

Reijo Tolonen

nPVR (Network Personal Video Recorder) -verkkotallennuspalvelu

Insinöörityö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ala
Tietotekniikan koulutusohjelma
Kevät 2009



**Kajaanin
ammattikorkeakoulu**

OPINNÄYTETYÖ TIIVISTELMÄ

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	Koulutusohjelma Tietotekniikan koulutusohjelma
Tekijä(t) Reijo Tolonen	
Työn nimi nPVR (Network Personal Video Recorder) -verkkotallennuspalvelu	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Konenäkö, mittaustekniikka ja tietoliikennetekniikka	Ohjaaja(t) Jukka Heino, lehtori
	Toimeksiantaja Kainuun Puhelinosuuskunta
Aika Kevät 2009	Sivumäärä ja liitteet 40 + 2
<p>Tämä insinöörityö tehtiin Kainuun Puhelinosuuskunnan toimeksiannosta. Kainuun Puhelinosuuskunta (KPO) on Kainuussa toimiva alueellinen Finnet-yhtiö. Yritys toteuttaa tietoliikenteen ja -tekniikan kokonaispalveluita sekä yksityis- että yritysasiakkaille.</p> <p>Työn tarkoituksena oli toteuttaa nPVR (Network Personal Video Recorder) -verkkotallennusjärjestelmä. Tavoitteena oli saada suunniteltua SAN-levyjärjestelmään pohjautuva verkkotallennuspalvelu, joka voidaan ottaa kaupalliseen käyttöön. Tutkittava nPVR-järjestelmä on verkossa toimiva henkilökohtainen digi-kanavien tallennin, joka tallentaa samanaikaisesti kaikki valitut kanavat myöhempää katsomista varten. Järjestelmä mahdollistaa verkkotallennuksen TV-kanaville ilman tallentavaa digiboksia. Työssä tutkittiin, millaisia tallennusjärjestelmiä markkinoilta löytyy ja mikä järjestelmä soveltuu parhaiten kyseiseen ratkaisuun. Työssä selvitettiin, kuinka palvelu voidaan toteuttaa.</p> <p>Työn teoreettisessa osassa käsitellään järjestelmän toimintaympäristöön, palveluvelvoitteisiin ja levytallennusjärjestelmään liittyviä yleisiä käsitteitä. Tarkoituksena oli tutkia SAN-verkon ja -levyjärjestelmän infrastruktuuria, palvelimen käyttöä ja sen liittämistä SAN-levyjärjestelmään.</p> <p>Insinöörityön kokeellisessa osuudessa toteutettiin järjestelmän testaus. Järjestelmän testaus mallinnettiin ulkopuolisen palveluntarjoajan palvelinta käyttäen. Testaus toteutettiin liittämällä ohjainyksikkö laajakaistaverkkoon palveluntarjoajan SAN-palvelimelle. Näin saatiin testattua ohjainyksikön, palvelimen sekä siirtoverkon toimivuus.</p> <p>Tutkimustulosten perusteella saatiin rakennettua järjestelmä, joka sisältää liittämisen SAN-järjestelmään, palvelimen käyttöönoton sekä ohjainyksikön toimivuuden ja käytettävyyden. Tutkimus osoitti myös sen, että järjestelmää ei tarvitse välttämättä rakentaa kokonaan itse, vaan palvelu voidaan toteuttaa myös ostopalveluna ulkopuolisen palveluntarjoajan palvelinta ja SAN-levyjärjestelmää käyttäen.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	nPVR, IPTV, SAN-verkko
Säilytyspaikka	<input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun Kaktus-tietokanta <input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto

School School of Engineering	Degree Programme Information Technology
Author(s) Reijo Tolonen	
Title The nPVR (Network Personal Video Recorder) -verkkotallennuspalvelu	
Optional Professional Studies Measurement, Machine Vision and Telecommunications Technology	Instructor(s) Mr. Jukka Heino, Lecturer
	Commissioned by Kainuun Puhelinosuuskunta
Date Spring 2009	Total Number of Pages and Appendices 40 + 2
<p>This Bachelor's thesis was done by the commissioning of Kainuun Puhelinosuuskunta which is a regional telephone company. The telephone company represents the Finnet companies in the Kajaani district. Kainuun Puhelinosuuskunta Oy offers telecommunications services to private customers and companies.</p> <p>The objective of this study was to investigate the Network Personal Video Recorder (NPVR). The aim was to create a commercial recording service to the Internet based on the SAN system of the disc. The investigated system works in a network for personal record digital channels which simultaneously write down selective channels for later use. The system enables the recording of telechannels without writing down digital boxing.</p> <p>The purpose of the project was to investigate what kind of writing down systems there are, how they can be adapted to the system and how the service can be provided.</p> <p>The theory consists of the general concepts of working conditions, service obligations and the recording system. The aim was to study the infrastructure of the SAN network and system of disc, the use of the server and incorporating it to the SAN system.</p> <p>The thesis was checked up in action by testing the system. It was tested by incorporating the controller unit to the outside SAN server in a broadband network. It contains the connection of the SAN system, using the server and the functioning of the controller unit. The project proved that the service can be bought using an outside server and an SAN system without investing in the system itself.</p>	
Language of Thesis Finnish	
Keywords	NPVR, IPTV, SAN-network
Deposited at	<input checked="" type="checkbox"/> Kaktus Database at Kajaani University of Applied Sciences <input checked="" type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

ALKUSANAT

Tämä insinöörityö on tehty Kainuun Puhelinosuuskunnan toimeksiannosta. Työn valvojana toimi Jukka Heino Kajaanin ammattikorkeakoulusta ja ohjaajana toimi Sari Niskanen Kainuun Puhelinosuuskunnalta. Haluan osoittaa heille kiitokset työn ohjaamisesta.

Haluan myös kiittää Esa Reisiä ja Jouko Moilasta Kainuun Puhelinosuuskunnalta, Timo Hopposta Mikkelin Puhelimelta sekä Andreas Öhmania Hibox Systems Oy:stä joiden neuvot ovat olleet korvaamattoman tärkeitä työn suoritussvaiheessa.

Kiitän myös muita työn ohjaukseen liittyviä henkilöitä, kuten Eero Soinista kieliasun ohjauksesta ja Kaisu Korhosta englanninkielisen abstraktin ohjaamisesta.

Kajaanissa 26.3.2009

Reijo Tolonen

SISÄLLYS

LYHENTEET	1
1 JOHDANTO	2
2 YLEINEN TOIMINTAYMPÄRISTÖ	3
2.1 Työn viitekehys.....	3
2.2 Laajakaista.....	4
2.3 Standardeja	5
2.4 IPTV.....	6
2.5 Liikenteen ohjaus siirtoverkossa	8
3 YLEISET PALVELUVELVOITTEET	10
3.1 Toimilupakysymykset ja radiotaajuuksien käyttö.....	10
3.2 Must Carry -yleispalveluvelvoite	10
3.3 Tekijänoikeus	11
3.4 Sähkökauppalaki, sananvapauslaki ja televisiomaksu.....	12
3.5 Yksityisyyden suoja ja verkon tietoturva.....	13
4 JÄRJESTELMÄ	14
4.1 Laitteet	15
4.2 Kuitukanava, kuitukanavakytkin ja kuitukanavatopologiat	21
4.3 Verkkojen yhdistäminen ip:n avulla.....	24
5 TALLENNUSJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖ	26
5.1 Tekniset vaatimukset	26
5.2 nPVR-digiboksi ja palvelun kytkentä.....	27
5.3 Tallennettavat kanavat ja palvelun käyttö.....	30
6 JÄRJESTELMÄN TESTAUS	33
7 YHTEENVETO	38
LÄHTEET.....	39

LIITTEET

LYHENTEET

ADSL Asymmetric Digital Subscriber Line
CDMA Code Division Multiple Access
DRM Digital Rights Management
DSL Digital Subscriber Line
DSSS direct-sequence spread spectrum
DVB-C Digital Video Broadcasting, kaapelitelevisiojaku
DVB-S Digital Video Broadcasting, satelliittijaku
DVB-T Digital Video Broadcasting, maanpäällinen jaku
DVR Digital Video Recorder
ETSI European Telecommunications Standards Institute
EPG Electronic Program Guide
FCIP Fibre Channel over TCP/IP
FCP Fibre Channel Protocol
FHSS Frequency-hopping spread spectrum
FTTH Fiber to the Home
FTTP Fiber to the Premises
GPON Giga Passive Optical Network
HDTV High Definition Television
IP Internet Protocol
IPTV Internet Protocol Television
ISMA Internet Streaming Media Alliance
LMDS Local Multipoint Distribution Service
MPEG Moving Picture Experts Group
NAS Network Attached Storage
NFS network File System
nPVR Network Personal Video Recorder
P2P Peer-to-peer
PVR Personal Video Recorder
QoE Quality of Experience
QoS Quality of Service
SAN Storage Area Networks
SCSI Small Computer System Interface
SNIA Storage Networking Industry Association
SDTV Standard Definition Television
STB Set top box
UWB Ultra Wide Band
VDSL Very high bit-rate Digital Subscriber Line
VOD Video on demand
WiMAX Worldwide Interoperability for Microwave Access
WWN World Wide Name

1 JOHDANTO

nPVR (Network Personal Video Recorder) on verkossa toimiva henkilökohtainen digikanavien tallennin. nPVR on digisovitin, joka toimii normaalissa tv-katselussa kuten tavallinen digiboksi, mutta tallennettaessa ohjelmia niitä ei taltioida digisovittimen omaan muistiin, vaan verkossa sijaitsevaan asiakkaan henkilökohtaiseen tallennustilaan. Digisovitin on kytketty palveluihin laajakaistayhteyden kautta. Järjestelmän ideana on, että enää ei tarvitse miettiä etukäteen, mitä tv-ohjelmia tulee tai koska ohjelmat lähetetään. Riittää, että ottaa järjestelmän käyttöön ja katsoo mitä tahansa tv-ohjelmaa silloin, kun se itselle sopii.

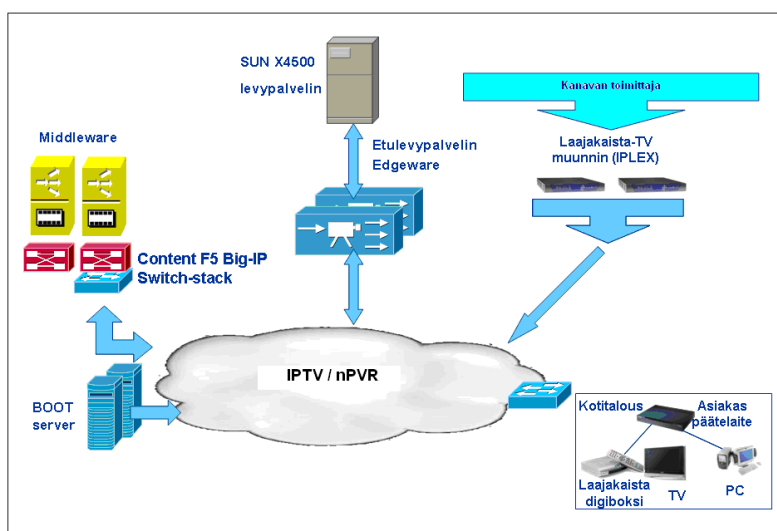
Järjestelmä on siis verkossa toimiva henkilökohtainen digikanavien tallennin, joka tallentaa samanaikaisesti kaikki valitut kanavat myöhempää katsomista varten edelliseltä kahdelta viikolta. Toiminnallisesti se vastaa tallentavaa digiboksia, mutta nPVR-tallennin tallentaa samanaikaisesti kaikki valitut kanavat myöhempää katsomista varten. Jos tallennusta haluaa käyttää tietokoneen, matkapuhelimen tai pelikonsolin sijaan tavallisella televisiolla, voi tähän käyttää nPVR-digiboksia.

nPVR-digiboksilla saa myös siirrettyä suosikkiohjelmansa ohjelma-arkistoon, missä ne säilyvät halutun ajan. Käyttäjän valitsemat tv-kanavat tallentuvat silloinkin, kun digiboksi ei ole päällä. nPVR on palvelu, jossa käyttäjällä on mahdollisuus tallentaa ja katsoa tv-ohjelmia laajakaistayhteydellä, ilman henkilökohtaista tallentavaa digiboksia. Palvelun käyttöönotto vaatii juuri tähän tarkoitukseen suunnitellun digiboksin, joka kykenee välittämään HDTV-tasoista kuvaa.

Tämä insinööritö tehtiin Kainuun Puhelinosuuskunnan toimeksiannosta, joka on Kainuussa toimiva alueellinen Finnet-yhtiö. Yritys toteuttaa tietoliikenteen ja -tekniikan kokonaispalveluita sekä yksityis- että yritysasiakkaille. Työn tarkoituksena on tutkia nPVR-verkkotallennusjärjestelmän käyttöönottoa, ja tavoitteena on saada suunniteltua SAN-levyjärjestelmään pohjautuva verkkotallennuspalvelu, joka voidaan ottaa kaupalliseen käyttöön. Tarkoituksena oli tutkia, millaisia tallennusjärjestelmiä markkinoilta löytyy ja mikä järjestelmä soveltuu parhaiten kyseiseen ratkaisuun. Työn tavoitteena oli myös selvittää, kuinka palvelu olisi tarkoituksenmukaisinta toteuttaa, eli ostetaanko palvelu valmiina joltain ulkopuoliselta palvelun tarjoajalta vai hankitaanko koko järjestelmä itse.

2 YLEINEN TOIMINTAYMPÄRISTÖ

nPVR tarkoittaa laajakaistan kautta tapahtuvaa tv-ohjelmien tallennusta, joka muuttaa perinteisen TV:n katselun ja katsojaryhmien rakenteen. Tämä maailmallakin vielä harvinainen network Personal Video Recorder (nPVR) -palvelu perustuu uudentlaiselle IP-pohjaiselle tallennusarkkitehtuurille. (Kuva 1) Tässä työssä käytetään termejä IPTV ja nPVR, jotka vastaavat toisiaan, eli molemmat tekniikat perustuvat IP-tekniikkaan. Ero tulee esille ainoastaan tallennusmahdollisuudesta, jota ei pelkässä IPTV:ssä ole.

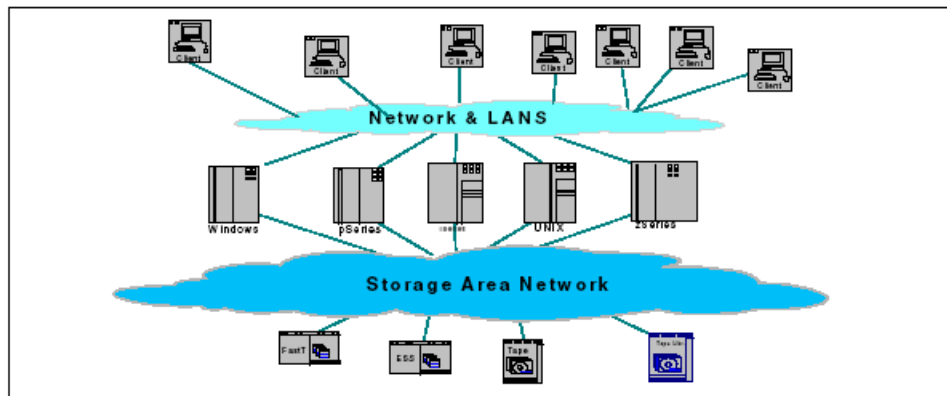


Kuva 1. nPVR-arkkitehtuuri [16.]

2.1 Työn viitekehys

Tässä työssä tutkitaan nPVR-järjestelmän käyttöönottoa, joka pohjautuu SAN-verkkoon ja -levyjärjestelmään. Tavoitteena on tutkia TV-ohjelmien tallennuspalvelua, jossa käytetään kehitettyä IP-tallennusratkaisua, joka hyödyntää SAN-levyjärjestelmää. Tutkittava järjestelmä perustuu SAN-infrastruktuuriin, joka koostuu laitteisto-, kaapeli- ja ohjelmistokomponenteista, joiden avulla tietoja voidaan siirtää SAN-verkkoon ja verkon sisällä. (Kuva 2) Isäntäpalvelimien kuitukanavakortit ja kuitukanavien kytkimet muodostavat perustan, jonka avulla palvelimet ja muut tallennuslaitteet voivat muodostaa keskinäisiä yhteyksiä. Levyjärjestelmät tarjoavat palvelinten käyttöön tarkoitukseen varattua tallennustilaa. SAN-verkossa kaikki levytallennusratkaisut voidaan liittää suoraan nauhakirjastoon kuitukanavan kautta. Järjestel-

mää hallitaan hallintaohjelmiston avulla. Hallintaohjelmiston avulla määritetään yksittäiset komponentit parhaalla mahdollisella tavalla, parhaan mahdollisen kokoonpanon takaamiseksi. Ohjelmiston avulla voidaan valvoa myös koko verkkoa suorituskyvyn ongelmakohtien ja muita mahdollisesti ongelmia aiheuttavien kohtien tunnistamiseksi. Hallintaohjelmisto myös automatisoi aikaa vieviä toimintoja, kuten tietojen varmuuskopiointia ja tarjoaa käyttötietoja, joiden avulla eri SAN-käyttäjien toimintaa voidaan valvoa. [1.]



Kuva 2. SAN-infrastruktuuri [11.]

2.2 Laajakaista

Laajakaistaisella tietoliikenneyhteydellä tarkoitetaan joko laajakaistaista modulointitekniikkaa tai laajakaistaista Internet-yhteyttä. Laajakaistaisessa moduloinnissa viesti jakaantuu siirtotiesä laajalle taajuusalueelle. Laajakaistaisia modulointimenetelmiä ovat esimerkiksi CDMA (FHSS ja DSSS) sekä UWB. Suomessa käytettävän määritelmän mukaan laajakaistaiseksi Internet-yhteydeksi sanotaan kotiin saatavissa olevaa Internet-yhteyttä, jonka nopeus on yli 256 kbit/s ja jossa on kiinteä kuukausiveloitus aikaveloituksen sijaan. Laajakaistaisia tekniikoita ovat mm. DSL (Digital Subscriber Line), kaapelimodeemi, Ethernet, valokuitu, WLAN (Wireless local area network), satelliittitekniologia, matkaviestinverkot sekä digitaaliset televisioverkot. [2.]

Muita mahdollisuuksia ovat esimerkiksi langattomat tilaajajohtoratkaisut kuten, WiMAX ja LMDS. Laajakaistainen modeemi käyttää puhelinlinjasta taajuuksia, jotka ovat tavallisen puheen taajuusalueen ulkopuolella. Puhekanava toimii alle 3 300 Hz:n taajuusalueella ja esimerkiksi ADSL 138 kHz:stä ylöspäin. Laajakaistamodeemissa ei käytetä varsinaisesti laajakaistai-

sia modulointimenetelmiä vaan tyypillisesti PM-modulointimenetelmiä. Myös hitaammat modeemit (esimerkiksi 56 kbit/s) käyttävät samoja modulointimenetelmiä, mutta ne käyttävät ensisijaisesti puheen taajuuskaistaa. [2.]

DSL-yhteys muodostetaan yhteyden tarjoajan ja loppukäyttäjän välille erityisen puhelinpiistokkeeseen kytkettävän DSL-modeemin avulla. DSL-yhteyden nopeuteen vaikuttavat loppukäyttäjän etäisyys paikallisvaihteesta, puhelinkaapelin paksuus ja käytettävän DSL-tekniikan tyyppi. Kuluttajamarkkinoilla tyypillinen loppukäyttäjän DSL-yhteys on epäsymmetrinen ADSL (Asymmetric DSL), jossa nopeus verkosta käyttäjälle on suurempi kuin nopeus käyttäjältä verkkoon. Uuden VDSL-tekniikan avulla päästään jo noin 10 Mbit/s yhteydennopeuteen, joka mahdollistaa esimerkiksi hyvälaatuisen televisiokuvan välittämisen. VDSL:n edellyttämiä DSLAM-laitteita on jo valmistuksessa ja kaupallisesti saatavilla. [3.]

2.3 Standardeja

Verkkojen kehitys- ja standardointityö tapahtuu edelleen pitkälti toimialakohtaisissa organisaatioissa (televisiotoiminta, kaapelitelevisio, matkaviestinverkot, kiinteät televerkot, Internet) kunkin toimialan omista lähtökohdista, joskin yhteinen tekniikka on johtanut toimijat tiiviiseen yhteistyöhön viime aikoina. Tässä työssä tarkastellaan lähinnä digitaalisen televisiopalvelun lähettämistä IP-verkon välityksellä. Tämä tarkoittaa sitä, että lähettämisessä käytetään DVB-yleislähetysverkkostandardeja käyttäjän ja interaktiivisen palvelun tarjoajan välillä IP-verkon yli, mutta itse televisiolähetys lähetetään yleislähetysenä jonkin yleislähetysverkon kautta. IPTV:ssa ja nPVR:ssa kaikki lähettäminen tapahtuu IP-verkon yli.

Digitaalisen television standardoinnin perusta on DVB-standardi. DVB on ryhtynyt käsittelemään digiTV-standardien laajentamista kattamaan myös digiTV:n jakelun IP-pohjaisissa siirtoverkoissa. IPTV-verkot tulee suunnitella ja toteuttaa siten, että standardeissa annetut QoS- ja QoE-suorituskykyarvot saavutetaan. Vaatimus edellyttää, että IPTV-palvelu on laadultaan riittävän hyvää ja että verkonhallinta on toteutettu siten, että käyttö ja ylläpito voidaan toteuttaa Viestintäviraston määräysten (29 ja 50) mukaisesti. [4.]

Digitaalitelevisiolähetystyyppejä lähetetään sekä maanpäällisessä antenniverkossa, kaapeliverkossa että satelliittien kautta. Digitaalitelevisiolähetystyyppejä voidaan lähettää joko normaalissa SDTV-

standardissa (*Standard-definition television*), joka tarkoittaa tavallisia analogialähetyksiä vastaavaa televisioresoluutiota ja kuvataajuutta, tai teräväpiirtolähetyksissä eli HDTV-standardissa (*High-definition television*), jossa on parempi resoluutio. Näiden välissä on joissakin lähetyksissä käytettävä EDTV-standardi (*Enhanced-definition television*). Maanpäällisten digitaalilähtysten standardi Euroopassa on DVB-T. Satelliittilähetykset vastaanotetaan lautasantennilla ja satelliittivastaanottimella, jotka perustuvat MPEG- ja DVB-S-standardeihin. Digitaalisissa kaapelilähetyksissä käytettävät standardi Euroopassa on DVB-C. Lisäksi on muutamia muita tapoja, kuten DMB- ja DVB-H-standardit, joiden avulla televisiolähetyksiä voidaan katsoa matkapuhelimella. [4.]

2.4 IPTV

nPVR-järjestelmä perustuu IPTV-järjestelmään, joka on DVB-IPTV-internet-protokollan käyttöön perustuva teknologia niin televisio-ohjelman jakelussa kuin paluukanavassakin (ts. ”nettiTV tai PCTV”). nPVR-järjestelmässä on IPTV-järjestelmästä poiketen myös ohjelmien tallennusmahdollisuus. Tämä IP-tekniikka antaa mahdollisuuden myös mm. videoneuvotteluihin ja vuorovaikutteisten tv-ohjelmien jakeluun. Määritelmänsä mukaisesti IPTV on televisiota laajempi käsite, joka sisältää sisällön jakelun palveluntarjoajalta käyttäjälle hallitusti asetetut laatu- ja turvallisuusvaatimukset täyttäen. IPTV:tä varten kuluttaja tarvitsee vastaanottimen, joka voi olla erillisen laitteen sijasta myös ohjelmistollinen toteutus tietokoneella. Vastaanotin voi olla hybridiratkaisu, joka sisältää IPTV:n ohella suoran digiTV-vastaanoton maanpäällisen, satelliittiverkon tai kaapeliverkon kautta.

IPTV laajentaa katsojalle tarjottavia toiminnallisuuksia, jotka nykyisin rajoittuvat lähinnä kanavan vaihtoon. IPTV:n tarjoamia uusia ominaisuuksia ovat muun muassa tilausvideopalvelu eli halutun sisällön (esim. elokuvan) tilaaminen katsottavaksi tiettyyn aikaan, sisältötarjonnan räätälöinti katsojan tarpeisiin, täydentävän aineiston yhdistäminen sisällön tarjontaan (esim. elokuvanäyttelijöiden esittely). Televisio-ohjelmien katsominen voidaan keskeyttää ja jatkaa keskeytyskohdasta ohjelman katsomista myöhemmin. Katsomistapahtumaa voidaan täydentää Internetin kautta haettavilla artikkeleilla. Palveluun voidaan myös yhdistää esillä olleiden tuotteiden ostomahdollisuus. [5.]

IPTV:hen voidaan yhdistää muiden viestintäpalveluiden tarjonta. IPTV:n vuorovaikutteisuus mahdollistaa paluukanavan kautta tapahtuvan viestinnän. Laajakaistaliittymän kautta voidaan välittää puhelin, Internet ja televisio (triple play). Katselussa voidaan siirtyä liikkuvasta mobiilivastaanotosta kiinteään kotivastaanottoon. IPTV:n odotetaan tuovan monia etuja eri toimijoille. Kuluttajien kannalta IPTV monipuolistaa palveluvalikoimaa ja samalla yksinkertaistaa palveluihin pääsyä ja ohjausta kotipääätteeltä. Sisällön tuottajille, palveluntarjoajille ja verkkooperaattoreille IPTV merkitsee mahdollisuutta laajentaa liiketoimintaa ja luoda uusia liiketoimintamalleja yhtenäistä IPTV:tä käyttäen. [5.]

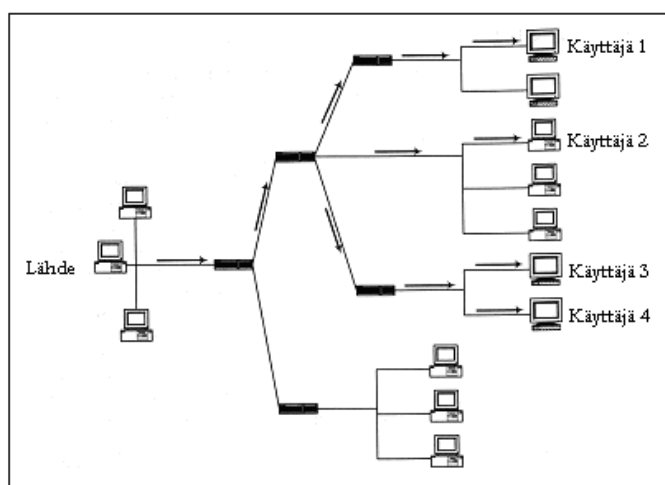
Siirtonopeuksien kasvaessa IPTV-verkosta on tulossa myös teräväpiirtotelevision jakelukanava. Tekniikka hyödyntää IP-sovitinta, joka vastaanottaa IP-verkkoon pakatun lähetteen ja siirtää sen TV:lle. IPTV on aina kaksisuuntainen, mikä mahdollistaa myös sovittimeen integroidun Internet-selaimen käytön TV-ruudulta. Myös kaapeli-tv-linjalla on mahdollista käyttää IPTV:tä, koska siinä on saatavilla valmiiksi riittävän nopea kaista vastaanottajalle ja sen paluukanava voidaan toteuttaa normaalin ADSL-liittymän kautta. Yhden ohjelman välittäminen vaatii siirtonopeudeksi 2–5 Mbit/s eli käytännössä vähintään 8 Mbit/s laajakaistaliittymän. Myös kaapeli-tv:ssä on mahdollista käyttää IPTV:tä, jos siinä on saatavilla riittävän nopea kaista. Tässä työssä keskitytään kuitenkin ainoastaan ADSL-liittymän kautta tapahtuvaan IP-teknologiaan. Teräväpiirto-tv vaatii yleensä 10–20 Mbit/s. Kupariyhteydellä on parhaimmillaan saavutettavissa 26 Mbit/s yhteys. [5.]

Edellä mainittujen toimintojen ja palveluiden lisäksi IP-teknologia mahdollistaa myös hätäliikenteen, viranomaisten antamien hätätiedotteiden välittämiseksi televisiossa. Kuluttajilla tulee olla myös mahdollisuus lukita lapsilta pääsy haitalliseen sisältöön, eli lapsilukko.

2.5 Liikenteen ohjaus siirtoverkossa

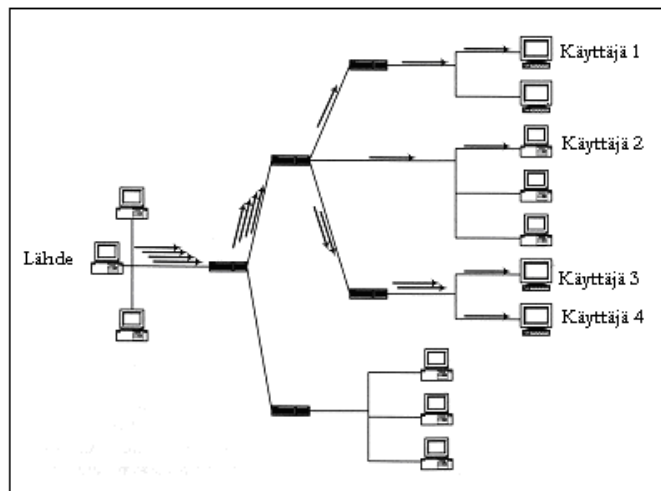
TV-signaalien jakelu perustuu yleisesti Multicast-tekniikkaan ja IGMP (Internet Group Management Protocol)-ohjausprotokolla. Kuluttajakohtaiset palvelut kuten VoD (Video on Demand), NPVR (Network-based Personal Video Recorder) ja NTS (Network-based Time Shifting)-palvelut, perustuvat puolestaan Unicast-tekniikkaan ja RTSP-ohjausprotokolla. Multicast-ryhmälähetyksominaisuuksilla viestien lähetyks voidaan suunnata tietyille kohdistetuille käyttäjäryhmille. Ryhmälähetyks (multicast) tarkoittaa tietoliikenteessä joukko-, moni- tai ryhmälähetyks. Siinä multicast-kehys lähetetään yhdeltä monelle. Kohdejoukko on tietty erikseen määritelty ryhmä, johon vastaanottajat voivat halutessaan liittyä. Multicastia käytetään erityisesti videoneuvotteluissa ja työryhmäohjelmissa, koska se on tehokkaampi kuin useat singlecast-lähetykset (unicast). [5.]

Multicast-tekniikan avulla voidaan TV-ohjelmia jakeleva IP-informaatiovuo kopioida kaikille kyseiseen haaraan kytkeytyneille katsojille ja säästää näin verkon kapasiteettia. Käyttäjän kytkeminen IPTV-multicastpuuhun edellyttää mm. käyttäjän autentikointia ja käyttöoikeuksien tarkistusta. Liikenteen ohjaus tapahtuu IP-osoitteiden avulla. (Kuva 3) Multicast voidaan toteuttaa myös kiinteitä VPN (Virtual Private Network)-yhteyksiä käyttäen, mikä selkeyttää verkon turvallisuus-, hallinta- ja laatuominaisuuksien toteuttamista. Kolmannen sukupolven (3 G) matkaviestinverkolle (3 GPP Release 6) on määritelty multicast-toimintaa varten MBMS (Multimedia Broadcast/Multicast Service)-toiminnallisuus, jota ohjataan BM-SC (Broadcast Multicast-Service Centre)-palvelimelta. [5.]



Kuva 3. Multicast-tekniikka [6.]

Unicast eli täsmälähetys (ts. singlecast) tarkoittaa tietoliikennetekniikassa viestin lähettämistä yhteen kohteeseen. (Kuva 4) Tietoliikenneverkon liikenteestä suurin osa on unicast-liikennettä. Unicast-lähetyksessä on aina yksi lähettäjä ja yksi vastaanottaja. Unicast-tekniikassa videosisältö ohjataan palvelimelta (Streaming Media Server) vain palvelun käynnistäneelle käyttäjälle RTSP-protokollaa käyttäen. On-Demand-palveluiden ohjauksessa tarvittavia toimintoja (ohjaussanomia) ovat mm. asetukset, toisto, tauko ja tallennus. Matkaviestinverkkoihin on määritelty RTSP-protokollaan perustuvat spesifikaatiot unicast-muotoiselle Streaming-palveluiden siirrolle. [5.]



Kuva 4. Unicast-tekniikka [6.]

3 YLEISET PALVELUVELVOITTEET

Telepalveluiden tarjoajia koskevat yleiset palveluvelvoitteet, joita kaikkien alalla toimivien tulee noudattaa. Velvoitteet nojautuvat joko kansallisiin lakeihin ja asetuksiin tai EU-lainsäädäntöön.

3.1 Toimilupakysymykset ja radiotaajuuksien käyttö

IPTV-palveluiden tarjontaan ei tarvita toimilupaa kiinteissä IPTV-verkoissa. Toimilupa tarvitaan kuitenkin, jos kyseessä on yleinen IP-pohjainen joukkoviestintäverkko, joka käyttää vapaasti eteneviä radioaaltoja. Telepalveluiden tarjonta IPTV-verkoissa edellyttää teletointailmoitusta. Radiotaajuuksien ja telelaitteiden käyttöön tarvitaan lain (1015/2001) 7 §:n mukainen lupa, jonka myöntää Viestintävirasto. [5.]

3.2 Must Carry -yleispalveluvelvoite

Must Carry-siirtovelvoitteet perustuvat Euroopan unionin yleispalveludirektiivin 31-artiklaan.

Must Carry-velvoitetta säätelevää Viestintämarkkinalain 134 §:ää ollaan uusimassa (hallituksen esitys eduskunnalle 100/2007 vp). Kyseistä pykälää on hallituksen esityksessä ehdotettu muutettavaksi siten, että siirtovelvoitteen piiristä poistettaisiin maksulliset televisio-ohjelmistot, koska niiden kuuluminen siirtovelvoitteen piiriin ei ole perusteltavissa yleispalveludirektiivin 31-artiklassa asetetun yleisen edun vaatimuksilla. IPTV:tä käsittelevä kohta laki-esityksessä tulee täyttää yleispalveludirektiivin 31-artiklan vaatimukset. Tämän artiklan mukaan siirtovelvoite kohdistuisi esityksen mukaan edelleen ainoastaan perinteisiin kaapelitelevisioverkkoihin, sillä muiden verkkojen osalta ei täyty se edellytys, että niitä käyttäisi merkittävä määrä loppukäyttäjää pääasiallisena keinonaan vastaanottaa televisio- ja radiolähetyksiä. Tulkintasäännöksi on tältä osin asetettu vaatimus vähintään 40 %:sta loppukäyttäjistä. Tämän johdosta velvoite ei kohdistuisi myöskään IPTV:hen. Tekniikan kehittymisen myötä on tule-

vaisuudessa mahdollista, että yksi tai useampi muunlainen verkko kuin perinteinen kaapeli-verkko täyttää Suomessa yleispalveludirektiivin 31-artiklan vaatimukset. [7.]

3.3 Tekijänoikeus

Tekijänoikeuskysymyksiä on käsitelty opetusministeriön DVB-H-selvityksessä. Selvitys perustuu eduskunnan antamaan tehtävään pyrkiä ratkaisemaan samanaikaiseen ja muuttamattomaan DVB-H-lähetystoimintaan liittyvät tekijänoikeutta koskevat tulkintaerimielisyydet. Selvitykseen sisältyy kuitenkin yleisemminkin televisio- ja radiotoiminnan monikanavaisuuden arviointia. Televisio- ja radiotoiminnan kehitykseen sisältyy monia uusia piirteitä. Monikanavaisuus eli samanaikainen alkuperäinen lähettäminen eri teitä pitkin on tullut jäädäkseen. Lähetystekninen tallentaminen on lähetys- ja muun välittämistoiminnan välttämätön edellytys. Tämän lisäksi ohjelmien tilauspohjaisesta saatavilla pidosta lähetyksen jälkeen tulee normaalikäytäntö. [8.]

Edellä mainittujen seikkojen johdosta laadittiin keskustelun pohjaksi idea-aihio siitä, miten audiovisuaalisten viestintäpalvelujen kehitys voitaisiin ottaa huomioon tekijänoikeuslaissa. Malli perustuu siihen, että alkuperäistä lähetystoimintaa koskevaa sopimuslisenssisäännöstä laajennettaisiin vastaamaan toiminnan kokonaisuutta ja nykypäivän vaatimuksia. Koska kyseessä on varsin uusi palvelu, niin tekijänoikeuslainsäädäntö ei suoraan tunne tällaista palvelua, joten sitä koskevaa lakia ei vielä ole käytössä. Palveluntarjoajat, jotka ovat tuoneet nPVR-palvelun markkinoille, ovat tarkistaneet tv-kanavien kannan asiasta. Näiden mukaan järjestelmä on rakennettu tv-kanavien kannalta lailliseksi ja sopimusten mukaiseksi. Jokaisen käyttäjän on tehtävä tallennus itse, eikä tallenteita tehdä käyttäjille etukäteen. Yleisradion mukaan nettidigiboksin pitää toimia siten, että jokaisella on oma tallenteensa. [8.]

Ylen toimitusjohtaja Mikael Jungner totesi seuraavasti: "On iso periaatteellinen kysymys, tallentaako kukin katsoja itse ohjelmansa vai tallentaako palveluntarjoaja kaiken, ja asiakkaat sitten poimivat sieltä katsottavaksi haluamansa ohjelmat. Jos jokaisella on henkilökohtainen tallennustila, asia on ok. Jos palveluntarjoaja tallentaa kaiken, se ei käy. Tällainen tulkitaan jälleenlähettämiseksi. USA:ssa on ollut tällaisia palveluita, joiden toiminta on sitten kielletty". [9.]

Myös MTV3:lla suhtaudutaan epäillen palveluun. Heidän mukaansa Yhdysvalloissa on tällaisia palveluita ja niille sikäläiset tv-kanavat myyvät erikseen niin sanottuja catchup-oikeuksia, joiden turvin palveluja voi toteuttaa. MTV3:lla ei heidän mukaan ole mahdollista myydä edelleen esimerkiksi ulkomaisten sarjojen lähetysoikeuksia. Kyse on siis siitä, määritelläänkö "oma tallenne" fyysisen videotiedoston mukaan, vai riittääkö virtuaalinen linkki videotallenteeseen. Määritelmällä on väliä, koska esimerkiksi Yle ei salli tv-ohjelmien edelleenlähetystä. [10.]

3.4 Sähkökauppalaki, sananvapauslaki ja televisiomaksu

Laki tietoyhteiskunnan palveluiden tarjoamisesta (458/2002) sekä laki sananvapauden käytämisestä joukkoviestinnässä (460/2003) on myös syytä ottaa huomioon IPTV-pohjaisia palveluja kehitettäessä. Laki tietoyhteiskunnan palvelujen tarjoamisesta tulee sovellettavaksi, mikäli palveluja tarjotaan vastaanottajalle tämän nimenomaisesta pyynnöstä (esim. Video on Demand), muttei sen sijaan broadcast-tyyppiseen lähettämiseen ennalta valikoimattomalle käyttäjäpiirille. [5.]

TV-maksuvelvollisuus perustuu televisio- ja radiotoimintaa koskevaan lainsäädäntöön (34/1998). Televisiomaksun piiriin kuuluu myös televisiolähetyksen vastaanottaminen IPTV:n kautta, johon kuuluu myös nPVR -järjestelmä. [5.]

EU:n televisiodirektiiviä ollaan uudistamassa ja laajentamassa kattamaan audiovisuaaliset multimedialpalvelut yleisesti. Uuden direktiivin tavoitteena on määrittää audiovisuaalisia mediapalveluja koskevia sääntöjä, jotka ovat teknologisesti neutraaleja. Tämä tarkoittaa sitä, että samankaltaisiin palveluihin sovelletaan samoja perussääntöjä. Sovellettavat säännöt eivät enää ole riippuvaisia jakelukanavasta vaan palvelun luonteesta. Tulevassa sääntelyssä erotetaan toisistaan lineaariset audiovisuaaliset palvelut eli "lähetystoiminta", johon kuuluvat myös IPTV, streaming-lähetykset ja webcasting-lähetykset, sekä ei-lineaariset palvelut, kuten tilausvideopalvelut (video-on-demand). [5.]

3.5 Yksityisyyden suoja ja verkon tietoturva

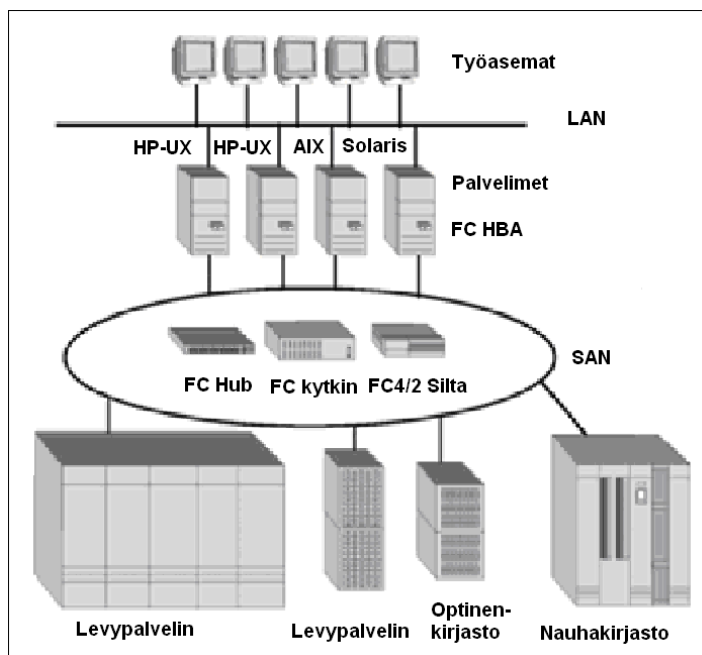
Interaktiivisuus nPVR-järjestelmässä merkitsee henkilökohtaisten tietojen välittymistä verkossa. Kuluttajan on voitava turvallisesti käyttää päätelaitettaan järjestelmässä ilman tietovuotoja ja ulkopuolisten väärinkäyttöyritysten tuomia ongelmia. Yksityisyyden suoja edellyttää kuluttajaa koskevien henkilökohtaisten tietojen käsittelemistä ja säilyttämistä yksityisyyden suojan asettamien vaatimusten mukaisesti. Yksityisyyden suoja liittyy Viestintäviraston määräyksiin, joissa käsitellään identiteetti- ja paikkatietojen siirtoa verkossa sekä teletunnistietojen säilytystä. Verkolta edellytetään myös, että viranomaiset (mm. pelastusviranomaiset) saavat tiedot (esim. osoite) määritellyissä tilanteissa huolimatta siitä, että käyttäjä on ne salannut. [5.]

Tässä työssä käsiteltävää Internetin tietoturvaa on käsitelty Viestintäviraston määräyksessä 13 "Internet-yhteyspalvelujen tietoturvasta ja toimivuudesta". Verkon tietoturva edellyttää suojautumista uhkatekijöitä vastaan. Uhkatekijöitä ovat mm. sisältöjen ja verkon resurssien tuhoaminen, informaation pilaaminen tai anastaminen sekä palvelutarjonnan estäminen. IP-verkkoon pohjautuvilta järjestelmiltä edellytetään uhkien tunnistamista ja suojautumismekanismien käyttöä verkon ja palvelujärjestelmän eri tasoilla. [5.]

4 JÄRJESTELMÄ

Tallennusverkon yleisajatuksena on eriyttää tiedonvarastointiin ja hallintaan tarvittava tietoliikenne omaan verkkoonsa. SAN-verkkoon tallennettu tieto voi hyvin olla hajautettuna useisiin maantieteellisestikin erillään oleviin kohteisiin, mutta silti tallennusverkon käyttäjät näkevät tiedon yhtenä kokonaisuutena. Myös tiedon saatavuus paranee, koska se on useiden palvelinkoneiden saatavilla samalla kertaa. SAN-verkko koostuu toisiinsa yhteydessä olevista laitteista, kuten kytkimistä, keskittimistä, silloista ja tallennuslaitteista (levyjärjestelmät, optiset kirjastot ja nauha-asemat). Lisäksi SAN-verkkoihin voidaan lisätä varmuuskopiointilaitteita, jolloin pystytään ottamaan varmuuskopioita levyjärjestelmistä rasittamatta muuta verkkoa. Tallennusverkon käyttäminen yksinkertaistaa myös hallintaa ja uusien tallennuslaitteiden lisääminen verkkoon on yksinkertaista. [11.]

Nykyisin tallennusverkoista suurin osa rakentuu kuitukanavaprotokollan (fibre channel) päälle. Kuitukanava mahdollistaa nopeat, jopa 10 Gbit/s siirtonopeudet tallennusverkon sisällä. Verkon solmujen välimatka on myös mahdollista kasvattaa useisiin kilometreihin optista siirto-mediaa käytettäessä. Kuvassa 5 on esitetty SAN-verkon periaatekuva sekä verkkoon kuuluvia laitteita. [11.]



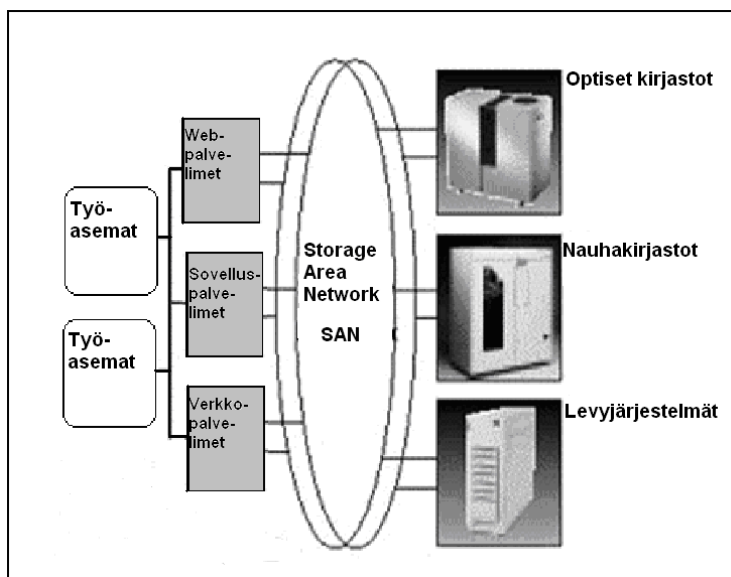
Kuva 5. SAN-verkon periaatekuva ja laitteisto [11.]

4.1 Laitteet

Tallennusverkko suunnitellaan suurien tietomäärien siirtämiseen, jossa käytetään yleensä kuitukanavatekniikkaa. TCP/IP on kehitetty pienten pakettien siirtoon, kuten viestien ja yksittäisten tiedostojen. Paljon aikaa ja käsittelytehoa kuluu siirrossa sattuneiden virheiden korjaamiseen. Kaapelointi toteutetaan kuitukanavan pohjalle. Kuitukanava on avoin ANSI-standardi, joka on ihanteellinen suurten tietomäärien, kuten varmuuskopioiden, videon ja grafiikan siirtoon. ANSI on standardi, joka määrittelee yhtenäisen tiedon siirtotavan. [12.]

SAN-verkon tärkeimmät laitteet ovat palvelimiin asennettava kuitukaapelikanavan pääkonesovitin (Fiber Channel Host Adapter) sekä kuitukaapelikeskitin, kuitukaapelivaihte tai saantikeskitin kuitukaapeli-SCSI (Small Computer System Interface) -silta (Fiber Channel to SCSI bridge). Tämän lisäksi järjestelmään liitetään tarvittavat levyjärjestelmät sekä varmuuskopiointilaitteet (esim. nauhakirjoittimet). [12.]

Kuvassa 6 nähdään SAN-verkkoon liitettyjä laitteita.



Kuva 6. SAN-laitteita [11.]

SAN-verkossa kaikki varmistuspalvelimet voivat nähdä verkon kaikki varmistuslaitteistot ja käyttää niitä. Keskitin muodostaa varmistuspalvelimien ja varmistuslaitteiden välille verkkorakenteen. Useat ohjelmistot tukevat jo varmuuskopiointia SANin kautta. Etuna on, ettei lähiverkko ruuhkaannu, koska varmuuskopiointiin käytetään SANia. Vielä ei ole olemassa puhtaasti kuitukanavaan perustuvia varmistuslaitteita, joten laitteet liitetään SAN-verkkoon

SCSI-sillan avulla. Silta välittää kuitukaapelikanavan SCSI-komennot fyysiseen SCSI-laitteeseen, ja komennot välittyvät myös toiseen suuntaan. SCSI on yleisin tekniikka liittää muistilaitteita palvelimiin. [12.]

Kuvassa 7 on valokuva SAN-verkon laitteista. Vasemmalla olevissa telineissä on levytallennin ja oikealla on nauhatalleminen varmuuskopiointiin.

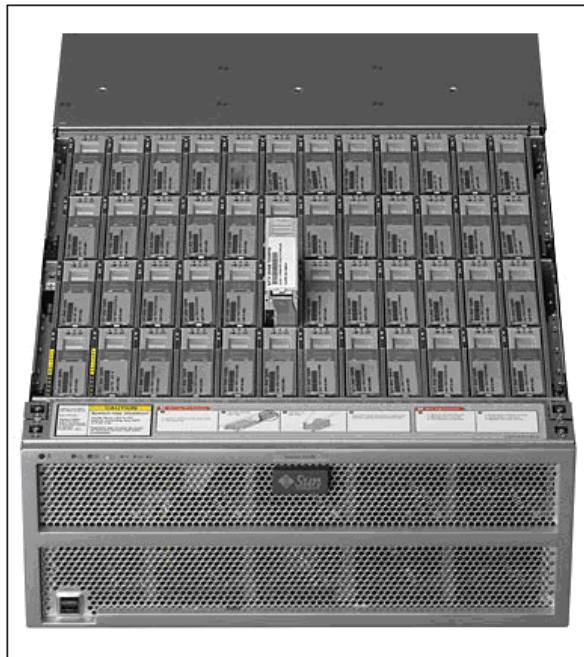


Kuva 7. Esimerkki SAN-verkon laitteistosta [11.]

SAN-levyjärjestelmä

Levyjärjestelmät muodostavat tallennuksen rungon. Levyjärjestelmät tarjoavat palvelinten käyttöön tarkoitukseen varattua tallennustilaa. Niiden modulaarinen rakenne mahdollistaa kapasiteetin ja suorituskyvyn tehostamisen ja yhteiskäytön sallimisen eri käyttöjärjestelmiä käyttäville palvelimelle. SAN-verkkoon voidaan liittää useita eri toimittajien palvelimia, joissa on käytössä toisistaan poikkeavat käyttöjärjestelmät. SAN-verkossa kaikki levytallennusratkaisut voidaan liittää myös suoraan nauhakirjastoon kuitukanavan kautta. Näin saadaan nopea väylä tietojen varmuuskopioinnille.

Esimerkkinä levyjärjestelmästä on Sun Fire X4500 -levypalvelin, jota käytettiin nPVR-järjestelmän testauksessa. (Kuva 8) Sun Fire X4500 on levypalvelin, joka perustuu AMD Opteron tuplaydin prosessoriin ja 48 sata-levyyn. Tallennustilaa laitteessa on 12 teratavua, ja tarvittaessa tallennustila voidaan lisätä 24 teratavuun. Se pystyy lukemaan ja kirjoittamaan kahdeksan gigatavua sekunnissa. Käyttöjärjestelmänä laitteessa on Solaris 10. [13.] Liitteessä 1 on esitetty Sun Fire X4500 -levypalvelimen arkkitehtuurin lohkokaavio.



Kuva 8. Sun Fire X4500 -levypalvelin [13.]

SAN-infrastruktuuri

SAN-infrastruktuuri rakentuu useista eri komponenteista. LAN/WAN- ja SAN-verkkojen välinen yhteys luodaan palvelimiin asennettujen Host Bus Adapter (HBA) -sovittimien avulla. HBA-sovittimien ansiosta SAN-verkkoon voidaan yhdistää useita käyttöjärjestelmiä, esimerkiksi NT ja UNIX. Jokaisella käyttöjärjestelmällä on omanlainen HBA-sovittimensa. HBA muuntaa palvelimien sähköiset signaalit kuitukanavan optisiksi signaaleiksi, joita SAN-verkossa käytetään. Kuitukanavan avulla tiedonsiirto tapahtuu SAN-verkossa nopeammin kuin tavanomaisessa LAN-verkossa. Kuitukanava on kytketty Gigabit Interface Converter (GBIC) -muuntimeen, joka muodostaa portin kytkimeen. Kytkin huolehtii sovelluspalvelinten ja SAN-verkon tallennusyksiköiden välisestä tietovirrasta etsien aina helpoimman reitin

tiedon siirtämiseen. Siirron epäonnistuessa se etsii uuden reitin. Tapauksissa, joissa tallennusyksiköitä ei pystytä yhdistämään kuitukanavatekniikalla, käytetään reititintä tai siltaa, joka muuntaa kuitukanavasignaalit takaisin SCSI-signaaleiksi. [12.]

Erillisen verkon, kuten SANin käytön etuna tallennukseen on se, että tiedot on koottu ja keskitetty yhteen paikkaan, jolloin hallinnointi vähenee. SAN-järjestelmä tarjoaa käyttäjälle monia kehittyneitä ominaisuuksia. Järjestelmän tehokkaat laajennettavuus- ja kapasiteettiominaisuudet sekä nopea tietojen palautustoiminto häiriötilanteissa parantavat järjestelmän käytettävyyttä. Levypohjainen tallennusratkaisu välitöntä palautusta varten ja ulkoiset levylaitteet suurta tallennustilaa varten varmistavat tietojen säilymisen ja mahdollistavat niiden palautuksen tarvittaessa. Tämän lisäksi järjestelmä antaa mahdollisuuden tallentaa keskitettyjä tietoja toimipaikan ulkopuolelle. [12.]

Koska kaikkien käyttäjien tiedot on kerätty samaan paikkaan, helpottuu tiedonhallinta. Myös varmuuskopiointi voidaan hoitaa keskitetysti, ilman että käyttäjät huomaavat kaistan kuluksen. Tietoa voidaan myös peilata, eli tehdä useita kopiota samasta tiedosta. Kun tarvitaan lisää muistitilaa, uusia laitteita ei tarvitse erikseen liittää palvelimille, vaan yksinkertaisesti lisätään verkkoon ja tila on kaikkien käytettävissä. Muistilaitteiden merkillä tai mallilla ei ole väliä, vaan uuden laitteen voi valita vapaasti. Yleensä rikkiinäisen palvelimen korvaaminen on kallista ja aikaa vievää. SAN:in avulla luotettavuus lisääntyy nopealla palautumisella virhetilanteessa. Palvelimen kaatuminen ei estä tietoihin pääsyä. Jos yksi muistilaitte on pois käytöstä, varmuuskopioista tai peilatuista tiedoista päästään käsiksi laitteen tietoihin. [12.]

SAN-verkon komponentit

SAN koostuu kolmesta pääkomponenttialueesta. Ensimmäinen alue koostuu kuitukanavainfrastruktuurista, josta SAN-kudos muodostuu, esimerkiksi kytkimistä, reitittimistä, Host Bus-sovittimista. Toinen alue koostuu tallennusjärjestelmistä, kuten levyistä, nauhoista, optisista medioista, joille tieto tallennetaan. Kolmas alue koostuu tallennukseen ja SAN-verkon hallinnointiin käytetyistä ohjelmistoista, esimerkiksi Solaris 10 -käyttöjärjestelmä. Tallennusverkon (SAN) toimintaa voidaan ehkä parhaiten kuvata vertaamalla sitä toiseen paremmin tunnettuun tietotekniikkainfrastruktuurin rakenteeseen eli paikallisverkkoon (LAN). LAN-verkkojen avulla useat PC-tietokoneet voivat jakaa tärkeitä tietotekniikkaresursseja, kuten sovelluksia, palvelimia, tiedostoja ja tulostimia. SAN-verkot tarjoavat tätä muistuttavia re-

surssien jako-ominaisuuksia, mutta sillä erolla, että SAN -verkot on suunniteltu erityisesti palvelinten käyttöön ja ne jakavat yhteiskäyttöön tallennuslaitteita, kuten levylaitteistoja ja nauhakirjastoja. SAN-verkko tarjoaa kasvavien tietomäärien tehokkaampaan hallintaan pienemmillä käyttö- ja hallintakustannuksilla online-skaalattavuuden, korkean käytettävyyssasteen, yksinkertaisen ja keskitetyn hallinnan. Tämän lisäksi SAN-verkot tarjoavat levykapasiteetin hyvän käyttöasteen ja nopean tietojen palautuksen. [12.]

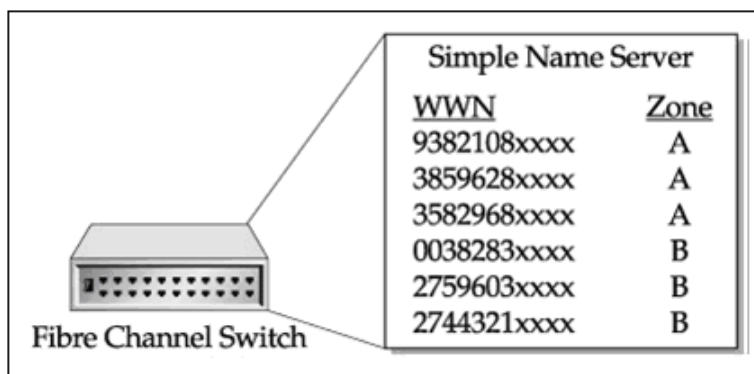
SAN-verkon laajennus

SAN-infrastruktuuria käytettäessä verkkoa voidaan laajentaa jälkikäteen tallennustarpeen kasvaessa. SAN-järjestelmässä voidaan lähteä liikkeelle monella eri tavalla. On olemassa erilaisia aloitustapoja. Voidaan aloittaa asentamalla olemassa olevat nauhakirjastot (SCSI) SAN-verkkoon ja hankkia myöhemmin suurempia tallennuspalvelimia, kuten IBM:n Enterprise Storage Server (ESS). Voidaan myös investoida heti alussa tallennuspalvelimeen, kuten ESS, mikä tarkoittaa suurempaa alkuinvestointia. On tärkeää, että infrastruktuurin rakentamisessa otetaan huomioon kasvu. SAN-komponentit, kuten kytkimet, keskittimet ja sovittimet, valitaan silmälläpitäen nykyinen tarve sekä mahdollinen tulevan kasvun edellyttämä laajennettavuus. [12.]

SAN-verkon tietoturva

Tallennusverkoissa tietoturvallisuus on ensiarvoisen tärkeää. Se että SAN-verkoissa tieto ja sen hallintaan käytetty liikenne on eriytetty muusta liikenteestä, edesauttaa tietojen salassa pysymisessä. Kun lisäksi käytetään siirtomediana valokuitua, muuttuu verkossa kulkevan liikenteen seuraaminen lähes mahdottomaksi ulkopuoliselle. Tallennusverkoissa on kuitenkin myös riskinsä, ja niiden hallintaan on olemassa muutamia keinoja. [11.]

Kuitukanavakytkimet sisältävät nimitietoja verkkoon kytketyistä laitteista. Tietoturvan parantamiseksi verkko voidaan jakaa osiin (Zones). On olemassa kahdenlaista tekniikka verkon jakamiseksi osiin, pehmeää (soft zoning) ja kovaa (hard zoning) jakamista. Pehmeässä jakamisessa verkko jaetaan osiin laitteiden WWN-nimien (World Wide Name) perusteella. WWN-nimien perusteella tunnistetaan eri HBA:t (käytännössä palvelimet) verkossa. Jakaminen tapahtuu määrittelemällä kytkimen SNS-tiluihin (Simple Name Server) laitteet WWN-nimien perusteella eri aliverkkoihin, jolloin samaan ryhmään kuuluvat voivat olla yhteydessä toisiinsa. (Kuva 9) [11.]



Kuva 9. Kuitukanavakytkimen SNS-taulu ja Soft Zoning [11.]

Kova jakaminen on lähes samanlainen kuin pehmeä, mutta siinä verkko jaetaan osiin fyysisten porttinumeroiden perusteella, jolloin samaan porttiryhmään kuuluvat voivat olla yhteydessä toisiinsa. Pehmeä jakaminen ei ole kuitenkaan hyvä tapa jakaa verkkoa osiin. Koska jakaminen tapahtuu palvelimen WWN-nimen perusteella, WWN-huijauksella (WWN-Spoofing) voidaan helposti saada joltain palvelimelta pääsy toisen palvelimen tietoihin. WWN-huijauksessa yksinkertaisesti vaihdetaan palvelimen pään HBA:lle rekisteröity WWN-nimi, jolloin kytkin luulee koneen olevan jokin toinen palvelin ja antaa pääsyn tämän koneen tietoihin. Tämän vuoksi kova jakaminen on turvallisempaa kuin nimien perusteella jakaminen. [11.]

On olemassa myös toinen tapa jakaa palvelinten pääsyä resursseihin tallennusverkoissa. Tässä tavassa käytetään LUN-nimiin (Logical Unit Name) perustuvaa tekniikkaa (LUN-Masking), joka kuitenkin pyrkii samaan kuin aiemmin mainitut tekniikat. LUN on ainutlaatuinen tunnistus eri tallennuslaitteille, kuten levyille ja nauha-asemalle. LUN-maskauksessa palvelimille määritetään, mihin LUN-yksikköön kyseinen laite saa olla yhteydessä. LUN-maskaus voidaan toteuttaa usealla eri tasolla: palvelinpään HBA:ssa, silloissa ja reitittimissä tai tallennusjärjestelmässä. [11.]

4.2 Kuitukanava, kuitukanavakytkin ja kuitukanavatopologiat

Tallennusverkko koostuu useista erilaisista komponenteista. Tärkein näistä on kuitukanava (Fibre Channel). Kuitukanava on uudenlainen tiedonsiirtoprotokolla, joka pyrkii välttämään vanhojen protokollien aiheuttamat rajoitteet tiedontallennusverkkojen kannalta katsottuna. Se on kokoelma ANSI:n (American National Standards Institute) ja ISO:n (International Standards Organization) määrittelemiä standardeja, jotka määrittelevät yhtenäisen tavan tietokoneiden ja erilaisten lisälaitteiden väliseen tiedonsiirtoon. Kuitukanava on suunniteltu siirtämään dataa verkon solmujen välillä mahdollisimman nopeasti käyttäen hyväksi jo olemassa olevia tekniikoita. Lisäksi protokolla mahdollistaa toisiinsa nähden hyvin erilaisten lisälaitteiden lisäämisen verkkoon, säilyttäen kuitenkin tiedonsiirrossa korkean nopeuden. Kuitukanavan tärkein tehtävä lienee kuitenkin jo olemassa olevien protokollien kuljettaminen erilaisten kaapelointivaihtoehtojen välityksellä. [11.]

Kuitukanavan ansiosta SAN on erittäin nopea, eikä palvelinten välinen liikenne syö lähiverkon kaistanleveyttä. Tietoon pääsee silti käsiksi kaikilta verkkoon liitetyiltä palvelimilta, vaikka samanaikaisesti. Palvelimilla voi olla eri käyttöjärjestelmiä ja tietoon pääsee silti käsiksi. Kuitukanavan käyttö mahdollistaa monenlaisten siirtomedioiden käytön. Voidaan käyttää optisia kuituja tai vanhempia kuparikaapelointeja. Optisten kuitujen käyttö mahdollistaa jopa kymmenen kilometrin välimatkan verkon solmujen välillä. Kuparista kaapelointia käytettäessä välimatkat pienenevät muutamiin kymmeneen metriin. [11.]

Kuitukanava on suunniteltu nykyisten I/O- ja verkkoprotokollien siirtämiseen verkossa. I/O-protokollista kuitukanava tukee ainakin SCSI-, IPI- ja HIPPI-protokollia. Verkkotekniikoista voidaan mainita ainakin IP- ja Ethernet-standardit. Kuitukanavan teoreettinen maksiminopeus on n. 4000 Mbit/s. Tätä on kuitenkin käytännössä vaikea saavuttaa, koska nopeus riippuu paljon verkon topologiasta ja verkossa olevien laitteiden nopeudesta. [11.]

Kuitukanavakytkin

Järjestelmässä eräs tärkeä komponentti on kuitukanavakytkin, jonka avulla on mahdollista rakentaa erittäin suuria tallennusverkkoja. Lisäksi palvelinten liittämiseksi kuitukanavaverkkoon tarvitaan palvelinpään sovittimia (HBA, Host Bus Adapter) ja mahdollisten varmenusjärjestelmien liittämiseksi siltoja ja keskittimiä. Kuitukanavakytkimiä tarvitaan kytkentä-

sen kudoksen ja suurempien tallennusverkkojen rakentamiseen. Kuitukanavakytkin sisältää kolmenlaisia portteja. Aiemmin määritellyn F-portin lisäksi kytkin sisältää E- (Expansion) ja G-portteja (Generic). [11.]

F-porttia käytetään erilaisten tallennusmedioiden ja palvelinten yhdistämiseen verkkoon. Jokaisen uuden laitteen täytyy ”kirjautua” kuitukanavaan. Kun uusi laite lisätään verkkoon, ottaa se yhteyden kuitukanavakytkimessä olevaan nimipalvelimeen. Palvelin kertoo nimipalvelimelle erinäisiä tietoja, kuten laitteen nimen, osoitteen, porttinumeron, tyyppin sekä palvelutason, jota laite tukee. Kun palvelimen tiedot on tallennettu nimipalvelimen tietokantaan, voi esim. jokin toinen palvelin viitata tähän rekisteröityyn laitteeseen sen nimen tai osoitteen perusteella. Kun verkosta poistetaan tai vaihdetaan jokin laite, pitää tiedot muuttaa myös nimipalvelimelle. Jos päivittämistä ei tehdä, voivat tiedot nimipalvelimella olla vääriä ja järjestelmää saattaa muuttua epävakaa. Kuinka päivittäminen tapahtuu, riippuu siitä, minkä valmistajan toteutuksesta on kysymys. [11.]

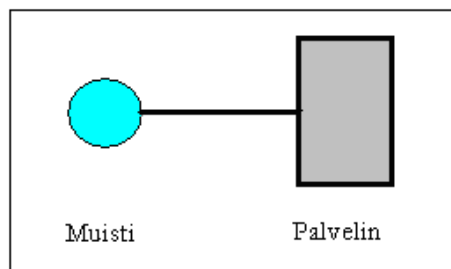
E-portti on varattu kytkinten välisiin liitoksiin. Tämän avulla voidaan verkon kokoa kasvat-
taa nopeasti, kun tallennuskapasiteettia tarvitaan lisää. Lisäksi on olemassa ns. G-portteja, jotka voivat mukautua tarpeen mukaan joko E- tai F-tyypin porteiksi. Tulevaisuudessa nähdäänkin yhä enemmän G-portteja kytkimissä, koska tämä tuo mukanaan joustavuutta verkon rakentamiseen. [11.]

Kuitukanavatopologiat

Topologia määrittelee verkon rakenteen. Topologiamääritelmä on kaksiosainen. Se sisältää fyysisen ja loogisen topologian. Fyysinen kuvaa, miten verkon kaapelointi (media) on rakennettu. Looginen määrittelee, miten isännät saavat median käyttöönsä. [14.]

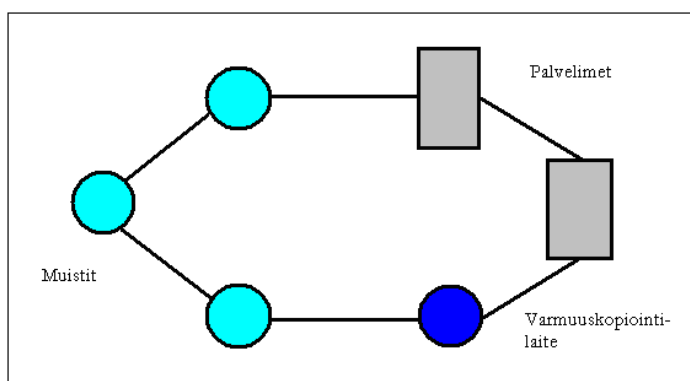
Tallennusverkko voidaan rakentaa käyttäen yhtä kolmesta eri kuitukanavatopologiasta (Arbitrated loop). Ensimmäinen on Point-to-Point-malli, jolla saadaan kahden pisteen välinen yhteys. (Kuva 10) Tällä saadaan samanlainen toteutus kuin SCSI:llä, mutta kaista on suurempi ja välimatkat voivat olla paljon suurempia, jopa 10 kilometriä. PPP (lyhenne sanoista *Point-to-Point Protocol*) on protokolla, jota yleisesti käytetään muodostamaan suora yhteys verkkolaitteiden (node) välillä. Sen ensisijainen käyttökohde on ollut puhelinverkko- ja modeemiyhteydet, mutta sitä käytetään myös laajakaistayhteyksissä (esim. PPP over Ethernet).

Monet verkkoyhteyden tarjoajat käyttävät PPP-protokollaa soitto-sarja-/modeemiyhteyksissä.



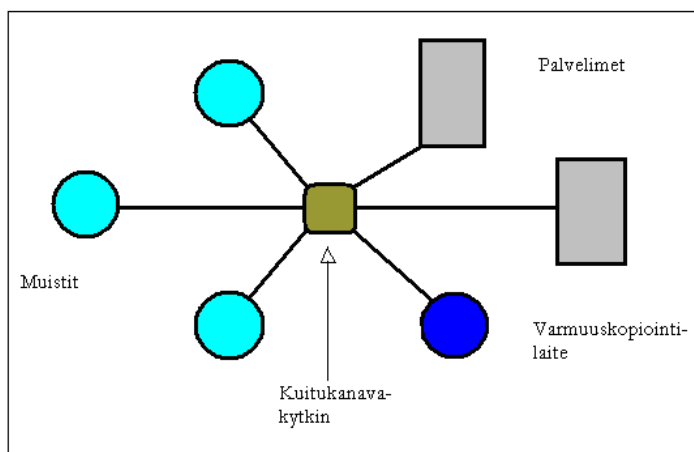
Kuva 10. Point-to-Point

Toinen mahdollinen topologia on rengas, johon voidaan liittää korkeintaan 126 laitetta. (Kuva 11) Jokainen laite lähettää vuorollaan ja jakaa saman kaistan. Rengas on yksinkertainen ja edullinen rakentaa. [14.]



Kuva 11. Rengas-topologia

Kolmantena topologiaa on tähti, jossa laitteet on liitetty toisiinsa kuitukanavakytkimen avulla. (Kuva 12) Tämä on yleisin toteutusmalli. Jokaisella on oma kaistansa kytkimelle, ja järjestelmään voidaan liittää yhteen 16.9 miljoonaa laitetta. Topologia vaatii kuitukanavakytkimen. Kytkimiä voi olla yksi tai useampia. Päätelaitteiden kautta kulkeva liikenne on mahdollisimman vähäinen, sillä liikennettä tulee vain silloin, kun päätelaite on osallisena. Järjestelmään voidaan liittää mikä tahansa kuitukanavaa tukeva laite. Voidaan käyttää myös useita erilaisia kaapelointeja samanaikaisesti. [14.]



Kuva 12. Tähti-topologia

4.3 Verkkojen yhdistäminen ip:n avulla

Koska kuitukanava on optimoitu massamuistiliikenteelle, se on tullut yleisimmäksi tekniikaksi SAN-verkoissa. Kuitukanavaa käyttäen esimerkiksi tietokantapalvelimen käyttö on nopeaa ja myös peilaukset ja varmuuskopioinnit onnistuvat nopeasti. TCP/IP sen sijaan on kehitetty pienten tietomäärien siirtoon. Tekniikan ongelmana SAN-verkoissa ovat siirtoviiveet. Kun kuitukanava otettiin käyttöön 1990-luvulla, sitä pidettiin huippunopeana. Nopeuden kehittyminen on kuitenkin jäänyt jälkeen muista tekniikoista ja Ethernetistä on tullut varteen otettava kilpailija SAN-verkkojen tekniikaksi. Kuitukanavaan perustuvissa tallennusverkoissa siirryttiin 2 Gbit/s nopeuteen vasta vuonna 2002, kun Ethernetissä suurin mahdollinen nopeus on jo 10 Gbit/s. IP on saavuttanut tiedonsiirrossa yleensäkin suosituimman tekniikan aseman, ja sen etuna on myös edullisuus. Kuitukanavaverkon solmujen enimmäisetäisyys on kymmenen kilometriä. Mikäli onnettomuuksien varalta peilausta halutaan toiselle paikkakunnalle, tämä ei kuitenkaan onnistu kuitukanavalla. Ethernetillä peilaus onnistuu jopa toiselle puolen maapalloa ja etäisyysrajoitus poistuu. [14.]

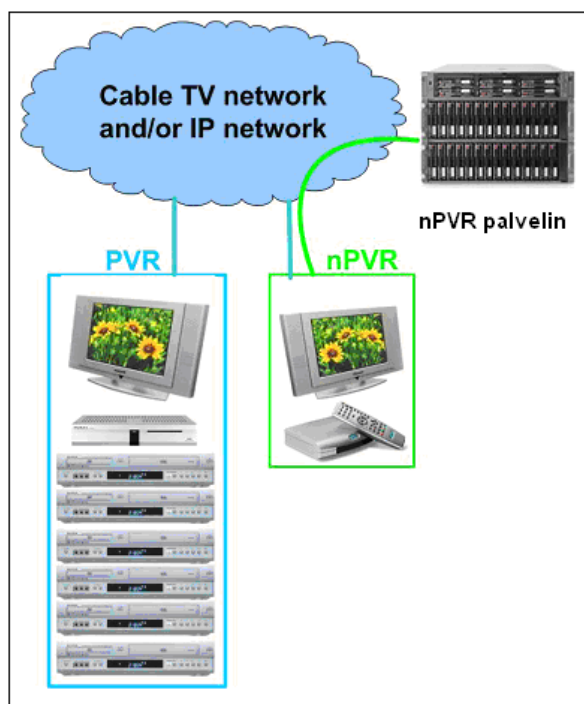
Ongelmaan on kehitetty ratkaisuksi FCIP (Fibre Channel over TCP/IP), jonka avulla kuitukanavaverkon ulottuvuutta voidaan laajentaa. Erilliset kuitukanavatallennusverkot voidaan yhdistää tunneleimalla liikenne IP-verkon yli. FCIP käyttää ruuhkanhallintaan TCP:tä ja vir-

heenenkorjaukseen omilla tahoillaan FCP:tä (Fibre Channel Protocol) ja TCP:tä. Standardeja FCIP:lle kehittää IETF (Internet Engineering Task Force). [14.]

Kaksi erillistä SAN-verkkoa voidaan yhdistää FCIP-silloilla. SAN-verkossa liikenne kulkee kuitukanavakehyksiä käyttäen. Kuitukanavakehyksiin lisätään FCIP-otsakkeet, kun ne siirretään FCIP-silloille. Silta taas lisää TCP/IP-otsakkeet, jolloin paketit voidaan lähettää normaalisti Internetin välityksellä toisen SAN-verkon FCIP-sillalle. FCIP:llä voidaan yhdistää myös useampia tallennusverkkoja joko nopean lähiverkon yli eri rakennusten välillä tai hitaamman Internetin yli toiselle puolen maapalloa. [14.]

5 TALLENNUSJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖ

Tallennusjärjestelmää ohjataan digiboksilla. (Kuva 13) Tallennettuja ohjelmia voidaan katsoa edelliseltä kahden viikon ajalta laajakaistan kautta. Tallennettujen ohjelmien lisäksi voidaan katsoa reaaliaikaisesti antenniverkon TV-lähetysiä, myös Conax-salattuja maksukanavia. nPVR-järjestelmällä ei ole mahdollista tallentaa Conax-salattuja kanavia, koska järjestelmä ei tue Conax-salausta. Palvelun tärkeimpänä etuna käyttäjän kannalta voidaan pitää sitä, että tallennuspalvelut tekevät riippumattomaksi ohjelmien lähetyssaikatauluista.

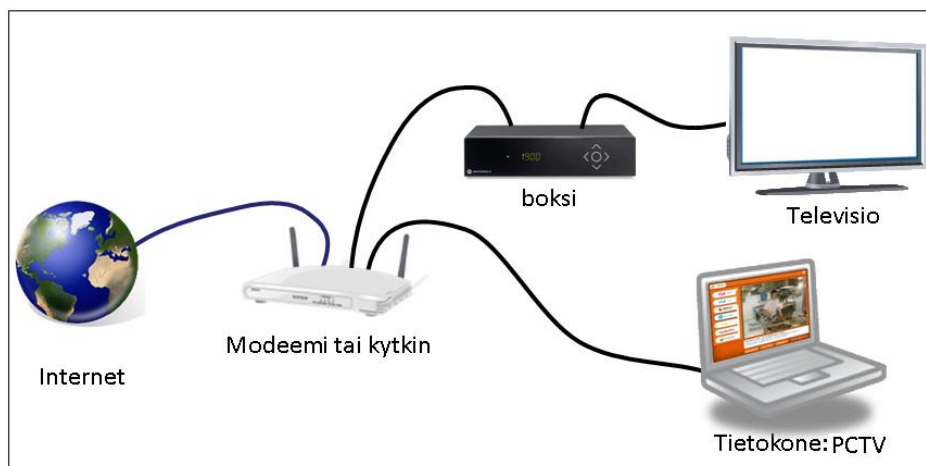


Kuva 13. nPVR-järjestelmän periaate [15.]

5.1 Tekniset vaatimukset

Palvelun vastaanottamiseen tarvitaan laajakaistayhteys sekä -modeemi. Tärkeimpänä teknisenä vaatimuksina voidaan pitää nopeaa laajakaistaliittymää, 8 Mbit/s tai nopeampi, jolla päästään TV:n alkuperäiseen kuvanlaatuun. Vähimmäisvaatimukseksi on kuitenkin muodostunut 8 Mbit/s, jotta voidaan käyttää Internetiä samanaikaisesti television katselun ohella. Tämän lisäksi vaaditaan xDSL-liittymissä yhteensopiva modeemi, esimerkiksi TW 501, TW 510, A-Link V100 tai V100AP. TV-vastaanottimessa tulee olla joko SCART- tai HDMI-liitäntä.

Näiden edellä mainittujen teknisten vaatimusten täyttyminen ja saatavuus tulee varmistaa palveluntarjoajan toimesta tapauskohtaisesti. (Kuva 14) [16.]



Kuva 14. Palveluun kytkettävät laitteet [16.]

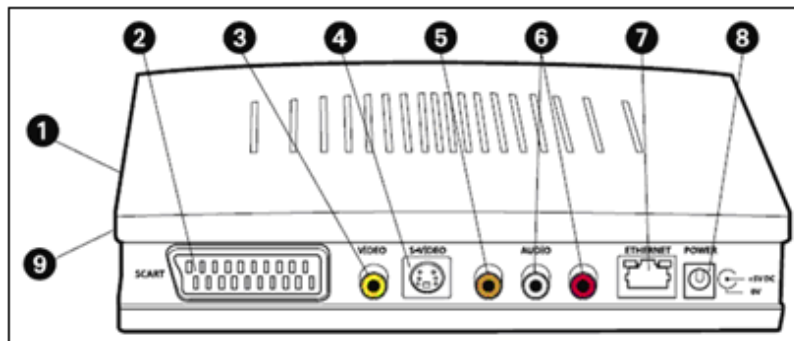
5.2 nPVR-digiboksi ja palvelun kytkentä

Katsomiseen normaalilla TV -vastaanottimella digitaalisia TV -lähetysä tarviataan nPVR-boksi, joka muuntaa laajakaistaverkossa välitettävän digitaalisesti koodatun TV -signaalin normaalisti TV-kuvaksi. Digitaalisissa TV -lähetyksissä käytetään erilaisia tekniikoita, joista jokainen vaatii tietynlaisen digiboksin. Tallennusjärjestelmää ohjataan juuri tähän tarkoitukseen suunnitellulla päätelaitteella, johon on yhdistetty digiboksin ja nPVR-tallennusjärjestelmän ominaisuudet ja käyttöön tarvittavat käyttövalikot. (Kuva 15) Tutkittavassa nPVR-palvelussa käytettiin Motorolan 1920-9T-digibokseja. Palvelun käyttöönotto edellyttää boksin MAC-osoitteen rekisteröintiä palveluntarjoajan toimesta palvelua tilattaessa. Televisiopalveluiden käyttöä ohjataan kaukosäätimellä. Digiboksissa on Linux-pohjainen käyttöjärjestelmä, HDMI-rajapinnalla varustettu HD-valmius (1080i) sekä MPEG2- ja MPEG4-tuki, joka siirtää kuvan ja äänen digitaalisesti televisioon. Tämän lisäksi laitteessa on Conax-korttipaikka maksukanaville.



Kuva 15. nPVR-digiboksi [17.]

Digiboksissa on 2xSCART, S-video, komposiitti, HDMI (HDCP), komponentti, RCA, optinen ja koaksiaalinen S/PDIF, USB- ja Ethernet liitännät. Tämän lisäksi laitteessa on MPEG2/4-tuki. (Kuva 16) [17.] Liitteessä 2 on esitetty digiboksin tarkemmat tekniset tiedot.

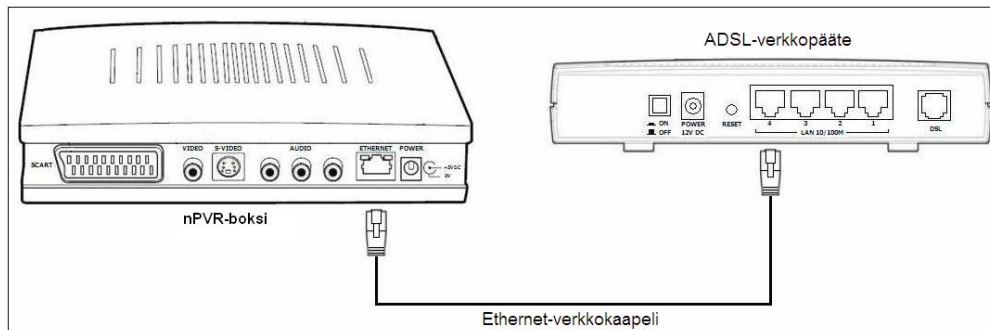


Kuva 16. nPVR-boksin liitännät [17.]

- 1 SMART Korttipaikkaliitäntä. Paikka kaapelikortille (salattuja kanavia varten).
- 2 SCART TV:n kuva- ja äänisignaalin liitäntä. TV liitetään tähän SCART-kaapelilla.
- 3 VIDEO Kuvasignaalin liitäntä. Vaihtoehtoinen liitäntä televisioon.
- 4 S-VIDEO Kuvasignaalin liitäntä. Vaihtoehtoinen liitäntä televisioon.
- 5 S/PDIF Äänisignaalin liitäntä. Digitaalinen äänen liitäntä äänentoistolaitteistoon.
- 6 AUDIO Äänisignaalin liitäntä. Äänen liitäntä stereolaitteistoon tai televisioon.
- 7 ETH Verkkokaapelin liitäntä. Tähän liitetään Ethernet-verkkokaapeli.
- 8 POWER Virtajohdon liitäntä.
- 9 USB-portti. Tähän liitetään hiiri tai näppäimistö.

Liittäminen laajakaistaverkkoon

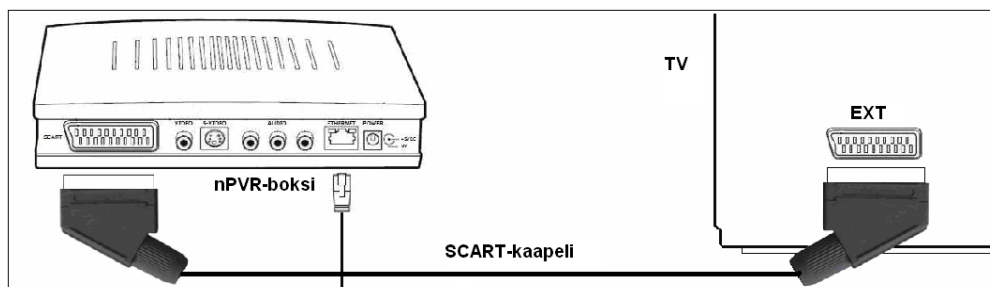
Laajakaistamodeemi liitetään Ethernet-kaapelilla IP-sovittimeen, joka soveltuu ainoastaan IP-verkkoon kompressoitujen, digitaalisen televisiopalvelun vastaanottoon. IP-sovitin kytetään kaapelilla televisioon, ja sovittimessa on liitäntä, johon voidaan kytkeä esimerkiksi stereolaitteisto. Televisiolle ei tule erikoisvaatimuksia nPVR-palvelun johdosta. Laajakaistamodeemiin voi liittää tietokoneen sekä nPVR-digiboksin. Ethernet-verkkokaapelin toinen pää kytetään nPVR-boksin takapaneelissa olevaan Ethernet-liittimeen. Verkkokaapelin toinen pää kytetään ADSL-verkkopäätteen takapaneelissa olevaan LAN 10/100M-porttiin numero 4. (Kuva 17)



Kuva 17. Liittäminen laajakaistaverkkoon [17.]

Kytkeminen televisioon

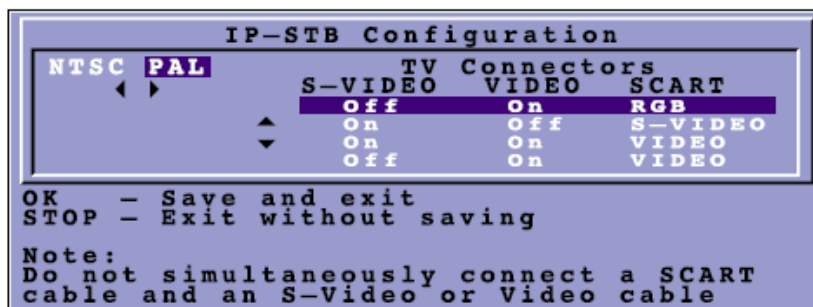
nPVR-boksi voidaan kytkeä televisioon kolmella eri tapaa. Kytöntätapa riippuu televisiossa olevista liittimistä. Suositeltavin kytöntätapa on käyttää SCART-liitintä. SCART-kaapelin toinen pää kytetään nPVR-boksin SCART-liittimeen ja toinen pää television SCART-liittimeen. (Kuva 18)



Kuva 18. Kytöntä SCART-liitintä käyttämällä [17.]

nPVR-boksin käynnistäminen

Käynnistettäessä nPVR-boksin aloituskuva ilmestyy automaattisesti televisioruudulle. Jos aloituskuva ei ilmesty TV-ruudulle, se saadaan näkyviin laittamalla televisio vastaanottamaan tuloliitännän signaaleja. Televisiossa tuloliitännän signaali saadaan näkyviin painamalla television kaukosäätimen AV-näppäintä. Kun nPVR-boksi on kytketty televisioon ja laajakaistaverkkoon ja siihen on kytketty virta, kuvaruutuun tulee viisi pistettä. Tällöin nPVR-boksi ottaa yhteyden verkkoon ja lataa tarvittavan ohjelmiston. Tämän jälkeen odotetaan, kunnes lataus on päättynyt. Kuvaruudulla näkyvien pisteiden väri vaihtuu asennuksen aikana. Aluksi pisteet ovat tummanharmaita. Vilkkuva punainen väri kertoo, että ohjelmiston lataus on alkamassa, vilkkuva keltainen väri kertoo latauksen olevan käynnissä ja vihreä, että lataus on valmis. Laite on valmis käyttöön, kun kaikki viisi pistettä ovat vihreitä. Tämän jälkeen valitaan käytettävä TV-järjestelmä MENU-valikosta. Alla oleva kuvan 19 mukainen IP-STB Configuration -ikkuna tulee näkyviin.

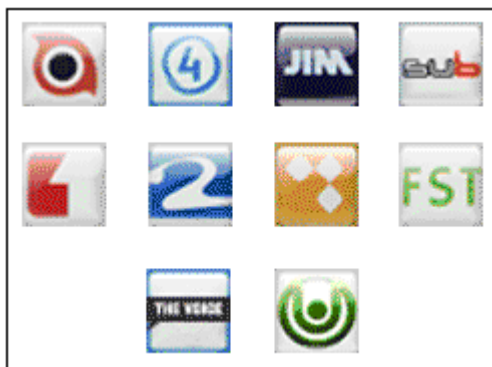


Kuva 19. IP-STB Configuration -ikkuna [17.]

Käyttämällä nuolinäppäimiä valitaan PAL-formaatti (käytössä Suomessa ja useimmissa Euroopan maissa). Hyväksytään formaatin valinta painamalla OK. Tämän jälkeen laite on valmis käytettäväksi.

5.3 Tallennettavat kanavat ja palvelun käyttö

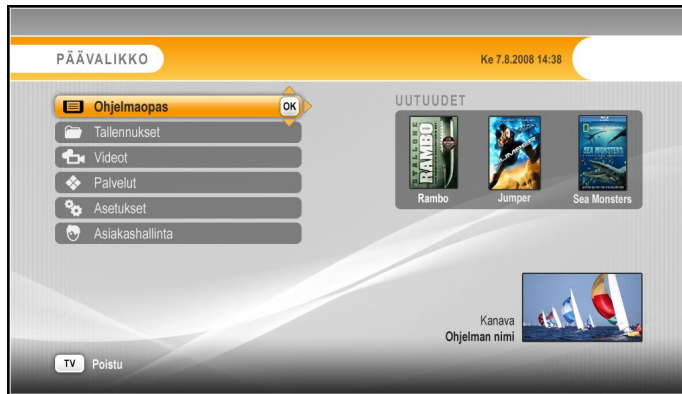
Tallentimella voidaan tallentaa kymmentä, eri ilmaiskanavaa. Tallennusmahdollisuus on seuraavilta kanavilta: TV1, TV2, FST, MTV3, Nelonen, JIM, sub, Urheilukanava, The Voice- ja TV Viisi. (Kuva 20) [16.]



Kuva 20. Tallennettavat kanavat [16.]

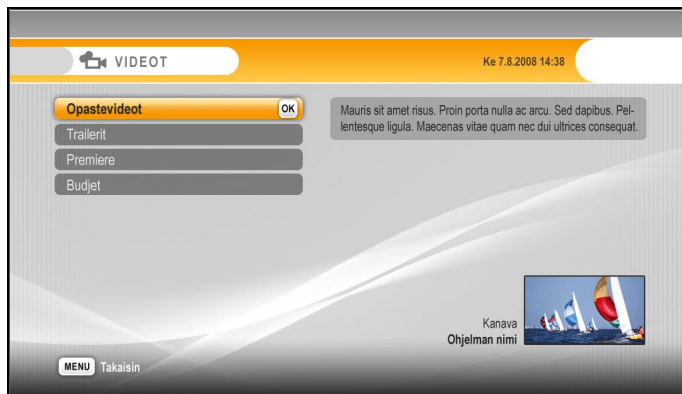
Digiboksilla voidaan lisäksi katsoa suorana muitakin kanavia, myös korttipaikkaa tarvitsevia maksukanavia. nPVR:n maksulliset sisällöt salataan siten, että ainoastaan maksaneet asiakkaat voivat vastaanottaa niitä. Suomessa maksulliset digitelevisiokanavat on salattu Conax-järjestelmällä, jota voidaan hyödyntää myös nPVR:ssä. Conax-salauspurkua varten tulee hankkia palveluntarjoajan maksutelevisiokortti. nPVR-järjestelmä ei kuitenkaan tue Conax-järjestelmää, joten salattujen kanavien tallennus ei ole mahdollista. nPVR-palveluissa voidaan soveltaa myös ohjelmistopohjaisia DRM-salausratkaisuja, jolloin maksutelevisiokorttia ei tarvita. Käyttäjien tallennuskapasiteetti ei ole sidoksissa gigatavuihin, vaan käyttäjän ennalta määrittelemään ohjelmien määrään eli osuuksiin. Ohjelmia voi tallentaa vaikka kaikilta saatavilla olevilta tv-kanavilta yhtä aikaa. Mikäli käyttäjä ei ole laitteen äärellä, tallennuksen voi ajastaa myös netistä www-selaimella tai wapin kautta matkapuhelimella. [18.]

Palveluntarjoajat voivat lähestyä nPVR-palveluntarjonnassaan erilaisilla sisällöillä ja konsepteilla. Tutkittavassa työssä on kuitenkin keskitytty tyypilliseen perustarjontaan. Tässä järjestelmässä perustarjontaan kuuluu normaali digitelevision tarjonta, eli ilmaiset televisiokanavat ja ohjelmaopas. Tallennuspalvelua hallitaan digiboksin kaukosäätimellä, erilaisten valikoiden avulla. (Kuva 21)



Kuva 21. Esimerkki päävalikkonäkymästä [16.]

Tulevaisuudessa palvelun sisältöä on mahdollista laajentaa, jolloin käyttäjällä on mahdollisuus saada myös erilaisia lisäpalveluja, joita on mahdollista hallita samalla digiboksilla. Tällaisia palveluita on mm. tilausvideopalvelu, jossa käyttäjä saa videovuokraamopalvelut suoraan tv:n välityksellä. (Kuva 22) Tämän lisäksi käyttäjällä on mahdollisuus muokata palvelun sisältöä tarpeidensa mukaan. Erilaisina sisältöpalveluina on mahdollista saada esimerkiksi uutisotsikot, paikallisuutiset, säätiedot, pelit sekä käyttäjän omat videot. Myös käyttäjän oma sisältö on katsottavissa TV:ssä. Palvelu hakee sisällön joko omalta tietokoneelta tai verkkopalvelusta.



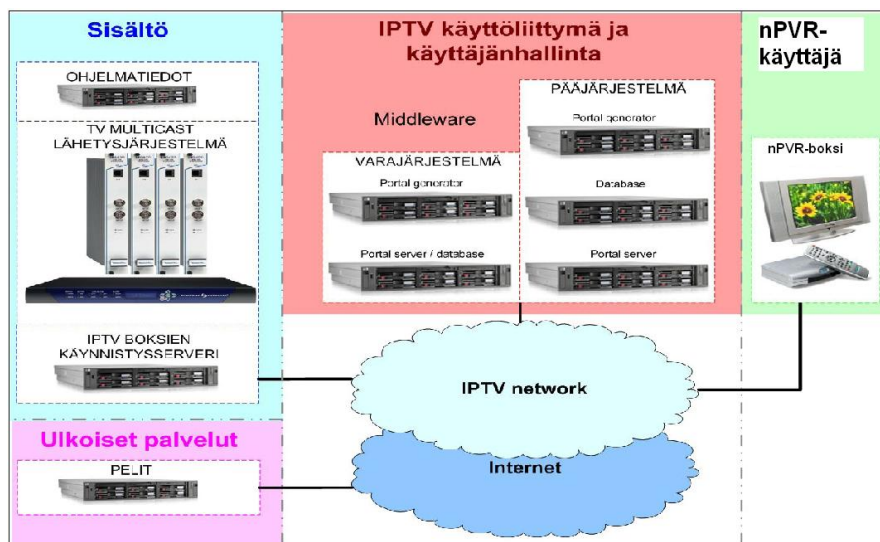
Kuva 22. Esimerkki videovuokraamovalikosta [16.]

Palvelu hyödyntää laajakaistayhteyttä, ja IP-sovittimet on varustettu Internet-selaimilla, joten paluusuuntaa vaativat Internet-palvelut televisioruudulla ovat myös mahdollisia. Myös televisio-ohjelmiin sidotut vuorovaikutteiset palvelut on mahdollista toteuttaa nPVR:lla. Tässä työssä ei kuitenkaan tutkittu lisäpalvelumahdollisuuksia, vaan keskityttiin pelkästään peruspalveluihin.

6 JÄRJESTELMÄN TESTAUS

Järjestelmän testaus suoritettiin käyttämällä erään palveluntarjoajan palvelinta. Testilaitteisto saatiin käyttöön palveluntarjoajalta. Järjestelmä asennettiin KPO:lle, jossa testaus suoritettiin ensin. Testiolosuhteissa järjestelmä oli liitetty palvelimelle 100 Mbit/s kuitulaajakaistayhteydellä. Henkilökunnalla oli myös mahdollisuus käyttää laitetta ja tutustua näin palveluun. Näin saatiin myös kommentteja palvelun toimivuudesta ja mahdollisia parannusehdotuksia. Järjestelmä testattiin myös "kenttäolosuhteissa" kotona.

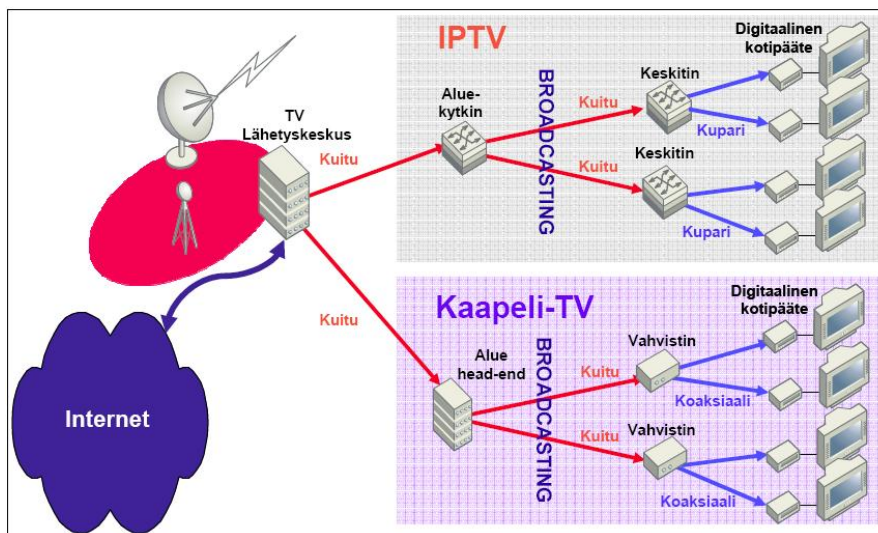
Koko järjestelmän arkkitehtuuri etenee siten, että operaattori vastaanottaa digitaaliset satelliittikanavat kuituverkon- ja digitaaliset terrestriaalipalvelut UHF-antennin avulla. Kanavat ohjataan lähetyskeskuksen signaalinmuunninlaitteistoon, jolla televisiosisältö muunnetaan IP-verkkoon sopivaksi ja välitetään operaattoreiden laajakaistaisen runko- ja liityntäverkkojen kautta kotitalouksiin. Teknisesti palvelu toimii siten, että palveluntarjoaja nauhoittaa ohjelmat palvelimille suoraan televisioverkosta, eivätkä ne nauhoitusvaiheessa kulje käyttäjän kautta. Tämän jälkeen ohjelmat jaetaan käyttäjien etukäteen tilaamien osuuksien mukaisesti. Kotitalouksissa nPVR-palvelut vastaanotetaan IP-sovittimella, jonka ohjelmistosta ja päivitystoiminnoista vastaa lähetyskeskuksessa sijaitseva konfigurointipalvelin ja tallennuspalvelin. (Kuva 23)



Kuva 23. nPVR-palvelun arkkitehtuuri [18.]

Järjestelmän keskeisin komponentti on lähetyksen palvelu- ja asiakashallinnan mahdollistava ohjelmisto (middleware), joka integroi nPVR-järjestelmän eri elementit kokonaisuudeksi. Middleware-ohjelmiston kautta nPVR-järjestelmä on yhteydessä taustajärjestelmiin ja lisäpalveluihin. Lisäpalvelut tarjotaan erillisiltä jakelupalvelimilta, jotka alueellisesti laajoissa toteutuksissa ja asiakasmäärien kasvaessa hajautetaan operaattorin laajakaistaverkkoihin. Näitä varten tarvitaan myös salausratkaisu, jolla sisältö suojataan ja muodostetaan asiakkaan käyttöoikeudet. Ohjelmisto ohjaa lähetyksen ja IP-sovittimen välistä liikennettä sekä toimii asiakkaan televisiokäyttöliittymänä välittäen televisio-ohjelmaoppaan ja mahdollisen lisäpalveluiden tilausjärjestelmän. Se huolehtii myös palveluiden ja kanavien avaamisesta ja sulkemisesta asiakkaille. nPVR-palvelussa käytetään multicast-protokollaa digi-TV-signaalin välittämiseen dataverkossa. Palveluun kytkeydytään nPVR-boksilla laajakaistaliittymän kautta. nPVR-boksi kytketään televisioon scart-kaapelilla. Digiboksi kytketään suoraan laajakaistaan, joten palvelu ei edellytä tietokoneen käyttämistä.

IPTV:n DSL-toteutuksen ja kaapelitelevision jakeluarkkitehtuurin rakenteet ovat periaatteiltaan samankaltaiset. Arkkitehtuurissa lähetyksen keskus (ja vastaanotto) voi olla sama IPTV:lle ja kaapelitelevisiolle hyödyntämällä kaapelitelevisiosignaalin IP-lähetykseksi muuntavia laitteita. Kaapelitelevisio-operaattorit voivat myös hyödyntää olemassa olevaa lähetysinfrastruktuuriaan IPTV-palvelun toteutuksessa. (Kuva 24)



Kuva 24. IPTV:n ja KTV:n toteutusarkkitehtuurit [18.]

Kaapelitelevisioverkot on rakennettu nykyään ns. kuitu-koaksiaaliverkoiksi. Nämä jaetaan osaverkkoihin päävahvistimella, josta lähtee erillinen kuitu jokaisen verkkosolun kuitusolmupisteeseen ja tästä eteenpäin aina kiinteistöjen liittymiin asti koaksiaalikaapelia pitkin. Vastaa-

vasti IPTV-signaalia kuljetetaan tyypillisesti alueverkoissa kuidulla keskittimille ja sieltä kotitalouksiin kuparia pitkin. Kapasiteetin kasvattamiseksi kuitu viedään yhä lähemmäksi kiinteistöjä. Mitä lähemmäksi kiinteistöä kuitu tuodaan, sitä lähemmäksi kaapelitelevisioverkon ja xDSL-pohjaisen IPTV-verkon rakenteet tulevat toisiaan. Puhtaasti kuitupohjaisessa verkossa topologiat ovat samat.

Suurimmat vaatimukset laajakaistaverkoille asettaa teräväpiirtotelevisio (HDTV), joka nykyisin käytössä olevalla MPEG2-videokoodauksella vaatii minimissään 16 Mbit/s kapasiteetin, kun taas tavallinen televisiolähete (SDTV) ja tilausvideo (VoD) vaativat noin 5 Mbit/s kapasiteetin. Kehittyneempi MPEG4-koodaus laskee HDTV:n kapasiteettivaatimuksen 6 Mbit/s, SDTV:n ja tilausvideon kapasiteettivaatimukset laskevat 2 Mbit/s. Pakkaustekniikan kehityksen ansiosta, voidaan siirtää enemmän informaatiota samalla kapasiteetilla ja tätä etua voidaan käyttää näin ollen informaation lisäämiseen. Testaamamme, järjestelmä tuki sekä MPEG2- että MPEG4-koodausta. Näin ollen laajakaistan kapasiteetti voidaan sovittaa tilanteen mukaan. Seuraavassa taulukossa (Taulukko 1) on yhteenveto erilaisista IPTV-palveluista ja niiden siirtoverkolle asettamista vaatimuksista käytettävästä koodausmenetelmästä riippuen. Kapasiteettivaatimukset tarkoittavat kanavakohtaisia vaatimuksia, ja nämä vaatimukset vaikuttavat eri tavalla laajakaistaverkon eli palvelun jakelutien eri osissa.

Taulukko 1. IPTV:n kapasiteettivaatimukset koodauksesta riippuen [18.]

Palvelu	Koodaus	Kapasiteettivaatimus (Mbit/s)	Huomioitavaa
HDTV	MPEG2	20	1080i, res. 1920x1080
HDTV	MPEG2	16	720p, res. 1280x720
SDTV	MPEG2	5	
VoD	MPEG2	5	
HDTV	MPEG4 AVC/MS WM9	8	1080i, res. 1920x1080
HDTV	MPEG4 AVC/MS WM9	6	720p, res. 1280x720
SDTV	MPEG4 AVC/MS WM9	2	
VoD	MPEG4 AVC/MS WM9	2	

Tutkittava nPVR-järjestelmä asettaa laajakaistaverkoille kapasiteettivaatimusten lisäksi myös muita vaatimuksia. Jotta palvelu olisi käytännössä mahdollinen, DSL-runkoverkon on oltava Ethernet-pohjainen ja mahdollistettava myös ns. multicast-toiminto, vaikka tallenne siirretäänkin käyttäjälle unicast-tekniikalla. Ilman tätä mahdollisuutta ongelmia syntyisi siitä, että runkoverkon kapasiteettivaatimukset kasvaisivat kohtuuttomiksi.

Tässä työssä järjestelmä suunniteltiin käyttämään ainoastaan DSL-tekniikkaa ja testaus tapahtui myös DSL-yhteyttä käyttäen. Järjestelmän testauksessa ei otettu huomioon kaapelimodeemitekniikkaa, vaikka periaatteessa se voidaan toteuttaa myös kaapeliverkossa. Syy siihen, miksi palvelua ei toteuteta kaapelitelevisioverkossa, on että nPVR:n vaatiman palvelutason täyttäminen kaapeliverkossa on paljon haasteellisempaa. IP-tekniikka tuo verkkoon huomattavan määrän dataliikennettä, jolloin kaapelitelevisioverkon datakapasiteettia on kasvatettava. Kokonaisuudessaan kaapelitelevisioverkossa on riittävästi kapasiteettia, mutta nykyisillä kaapelimodeemitekniikoilla toteutus ei onnistu. nPVR:n toteuttaminen kaapelitelevisioverkoissa vaatisi uusia investointeja ja ennen kaikkea uuden tekniikan käyttöönottoa.

Edellä läpikäydyt näkökohdat ja järjestelmävaatimukset huomioon ottaen suositeltavin yhteystekniikka tutkittavaan järjestelmään on kuitenkin kuitutekniikka. Kuten jo aiemmin on todettu, järjestelmä vaatii suorituskyykyisen laajakaistatekniikan toimiakseen joustavasti. Suorituskyvyn suhteen kuitutekniikat ovat ylivoimaisia muihin tekniikoihin nähden. Kuitutekniikoilla voidaan toteuttaa käytännössä kaikki IP-palvelut korkearesoluutioista HDTV:tä myöten ja tarjota jopa useita kanavia yhtäaikaaisesti. Kuituyhteyksien vahvuutta fyysisenä siirtotienä vahvistaa edelleen se, että datanopeudet pysyvät korkeina myös pitkillä yhteyksillä.

Järjestelmän testaus suoritettiin siis kahdessa paikassa ja kahta eri laajakaistanopeutta käyttäen. Testaus aloitettiin KPO:lla, jossa laitteisto asennettiin kuituverkkoon suoraan kytkimelle, jonka nopeus on 100 Mbit/s. Laitteiston asennuksessa ei ilmennyt mitään ongelmia ja kättely palvelimelle sujui moitteettomasti. Tallennusjärjestelmän käyttö, tallenteiden siirto ja katselu onnistui ilman ongelmia. Tallennetun ohjelman hakeminen sujui tällä yhteydellä nopeasti, eli siirtoviivettä ei juuri esiintynyt. Tallennettujen ohjelmien katselu sujui myös ongelmitta, kuten myös reaaliaikainen televisio-ohjelmien katselu. Kuvan laatu oli erittäin hyvä eikä kuvan pätkimistä tai muitakaan kuvan laatuun vaikuttavia häiriöitä ilmennyt. Myös katseltavan tallenteen kelaus eteen- tai taaksepäin onnistui ilman viivettä tai ohjelman pätkimistä. Ongelmia palvelun käyttöön aiheutti kuitenkin digiboksi ja sen käyttöliittymä. Käytettäessä käyttöliittymän valikoita ne toimivat hitaasti. Valikoiden hidas toiminta ei varsinaisesti vaikuta järjestelmän toimintaan, mutta käytettävyyden kannalta niiden sujuva toiminta olisi ensiarvoisen tärkeää. Tämä lienee kuitenkin enemmän käyttöliittymän ominaisuus kuin varsinainen vika. Parannusta käyttöliittymän osalta kuitenkin kaivataan.

Toinen testi toteutettiin "kenttäolosuhteissa" kotona, jossa laitteisto asennettiin kuparilla toteutettuun DSL-laajakaistaverkkoon, jonka nopeus on 22 Mbit/s. Modeemina käytettiin Telewell TW 510 v3 DSL -modeemia. Laitteiston asennuksessa ei ilmennyt tässäkään tapauksessa mitään ongelmia ja käyttely palvelimelle sujui moitteettomasti. Tallennusjärjestelmän testaus voitiin aloittaa. Tallennusjärjestelmän käyttö, tallenteiden siirto ja katselu testattiin kuten ensimmäisessä testissä. Reaaliaikaisessa televisio-ohjelmien katselussa ilmeni kuitenkin ongelmia heti testin alussa. Ongelmia ilmeni myös tallennettujen ohjelmien toistossa ja tallenteiden hakemisessa. Ohjelmat pätkivät toiston aikana ajoittain ja kuva pikselöityi välillä pahoin. Myös jo ensimmäisessä testissä todetut käyttöliittymää koskevat ongelmat toistuivat tässä testissä. Tutkimuksissa järjestelmän pullonkaulaksi osoittautui modeemi, joka ei tue IPTV-protokollaa. Ongelman ratkaisemiseksi vaihdettiin kehittyneempi modeemi, TW 510 v4 -modeemi, jossa löytyvät tarvittavat ominaisuudet. Tämän jälkeen ongelmat poistuivat, eikä kuvan pätkimistä ja pikselöitymistä enää esiintynyt. Kuvan laatu oli myös erittäin hyvä. Toiminta oli kaikilta osin moitteetonta. Järjestelmä on tällä hetkellä päivittäisessä käytössä, ja se on toiminut moitteettomasti, lukuun ottamatta digiboksin käyttöliittymään liittyvää hitautta. Tämän kokoonpanon osalta testaus jatkuu kuitenkin edelleen. Testejä tehdään jatkossa myös muissa kohteissa, jotta saadaan selvitettyä laajemmin palvelua koskevat vaatimukset erilaisissa tilanteissa.

Järjestelmästä voidaankin todeta, että IP-tekniikkaan pohjautuvat ratkaisut ovat toimivia ja monipuolisia, ne tuovat lisäarvoa erityisesti antennijakelun kotitalouksille, joiden maksullinen ohjelmatarjonta rajoittuu antenniverkon kanavatarjontaan, sekä satelliittijakelun kotitalouksille vaivattomuudellaan. IP-pohjaiset ratkaisut voivat jatkossa haastaa muut televisiojako-kanavat laajalla interaktiivisella palvelutarjonnallaan (Internet, tilausvideo ja muut lisäpalvelut). Kuitenkin sillä edellytyksellä, että laajakaistaverkkojen nopeuksia saadaan kasvatettua kuitutekniikkaa hyväksikäyttäen ja niin että kuituverkot on myös entistä useamman kuluttajan saatavilla.

7 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli suunnitella ja testata nPVR-järjestelmä, joka voitaisiin ottaa kaupalliseen käyttöön, täydentämään jo olemassa olevaa palvelutarjontaa. Työssä oli tarkoitus selvittää järjestelmän rakennetta ja järkevintä toteutustapaa. Suunnittelun lähtökohdaksi asetettiin tässä vaiheessa nPVR-järjestelmän peruspalveluiden toteuttaminen ja järjestelmän suunnittelu sen mukaiseksi. Tavoitteena oli selvittää tallennusjärjestelmän toimivuus ja selvittää se testeillä. Työssä tutkittiin myös mahdollisuuksia ostaa tallennuspalvelu joltain ulkopuoliselta palveluntarjoajalta.

Työn suunnittelu aloitettiin selvittämällä palvelun tarve ja se millaista kapasiteettia järjestelmältä tarvitaan. Palvelun tarve oli ilmeinen, mutta sen kysynnän laajuudesta ei ollut tutkittua tietoa. Riskienhallinnan kannalta tämä seikka on otettava huomioon. Näiden seikkojen pohjalta suunnittelun lähtökohdaksi otettiin tallennusjärjestelmän testaaminen ja toimivan ratkaisun rakentaminen ulkopuolisen palveluntarjoajan tallennuspalvelinta hyväksikäyttäen. Työssä selvitettiin myös nPVR-tallennuspalvelun arkkitehtuuria ja erilaisia SAN-ratkaisuja, joiden mukaan tarvittava laitteisto voitaisiin hankkia ja rakentaa itse.

Järjestelmän testaus kuitenkin suoritettiin ulkopuolisen palveluntarjoajan palvelinta hyväksikäyttäen. Näin välttyttiin oman tallennuspalvelimen asennuksen ja ylläpidon aiheuttamilta kustannuksilta. Testituloksiin sillä ei ole merkitystä kenen palvelinta käytetään. Tärkeintä oli saada selville palvelun toimivuus käytännön testeissä. Testilaitteisto saatiin myös palveluntarjoajan toimesta. Testeissä selvisi, että itse tallennusjärjestelmä toimii moitteettomasti, kun laajakaistan nopeus on riittävä ja käytetään tarkoitukseen sopivia komponentteja, kuten moodeemeja ja kytkimiä. Testipaikkojen vähyyden johdosta järjestelmän vaatimat laajakaistan minimivaatimukset jäivät tutkimatta. Nämä olisi tärkeä tietää palvelua edelleen kehitettäessä ja markkinoitaessa. Pieniä ongelmia järjestelmässä aiheutti myös digiboksin käyttöliittymä, joka kaipaa parannuksia. Testeissä saatiin tutkittua laitteiston ja palvelun toimivuus tavoitteiden mukaisesti. Palvelun ominaisuudet ovat varsin monipuoliset ja järjestelmä osoittautui erittäin hyvin toimivaksi, jolle voi ennustaa valoisaa tulevaisuutta.

LÄHTEET

- 1 SAN-infrastruktuuri [WWW-dokumentti]
http://www.it.lut.fi/kurssit/0405/010626000/seminaarit/SAN_-Jussi_Murtola_kalvot.ppt#257,2, Sisältö (Luettu 2.2.2009)
- 2 Laajakaista [WWW-dokumentti]
<http://www.stat.fi/meta/kas/laajakaista.html> (Luettu 12.2.2009)
- 3 Laajakaistateknologiat [WWW-dokumentti]
<http://www.laajakaistainfo.fi/teknologiat/index.php#dsl> (Luettu 21.2.2009)
- 4 IPTV-standardointi ja -kehitystilanneraportti [WWW-dokumentti]
<http://www.ficora.fi/attachments/suomiry/5wVjAqUI9/TRaportti022008.pdf>
 (Luettu 25.2.2009)
- 5 IPTV-standardointi [WWW-dokumentti]
http://www.ficora.fi/attachments/suomi_R_Y/5wVjAqUI9/Files/CurrentFile/-TRaportti022008.pdf (Luettu 2.3.2009)
- 6 Liikenteen ohjaus siirtoverkossa [WWW-dokumentti]
http://www.tml.tkk.fi/Opinnot/T-111.350/2005/Kalvot/Multicast_6.pdf
 (Luettu 3.3.2009)
- 7 Yleispalveluvelvoitteet [WWW-dokumentti]
<http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2007/20070100.pdf>
 (Luettu 3.3.2009)
- 8 Television monikanavaisuus ja tekijänoikeus [WWW-dokumentti]
<http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Julkaisut/2007/liitteet/-tr41.pdf?lang=fi> (Luettu 3.3.2009)
- 9 Tietokone-lehti artikkeli [WWW-dokumentti]
http://www.tietokone.fi/uutta/uutinen.asp?news_id=30770&tyyppi=1
 (Luettu 3.3.2009)
- 10 Tietokone-lehti artikkeli [WWW-dokumentti]
http://www.tietokone.fi/uutta/uutinen.asp?news_id=28164
 (Luettu 3.3.2009)
- 11 SAN-teknologia [WWW-dokumentti]
<http://www.it.lut.fi/kurssit/03-04/010626000/palautukset/Seminaarit/SAN-Seminaari.pdf> (Luettu 4.3.2009)

- 12 SAN-infrastrukturi [WWW-dokumentti]
<http://www.fourleaf.fi/Leverandor/Tivoli/Losninger/Enterprise.aspx?alPage=0&rkPage=&articleId=%7BBB99D06C-9B52-4D80-82F9-EAB4C391CC9D%7D> (Luettu 4.3.2009)
- 13 My First SAN-ratkaisu [WWW-dokumentti]
<http://h41111.www4.hp.com/myfirstsan/fi/fi/> (Luettu 4.3.2009)
- 14 Storage Area Networks [WWW-dokumentti]
http://www.it.lut.fi/kurssit/02-03/010626000/palautukset/seminaarit/-SAN_Katriina_Saransaari.pdf (Luettu 4.3.2009)
- 15 IPTV, laajakaistaoperaattorin palveluympäristö [WWW-dokumentti]
http://portaali.suupohja.fi/images/Netikka_TV.pdf (Luettu 6.3.2009)
- 16 LumoTV24h-yleisesittely20081231.ppt
- 17 Motorola VIP1920T-digiboksi datatiedot [WWW-dokumentti]
http://www.tvkaista.fi/digiboksi/VIP1900-9T_specsheet.pdf
(Luettu 11.3.2009)
- 18 Internet-pohjainen televisio [WWW-dokumentti]
http://www.mintc.fi/filesserver/Julkaisuja%2023_2006.pdf
(Luettu 12.3.2009)

LIITTEIDEN LUETTELO

LIITE 1 Sun Fire X4500 levypalvelimen arkkitehtuurin lohkokkaavio

LIITE 2 Motorola 1920-9T-digiboksin tekniset tiedot

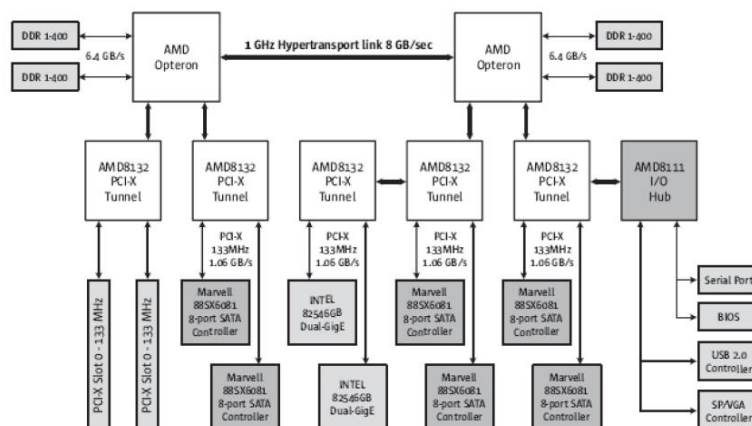


Figure 1-1: Sun Fire X4500 server Architecture Block Diagram

SPECIFICATION SHEET
VIP1920-9T & VIP1970-9T

TECHNICAL SPECIFICATIONS		Graphics	
Hardware		Computer Graphics:	24 bits/pixel RGB
Microprocessor:	RISC processor with integrated TV video processing and MPEG decoder, performance 450 DMIPS, 1.2 GFLOPS	Resolution:	720x576 pixels (PAL) 720x480 pixels (NTSC) HD Gfx
Main Memory:	128 MB DRAM 256 MB DRAM (optional)	Video:	24 bits/pixel RGB
Video Memory:	32 MB DRAM 64 MB DRAM (optional)	Picture-in-Graphics	
Flash Memory:	Boot flash 4 MB	On Screen Display (OSD)	
Application Flash:	32 MB	Alpha blending	
Accessories:	SRCU, MRCU180, MKB22, USB120IR	Color keying	
Operating System		Graphics accelerator:	2D
LINUX®-based OS		Spatial/temporal deinterlacing using motion detection and estimation	
Streaming Video		Independent flicker filtering of graphics	
MPEG-1 (SD):	800 kbits/s to 3 Mbits/s, CIF 352x288	DVR (VIP 1970 model)	
MPEG-2 (SD and HD):	Transport stream - PAT, PMT, video and audio streams, constant and variable bit rate, 2-25 Mbps, up to MP@HL 1080i@60 fps	Hard disk drive:	160 GB (other sizes optional)
H.264 (SD and HD):	PAT, PMT, video and audio streams, up to 20 Mbps, up to HP@L4.1 (1080i@60 fps)	Recording:	Time shift and scheduled recording
High Definition video:	1280x720@50 or 60 fps (progressive scan) 1920x1080@50 or 60 fps (interlaced scan)	Recording formats:	MPEG-2, H.264
4:3 and 16:9 video format:	Format detection, scaling to letterbox, center cut-out and SCART signaling	Trick play:	Rewind, fast forward, pause
Video On Demand		Front Panel Interfaces	
Interactive Video On Demand (VOD) and Near Video On Demand (NVOD)		Status indication:	LED
Protocol RTSP		IR-receiver:	Standard
Verified compliance with leading video server suppliers		Smartcard reader:	ISO 7816-1/2/3
Streaming Audio		Display:	Alpha numeric (optional)
Audio Types:	MPEG (Layer 1, 2, 3), PCM, AC3, AAC	Rear Panel Interfaces	
Security		Ethernet:	1 x RJ45 10/100 Base-T
SSL:	version 3.0, 64 and 128 bits	Standard definition video:	SCART for RGB, S-video and composite out
PKI:	box login, encryption/decryption (Optional)	High definition video	HDMI with HDCP support, component video (Y Pb Pr)
Macrovision copy protection ver. 7.01 (Optional)		Auxiliary devices:	SCART (composite in/out and RGB loop through)
DVB		Analog stereo:	Left/right RCA stereo connectors
DVB-T:	[ETSI EN 300 744]	Digital 5.1 sound:	Optical and coaxial S/PDIF
Extra connectors:	2 x DIN Jack for DVB-T input and loop through	USB port:	Version 2.0
		Main power:	Connector and switch
		Electrical Requirements	
		External power supply:	PSU 5.7V (VIP1920 model)
		Internal power supply:	110V-240V (VIP1970 model)
		Power consumption:	<7 W full load (VIP1920 model) <30 W full load (VIP1970 model, 160GB HDD)


MOTOROLA

Motorola, Inc. Home & Networks Mobility
 Teknikringen 20, SE-583 30 Linköping, Sweden
www.motorola.com/ipvideo

MOTOROLA and the Stylized M Logo are registered in the U.S. Patent and Trademark Office. Linux® is the registered trademark of Linus Torvalds in the U.S. and other countries. All other product or service names are the property of their registered owners. © Motorola, Inc. 2008 All rights reserved. Features and functions subject to change without notice. 5933-0000-0K