme multipleksia nopeiden datayhteyksien kautta (kuva 8.2). Tässä ratkaisussa syntyy helpommin kapasiteettiongelmia ja kanavakapasiteetin optimaalinen hyödyntäminen saattaa vaikeutua. Kokeilun ensimmäisessä vaiheessa saatetaan rajoittaa yhteen multipleksiin, josta järjestelmää myöhemmin laajennetaan. Kuvat 8.1 ja 8.2 esittävät välipalvelimen loogista kytkentää. Niissä käytetyt multipleksin hallinnoijien nimet ovat esimerkinomaisia ja peräisin liikenneministeriön raportista, Digitaalinen TV ja Suomi (1998).



*Kuva 8.1. DVB-datajakelun kokeilujärjestelmä, jossa välipalvelimet on hajautettu multiplexeille.*



*Kuva 8.2. DVB-datajakelun kokeilujärjestelmä keskitetyllä keräilevällä välipalvelimella.*

Yksi esimerkki mahdollisesta reitityksiin liittyvästä ratkaisusta selostetaan jäljempänä tässä kohdassa.

Asiakaspuolella käytetään digitaalivastaanotinta, jossa on tarpeeksi paljon muistia, esimerkiksi ylimääräisen flash-muistin, kovalevyn tai DVD:n muodossa. Tämän lisäksi kokeillaan DVB-kortilla varustettua mikrotietokonetta.

Kokeiluryhmänä käytetään tarpeeksi suurta – vähintään parisadan käyttäjän – ryhmää. Koko kokeilun aikana suoritetaan käyttäjätutkimuksia, joihin sisältyvät lokitietojen keräilyä ja haastattelut.

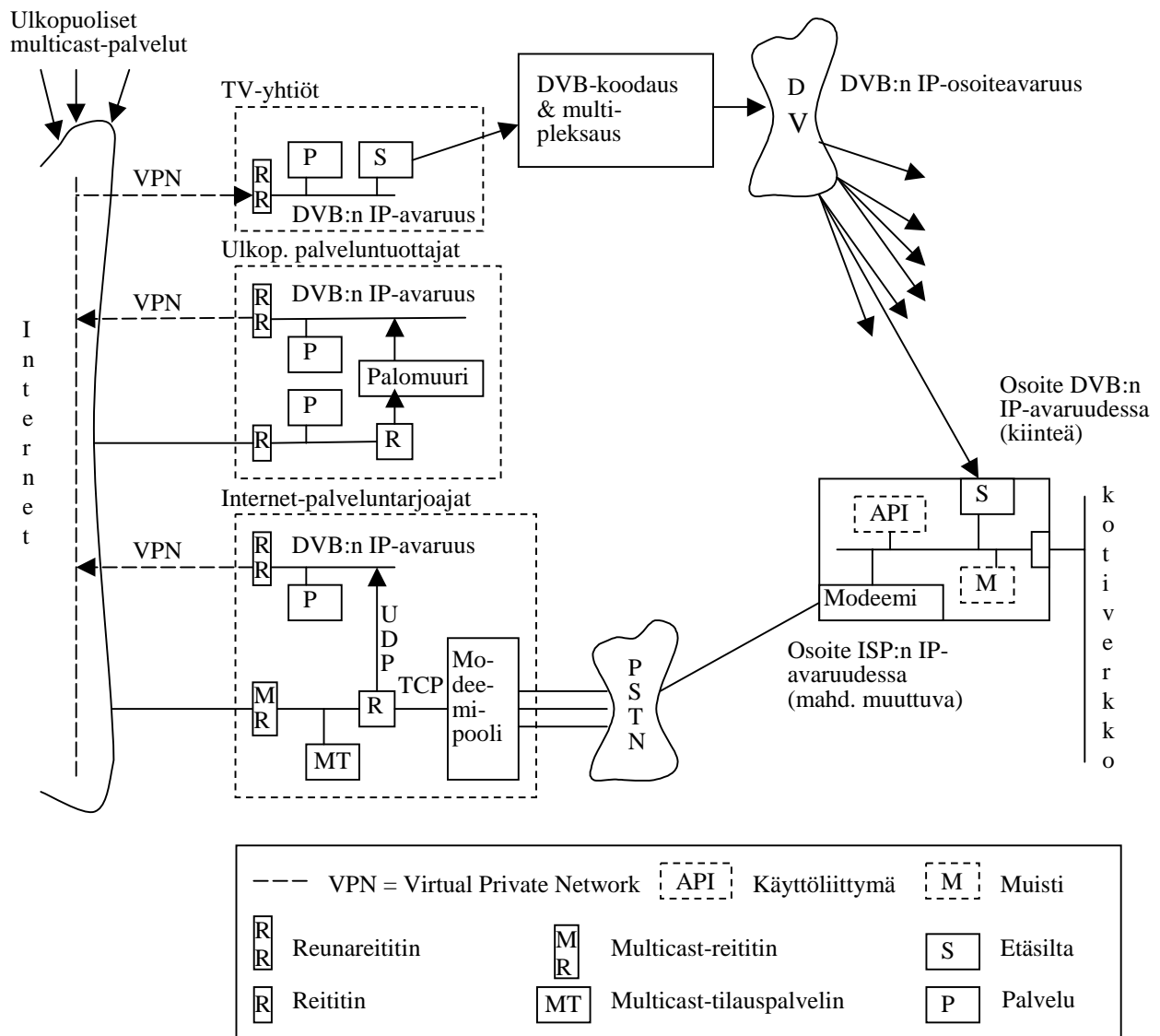
Eräs tapa integroida DVB- ja IP-verkon palvelut on esitetty kuvassa 8.3. Siinä on perusajatuksena DVB:n IP-avaruuden erottaminen omaksi paikalliseksi osoiteavaruudeksi. Tämä IP-avaruus on eristetty yleisestä IP-osoiteavaruudesta reitittimien ja palomuurien avulla ja sitä tulee koordinoita keskitetysti. Tästä DVB:n IP-osoiteavaruudesta annetaan jokaiselle digitaalivastaanottimille oma IP-osoite, jonka jälkeen niille voidaan välittää myös osoitteellisia IP-paketteja. Erottaminen yleisestä IP-osoiteavaruudesta on tarpeen yksilöllisten osoitteiden muodostamiseen, sillä yleisestä osoiteavaruudesta on enää vaikea varata riittävän suurta yhtenäistä osoiteavaruutta.

Tulevaisuudessa IP-osoitteistoa laajennetaan: Yksi vaihtoehto onkin aloittaa laajennetun osoitteiston (IPv6) käyttö nimenomaan DVB:n osoiteavaruudesta, jolloin jokaiseen kotiin voitaisiin antaa runsas IP-aliavaruus perinteisten tietoteknisten laitteiden lisäksi vaikkapa valokytinten ja saunan kiukaan ohjaamiseen. Järjestelmän laajennettavuuden kannalta onkin eduksi, jos jo sitä suunniteltaessa varaudutaan siihen, että kullakin vastaanottimella on käytettävissään tietty IP-aliavaruus yhden yksittäisen osoitteen sijaan – olkoonpa kyse perinteisestä tai laajennetusta IP-osoitteistosta.

Koska digitaalivastaanottimessa voi olla oma IP-osoitteensa modeemiyhteyttä varten, on käyttäjällä mahdollisuus tehdä sopimus internet-palvelusta periaatteessa minkä operaattorin kanssa tahansa, jolloin internet-operaattori voi vapaasti määritellä modeemiyhteydessä käytettävän IP-osoitteen. Internet-operaattorilla saattaa olla tarjottavana multicast-palvelu ("MR" ja "MT" kuvassa 8.3), jossa sen omaan verkkoon on asennettu erityinen multicast-palvelujen tilauspalvelin. Tähän multicast-tilauspalvelimeen käyttäjät voivat tehdä tilauksensa multicast-palveluista esimerkiksi WWW-lomakkeella. Multicast-tilauspalvelin kykenee emuloimaan paikallisverkossa digitaalivastaanottimien multicast-tilauksia ja vastaamaan asiallisesti multicast-reitittimen lähettämiin IGMP:n (kohta 3.3.2) mukaisiin pollauskyselyihin. Sama palvelin voi emuloida digitaalivastaanottimia myös eri multicast-tiedonsiirtoprotokolliin liittyvissä kuittausmenettelyissä. UDP/IP-protokollan (kohta 3.3.2) mukainen multicast-data reititetään internet-operaattorin verkosta DVB:n osoiteavaruuteen.

DVB:n IP-osoitteisto saadaan palveluntuottajien ja internet-operaattorien ulottuville yhdistämällä tietty osa näiden paikallisverkoista TV-yhtiöiden DVB:n IP-avaruudessa olevaan segmenttiin reunareitittimien ja VPN:n (Virtual Private Network) avulla. IP-osoite ja mahdollinen tiedon salauksen purku voidaan järjestää vastaanottimen yksilöivään toimikorttiin, joko siihen liittyvän valtuutukseen (CA) integroiden tai siitä erillisenä järjestelynä. Pelkällä valtuutuksellakin voidaan toki yksilöidä paketteja oikeaan

osoitteeseen, mutta tällöin kyseessä ei ole avoimeen IP-protokollaan perustuva yksilöinti. Varteenotettavana ratkaisuna tähän TV-yhtiön IP-siltauksessa ("S" kuvassa 8.3) voitaisiin tehdä konversio IP-avaruudesta valtuutuskoodiin ja mahdolliseen vastaanottimen IP-aliavaruuteen: tällöinkin DVB:lle tulisi järjestää oma sisäinen osoiteavaruutensa, mutta useimmilla vastaanottimilla voitaisiin pitää kiinteää IP-osoitetta, jopa internetin osoiteavaruudesta varattua. Tarkempi kuvaus löytyy liitteestä 1.



Kuva 8.3. Eräs DVB-datajakelun kokeilujärjestelmän IP-reitityksien toteutustapa.

Kuvatun kaltaisilla järjestelyillä IP-palveluja ("P" kuvassa 8.3) voi tuottaa mikä tahansa DVB:tä lähettävä TV-yhtiö. Lisäksi palveluja voi tuottaa mikä tahansa internet-operaattori, minkä tahansa tai vaikka kaikkien TV-yhtiöiden kanssa, samoin kuin mikä tahansa yritys, jolla on yhteys internettiin. Itse asiassa kokeilujärjestelmästä saattaisi kehittyä hyvinkin mielenkiintoinen infrastruktuuri. Kuvissa 8.1 ja 8.2 esitetty välipalvelin olisi luontevimmin jompi kumpi kuvan 8.3 laatikossa "ulkopuoliset palveluntuottajat" olevista palveluista "P".

Vaikka tässä luonnoksessa onkin kyse onkin avointen standardien soveltamisesta, VTT selvittää kyseiseen järjestelyyn mahdollisesti liittyvät kilpailuoikeudelliset kysymykset.

## 8.5 Palvelualustan toteutukseen liittyviä kysymyksiä

Määrittelytyössä on otettava kantaa useisiin kysymyksiin:

- Kuinka DVB datapalveluilla edistetään tietoyhteiskuntapalveluiden saatavuutta. DVB-datapalvelut tietoyhteiskuntapalveluiden tuotannossa on liikenneministeriön raportin mukaan osa YLE:n toimintaa? Tietoyhteiskuntapalvelut sisältävät dokumenttien jakelu- ja hallintajärjestelmän olennaisena osana kansalaisten kunnallisten ja valtionpalveluiden elektronista käyttöä. Järjestelmän alle kuuluvia dokumentteja ovat esim. päivähoidon hakulomakkeet ja tiedotteet vapaista opiskelupaikoista tai työpaikoista. Tämä on merkittävä ja DVB-datapalvelupohjaiselle kokeilulle otollinen palvelukokeilumahdollisuus.
- Palvelu-, media-, käyttäjä- tai istuntokohtainen tilastointi on palveluiden kehittämisen kannalta oleellinen asia, jolla on yhtymäkohtia palveluiden luokitteluun ja maksullisuuteen. Miten yksityisyyden suoja ja tilastotietojen oikea käyttö voidaan yhdistää DVB-datapalveluissa.
- Miten suhtaudutaan yritysverkkojen palvelemiseen? Kuten aiemmin on mainittu, geneerisiä erikoisyleisöille tarkoitettuja yrityspalveluja on mahdollisuus toteuttaa, mutta miten niihin suhtaudutaan kokeiluvaiheessa?
- Mitä laskutustapoja ja -luokkia halutaan rakentaa eli alennukset, laskutusperusteet (volyymi, tilatun tuotteen mukaan, laskutusjakso + aikaperuste). Tapoja datasiirtokustannusten siirtämiseen palvelujen asiakkaille on runsaasti, mutta kuinka tarkasti tapauskohtaiseen räätälöintiin järjestelmässä kannattaa mennä ja kuinka suuri vaikutus laskutustavoilla ja hinnoilla on palvelujen käyttöön? Kuinka rahavirrat järjestelmän haltijoiden välillä kulkevat?



- Halutaanko kokeilla erilaisia salausjärjestelmiä esim. sähköpostipalveluille?
- Miten tilaajaksiotto tapahtuu, laitemyyjien kautta, teleoperaattorien kautta, keskite-  
tysti?
- Voidaanko DVB-välitteisiä portaaleja tilata asiakaslähtöisesti?
- Miten DVB:hen liittyvää IP-osoitteistoa pitäisi koordinoita?
- Tarvitaanko automaattinen MHEG/Java-konversio? Vaikka tulevaisuuden verkoissa  
tämä funktio olisi tarpeellinen, onko kustannussyistä tarkoituksenmukaista toteuttaa  
ratkaisua nyt?

# Lähdeluettelo

## Julkaisut:

Digitaalinen TV ja Suomi. ISSN 0783-2680. Liikenneministeriö, Helsinki 1998

Electronic Programme Guides February 1998. Konferenssijulkaisu. IBC UK Confereces Limited, 1998

Evan, J.-P. (1998). The Multimedia Home Plattform. EBU Technical Review, Spring 1998

Freeman, R. (1998). Telecommunications Transmission Handbook. John Wiley & Sons, Inc, 1998

Glöd staf, H. ed (1999). Integroitu julkaiseminen – tekniikka ja käyttökokemukset. Digitaalisen median raportti 2/99. Tekes, Helsinki 1999

Risberg, K. (1998). NorDig-vastaanotin, TK, ISSN1235-4376, joulukuu 1998

Risberg, K. (1998). DVB-multipleksit, TK, ISSN1235-4376, joulukuu 1998

Stadler, E. (1993). Modulationverfahren. Vogel Verlag und Druck KG, 1993

Suomalaisen tiedon valtatie tekninen kehitys. Liikenneministeriö, Helsinki 1997

## Standardit ja suositukset:

EN 300 429 Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for cable systems V1.2.1 (1998-04), European Telecommunications Standards Institute, Valbonne, Ranska 1998

EN 300 472 Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for conveying ITU-R System B Teletext in DVB bitstreams V1.2.2 (1997-08), European Telecommunications Standards Institute, Valbonne, Ranska 1997

EN 301 195 Final Draft: Digital Video Broadcasting (DVB); Interaction channel through the Global System for Mobile communications (GSM) V1.1.1 (1998-12), European Telecommunications Standards Institute, Valbonne, Ranska 1998

- ETS 300 421 Digital broadcasting systems for television, sound and data services; Framing structure, channel coding and modulation for 11/12 GHz satellite services, European Telecommunications Standards Institute, Valbonne, Ranska 1994
- ETS 300 486 Digital broadcasting systems for television, sound and data services; Specification for Service Information (SI) in Digital Video Broadcasting (DVB) systems, European Telecommunications Standards Institute, Valbonne, Ranska 1995
- ETS 300 744 Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital Terrestrial Television (DVB-T), European Telecommunications Standards Institute, Valbonne, Ranska 1997
- ETS 300 800 Digital Video Broadcasting (DVB); Interaction channel for Cable TV distribution systems (CATV), European Telecommunications Standards Institute, Valbonne, Ranska 1998
- ETS 300 801 Digital Video Broadcasting (DVB); Interaction channel through Public Switched Telecommunications Network (PSTN) / Integrated Services Digital Networks (ISDN), European Telecommunications Standards Institute, Valbonne, Ranska 1997
- RFC 768 User Datagram Protocol. J. Postel. Aug-28-1980. Standard.  
([www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc768.html](http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc768.html))
- RFC 793 Transmission Control Protocol. J. Postel. Sep-01-1981. Standard.  
([www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc793.html](http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc793.html))
- RFC 821 Simple Mail Transfer Protocol. J. Postel. Aug-01-1982. Standard.  
([www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc821.html](http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc821.html))
- RFC 959 File Transfer Protocol. J. Postel, J.K. Reynolds. Oct-01-1985. Standard.  
([www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc959.html](http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc959.html))
- RFC 1112 Host extensions for IP multicasting. S.E. Deering. Aug-01-1989. Standard.  
([www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc1112.html](http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc1112.html))
- RFC 1323 TCP Extensions for High Performance. V. Jacobson, R. Braden, D. Borman. May 1992. Proposed standard.  
([www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc1323.html](http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc1323.html))

- RFC 1889 RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications. Audio-Video Transport Working Group, H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick & V. Jacobson. January 1996. Proposed standard.  
([www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc1889.html](http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc1889.html))
- RFC 1890 RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control. Audio-Video Transport Working Group, H. Schulzrinne. January 1996. Proposed standard. ([www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc1890.html](http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc1890.html))
- RFC 2068 Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1. R. Fielding, J. Gettys, J. Mogul, H. Frystyk & T. Berners-Lee. January 1997. Proposed standard.  
([www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc2068.html](http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc2068.html))
- RFC 2236 Internet Group Management Protocol, Version 2. W. Fenner. November 1997. Proposed standard.  
([www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc2236.html](http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc2236.html))
- TR 101 194 Digital Video Broadcasting; Guidelines for implementation and usage of the specification of network independent protocols for DVB interactive services V.1.1.1 (1997-06). European Telecommunications Standards Institute, Valbonne, Ranska 1997

#### **WWW-sivut:**

- [monet.inria.fr](http://monet.inria.fr) WebCanal Global Information Broadcast, Institut national de recherche en informatique et en automatique, Ranska
- [www.eutelsat.org](http://www.eutelsat.org) European Telecommunications Satellite Organisation, Ranska
- [www.direcpc.com](http://www.direcpc.com) DirecPC Home, Hughes Network Systems (HNS), Ltd, UK
- [www.dvb.org](http://www.dvb.org) Digital Video Broadcasting, Sveitsi
- [www.intercast.org](http://www.intercast.org) Advanced Television Enhancement Forum, USA
- [www.krokaa.no](http://www.krokaa.no) KrokaaInterInfo AS, Norja
- [www.linux.org](http://www.linux.org) The Linux Home Page, Linux Online, USA
- [www.mozilla.org](http://www.mozilla.org) Mozilla.org, USA

[www.nortel.com](http://www.nortel.com) Northern Telecom Limited, Kanada

[www.tagish.co.uk/ethos/news/lit1/f36e.htm](http://www.tagish.co.uk/ethos/news/lit1/f36e.htm)  
First Swedish powerline telephony trials. The European Telema-  
tics Horizontal Observatory Service 05/06/98, UK

[www.wavetop.net](http://www.wavetop.net) WavePhore Inc, USA

[www.vtt.fi/ele](http://www.vtt.fi/ele) VTT Elektroniikka, Suomi

[www.vtt.fi/imu](http://www.vtt.fi/imu) Integrated Publishing in Multimedia Networks, VTT Tietotek-  
niikka, Suomi

[www.w3c.org](http://www.w3c.org) World Wide Web Consortium, USA

# Liite 1: Eräs menetelmä DVB:n IP-osoitteiston järjestämiseksi

Tämän luonnoksen tavoitteena on esittää eräs tapa, jolla digitaalivastaanottimille (ja siihen mahdollisesti liitetyille laitteille) voitaisiin lähettää yksilöllisesti kohdennettuja paketteja IP-verkon kautta. IP-paketin välityksen edellytyksenä on, että pakettien lähettäjä kykenee yksilöimään päässä vastaanottajan tietyn yksilöllisen IP-osoitteen avulla.

Yksilöllisen IP-osoitteen antamiseen kullekin vastaanottajalle liittyy erinäisiä ongelmia:

- nykyisestä internetin osoitevaruudesta on hankalaa – ellei mahdotonta – saada riittävän suurta IP-osoitevaruutta DVB:n datajakelun käyttöön (miljoonia osoitteita)
- vaikka kullekin vastaanottimelle saataisiinkin yksilöllinen osoite, ongelmana on vastaanotinten konfigurointi. Kuka sen tekee ja mitä tehdään silloin kun vastaanotin joudutaan vaihtamaan?
- IP-numeroiden koordinointi – kuka huolehtii?
- miten yksilöllinen osoite saadaan sopimaan yhteen jo olemassaolevien paikallisverkkojen kanssa, johon vastaanotin kenties tultaisiin liittämään?

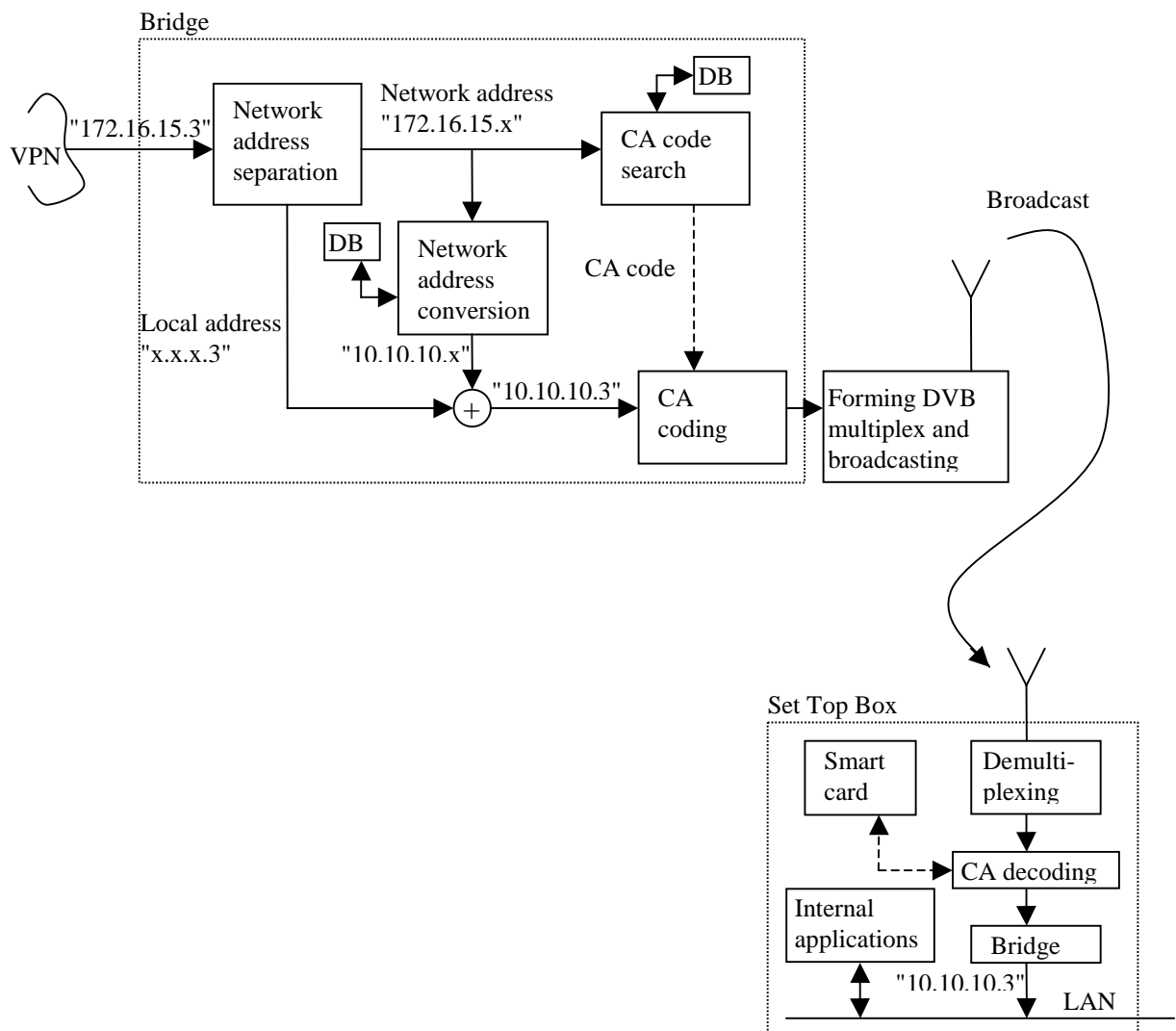
Eräänä ratkaisuna näihin kysymyksiin voidaan ajatella toteutusta, jossa DVB:lle järjestetään yleisestä IP-osoitevaruudesta erotettu verkko. Tämä verkko voidaan jakaa televisioyhtiöiden, multipleksin hallinnoijien, internet-operaattoreiden ja ulkopuolisten palveluntuottajien kesken reunareitittimien välityksellä. Tällöin DVB:n dataverkko muistuttaa yrityksen sisäistä verkkoa ja on tekniseltä toteutukseltaan VPN-verkko (Virtual Private Network). Tähän VPN-verkkoon tuotettujen palvelujen tulee olla lähtöisin verkon sisältä. Muutoin kukin palveluntuottaja voi parhaaksi katsomallaan tavalla huolehtia palvelunsa tuotantotekniikasta, samoin kuin tarvittavista tiedonvälitysratkaisuista. Tämän luonnoksen kannalta on tarpeen ainoastaan todeta, että tarvittava tekniikka on olemassa ja yleisesti saatavilla.

VPN ratkaisee IP-osoitevaruuteen liittyvän ongelman, muttei vastaanottimien IP-numeroiden koordinointia ja konfigurointia. Ratkaisuna tähän voidaan harkita menetelyä, jossa hyödynnetään vastaanottimen yksilöivää, toimikorttiin liitettyä valtuutusmenettelyä.

Kun vastaanottimille suunnatut IP-paketit saapuvat siihen etäsiltaan jossa ne koodataan DVB-lähetyksen vaatimaan muotoon, paketin osoitteen (eli itse asiassa vastaanottajan) perusteella haetaan koodi, joka avaa vain sen vastaanottimen valtuutuksen, johon vastaanottajan toimikortti on asetettu. Tässä vaiheessa tehdään siis muunnos IP-osoitteesta vastaanottajan toimikorttia vastaavaan valtuutuskoodiin (CA, Conditional Access).

Etäsiltauksessa itse IP-osoite muunnetaan (normaalitapauksessa) joksikin vakio-osoitteeksi, joka on periaatteessa sama kaikille vastaanottimille. Tällöin kaikki vastaanottimet voivat olla tehtaalta lähtiessään identtisiä – niihin voidaan kaikkiin määritellä valmiiksi sama IP-osoite. Konfliktien välttämiseksi tämä vakio-osoite kannattaa varata kansainvälisestä IP-osoiteavaruudesta.

Jos vastaanotin liitetään johonkin olemassa olevaan verkkoon, voidaan etäsiltauksessa IP-osoite muuntaa vakio-osoitteen sijaan vastaanottajan määrittelemäksi osoitteeksi. Tämä IP-muunnos vaatinee etäsillan konfigurointia käsin, joten se saattaisi olla maksullinen palvelu. Voidaan olettaa, että sellainen käyttäjä, joka tahtoo liittää vastaanottimen omaan paikallisverkkoonsa osaa muuttaa vastaanottimeen kiinteästi asetetun IP-osoitteen itse määrittelemäkseen osoitteeksi.



Vastaanottimen yksilöinnin suorittaa joka tapauksessa valtuutusavain, joten IP-osoite voidaan vastaanotimessa välittää valtuutuksen auettua semmoisenaan läpi.

Koska normaalivastaanottimen IP-osoite kannatta ottaa yleisestä IP-osoiteavaruudesta ja koska sama osoite voi palvella lähes kaikkia käyttäjiä ja koska pienin yhdellä kertaa varattavissa oleva osoiteavaruus on C-luokan osoitteisto, joka kattaa 254 laitetta, miksi-pä ei vastaanottajille varattaisi samantien kokonaista C-luokan osoitteistoa? Tällöin kuskakin kodissa voisi vastaanotin voisi välittää tietoa itsensä lisäksi enimmillään 253:een – vaikkapa langattomalla verkolla – verkotettuun laitteeseen. C-luokan osoitteisto käyttö tarkoittaisi käytännössä sitä, että etäsillassa valtuutuskoodi voitaisiin etsiä IP-osoitteen kolme ylimmän tavun perusteella (maskina C-luokan 255.255.255.0) ja alin tavu pääs-tettäisiin vastaanotimelle välitettävään IP-osoitteeseen suoraan. Alla oleva kuva esittää nimenomaan kuvatun kaltaista ratkaisua.

Yhdistämällä IP-osoite valtuutuskoodiin saadaan palveltua yhtä hyvin mummonmökki-läistä kuin yrityksenkin tietoliikennetarpeita.

P.s. Tässä esityksessä käytettiin viitekehyksenä nykyistä nelitavuista IP-osoiteavaruutta. IP-avaruuden laajentamista suunnitellaan. Järjestelmää laadittaessa kannattaa harkita, pitäisikö DVB:n sisällä suoraan siirtyä laajennettuun osoitukseen (IPv6). Sisäisen ja ulkoisen osoituksen laajuudesta huolimatta mainitun VPN-verkon käyttö on perusteltua jo tietoturvan ja kaistanleveyden hallinnan vuoksi.