

Tomi Tupiini

High Definition -videoneuvottelutekniikka

Opinnäytetyö

Kevät 2010

Tekniikan yksikkö

Tietotekniikan koulutusohjelma

Ohjelmistotekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Tietotekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Ohjelmistotekniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Tomi Tupiini

Työn nimi: High Definition -videoneuvottelutekniikka

Ohjaaja: Alpo Anttonen

Vuosi: 2010

Sivumäärä: 47

Liitteiden lukumäärä: 0

Tämän työn tarkoituksena oli tutkia High Definition -videoneuvottelutekniikan ominaisuuksia ja eroavaisuuksia Standard Definition -videoneuvottelutekniikkaan. Työ suoritettiin pääosin tutkien teoreettisia lähteitä. Työn aihe on saatu Eptek ry:ltä.

Tutkimustieto kerättiin pääosin verkkolähteistä ja käytännön kaistanleveysmittaukset suoritettiin Seinäjoen keskussairaalan tietoliikenneverkon läpi käyttäen neljää eri videoneuvottelulaitteistoa.

High Definition -formaattit tuottavat huomattavasti enemmän kuvainformaatiota kuin Standard Definition -formaattit. Käytännön kaistanleveysmittaukset osoittivat, että vaikka teräväpiirtokuva sisältää enemmän kuvainformaatiota, niin se käyttää kuitenkin huomattavasti vähemmän kaistanleveyttä kuin Standard Definition -laatuinen kuva.

High Definition -videoneuvottelun mahdollistamasta korkealaatuisesta teräväpiirtokuvasta voidaan hyötyä eri aloilla. Esimerkiksi lääkärit pystyvät tekemään etänä päätöksiä, koska HD-videoneuvottelun kautta lähetetyt röntgen-, ja magneettikuvat ovat erittäin korkealaatuisia. Parhaan kuvanlaadun saavuttamiseksi kaikilla neuvotteluun osallistuvilla osapuolilla on oltava High Definition -videoneuvottelujärjestelmä ja teräväpiirtotekniikkaa tukeva monitori. HD-tasoisessa monipisteneuvottelussa monipistesillan täytyy tukea vähintään 720p-tarkkuutta ja pitää yllä vähintään 30 fps:n kuvanopeutta, jotta monipisteneuvottelussa välittyisi samantasoinen kuva kuin kaksipisteneuvottelussa. Monipistesillan täytyy myös olla H.264-standardipohjainen yhteensopivuuden ja skaalautuvuuden vuoksi.

Avainsanat: High Definition -videoneuvottelu, videoneuvottelu

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology
Degree programme: Information Technology
Specialisation: Software Engineering

Author/s: Tomi Tupiini

Title of thesis: High Definition Videoconferencing

Supervisor(s): Alpo Anttonen

Year: 2010

Number of pages: 47

Number of appendices: 0

The aim of this graduate study is to solve the features of a High Definition videoconferencing technology and compare it to Standard Definition videoconferencing technology. The study is mainly carried out by researching theoretical sources. The study was commissioned by Eptek ry.

Theoretical data for this study were mostly collected from the sources found on the Internet. Bandwidth measurements were carried out through the network of Seinäjoki Central Hospital with four different types of video conferencing systems.

Formats of High Definition videoconferencing produce more visual information compared to Standard Definition formats. The results of the bandwidth measures indicated that the video standards which are used in High Definition videoconferencing used less bandwidth compared to Standard Definition videoconferencing although there were more data to send.

As a result of this study it was found that High Definition videoconferencing has many usable benefits that can be implemented in different areas of business. For example, High Definition video conferencing allows doctors in distant locations to review X-rays, MRI images and ultrasound results with enough detail to make informed decisions. To obtain the best possible picture quality in High Definition videoconferencing every participant needs their own High Definition videoconferencing system and a monitor which supports High Definition technology. In multipoint conferencing the multipoint control unit has to support at least 720p-format and maintain at least 30 frames per second refresh rate. MCU-unit has to be H.264 standard-based for interoperability and scalable to allow as many connections as required for multipoint calls.

Keywords: High Definition videoconferencing, videoconferencing

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	8
1 JOHDANTO	10
1.1 Työn tausta ja tavoitteet	10
1.2 Työn rakenne	10
1.3 EPTEK ry	11
2 VIDEONEUVOTTELU	12
2.1 Yleistä	12
2.2 Videoneuvottelutyypit.....	13
2.2.1 Kaksipisteneuvottelu	13
2.2.2 Monipisteneuvottelu	14
2.2.3 Desktop-videoneuvottelu.....	15
2.2.4 Suoratoisto.....	16
2.3 Historia.....	16
2.4 Laitteisto.....	20
2.4.1 Koodekki, kamera ja ääni.....	20
2.4.2 Multipoint Control Unit.....	21
2.4.3 Gatekeeper	21
2.5 Standardit.....	21
2.5.1 ITU-T H.323	22
2.5.2 SIP	23
2.6 Tietoturva	24
2.6.1 Yleistä	25
2.6.2 Käyttäjän tunnistus.....	25
2.6.3 Salaus	25
2.6.4 Palomuri.....	26
2.6.5 NAT.....	27

2.6.6	VPN	28
3	HIGH DEFINITION -VIDEONEUVOTTELUTEKNIikka	29
3.1	Liikkuvan kuvan näyttö- ja lähetystavat.....	29
3.1.1	Interlacing, lomitettu kuva	29
3.1.2	Progressive scan, lomittamaton kuva	30
3.2	Standard Definition -kuvaformaatit	30
3.2.1	480i	30
3.2.2	480p.....	30
3.2.3	576i	31
3.2.4	576p.....	31
3.3	High Definition -kuvaformaatit	31
3.3.1	720i	32
3.3.2	720p.....	32
3.3.3	1080i	32
3.3.4	1080p.....	32
3.4	Standard Definition- ja High Definition -kuvaformaattien vertailu	32
3.5	High Definition -videoneuvottelun videostandardit	33
3.6	High Definition -videoneuvottelun vaatimukset	35
3.7	High Definition -videoneuvottelun hyödyt	36
3.8	Kaistanleveyksien vertailu.....	36
3.8.1	Laitteisto.....	37
3.8.2	Still-kuva	38
3.8.3	PowerPoint-esitys	39
3.8.4	PowerPoint-esitys dual-videolla	40
3.8.5	Liikkuva kuva	41
3.8.6	Liikkuva kuva dual-videolla	42
4	TULOKSET	43
5	YHTEENVETO	44
6	LÄHTEET	44

Käytetyt termit ja lyhenteet

HD	High Definition eli teräväpiirtokuvassa on käytössä korkeammat resoluutiot kuin Standard Definition -tasoisessa kuvassa, jolloin kuvanlaatu on tarkempi. HD-resoluutioita ovat: 1080p, 1080i ja 720p. (AfterDawn 2010.)
SD	Standard Definition tarkoittaa tavallisen television näyttöresoluutioita ja virkistystaajuuksia. SD-resoluutioita ovat: 480i, 480p30, 576i ja 576p25. (AfterDawn 2010.)
Resoluutio	Resoluutio kertoo kuvan tarkkuudesta, jossa kuvan leveys ja korkeus ilmaistaan pikseleinä (AfterDawn 2010).
MCU	Multipoint Control Unit -laitetta eli monipistesiltaa tarvitaan videoneuvotteluyhteyden muodostamiseen kun osanottajia on useammassa kuin kahdessa eri paikassa (Ranta 2007).
H.323	Standardikokoelma, joka luo pohjan reaaliaikaisen äänen, videon ja datan siirtoon pakettipohjaisissa tietoverkoissa (ITU-T 2006).
SIP	SIP-protokolla kehitettiin videota, ääntä ja pikaviestinomaisuuksia sisältävien interaktiivisten istuntojen avaamiseen, muokkaamiseen ja lopettamiseen (Voip Think [Viitattu 23.2.2010]).
NAT	Network Address Translation on osoitteenmuutos, joka sallii usean käyttäjän tai laitteen pääsyn Internetiin yhdellä IP-osoitteella (Weinstein 2006, 7).

VPN	Virtual Private Network mahdollistaa yksityisten ja suojattujen verkkoyhteyksien muodostamisen Internetin lävitse (Lamle 2007, 825).
Interlacing	Lomitettu kuva on videokuvan näyttö- ja lähetystekniikka, jolla pystytään tuplaamaan videon virkistystaajuus kuvaamalla vuorottain parittomia ja parillisia vaakaviivoja (AfterDawn 2010).
Progressive scan	Progressiivinen eli lomittamaton kuva on lomitetun kuvan vastakohta, jossa jokainen kuva lähetetään kokonaisuudessa yhtenä kehyksenä (AfterDawn 2010).
480i	Esimerkki lomitetusta videotilasta, joka tässä tapauksessa toistaa 480 juovaa pystysuunnassa. Lomitettu videotila käy ilmi numerosarjan perässä olevasta kirjaimesta i, interlaced. (AfterDawn 2010.)
480p	Esimerkki progressiivisesta, eli lomittamattomasta videotilasta, joka tässä tapauksessa toistaa 480 juovaa pystysuunnassa. Lomittamaton videotila käy ilmi numerosarjan perässä olevasta kirjaimesta p, progressive. (AfterDawn 2010.)

Kuvio- ja taulukkoluetelo

KUVIO 1. Kaksipisteneuvottelu	13
KUVIO 2. Monipistesilta	14
KUVIO 3. Desktop-videoneuvottelu	15
KUVIO 4. Suoratoisto.....	16
KUVIO 5. Videoneuvottelukodekki ja siihen integroitu kamera	20
KUVIO 6. H.323-alue	21
KUVIO 7. H.323-protokollapino.....	22
KUVIO 8. Esimerkki tietoturvalisesta videoneuvottelujärjestelmätoteutuksesta ...	27
KUVIO 9. Tietoturvan tasot	28
KUVIO 10. Lomitettu kuva koostuu kahdesta kentästä.	29
KUVIO 11. Kaistanleveysmittaukset, still-kuva.....	38
KUVIO 12. Kaistanleveysmittaukset, PowerPoint-esitys.....	39
KUVIO 13. Kaistanleveysmittaukset, PowerPoint-esitys dual-videolla.....	40
KUVIO 14. Kaistanleveysmittaukset, liikkuva kuva.	41
KUVIO 15. Kaistanleveysmittaukset, liikkuva kuva dual-videolla.	42

TAULUKKO 1. H.323-protokollapino.....	23
TAULUKKO 2. High Definition -formaatit	33
TAULUKKO 3. Yleisten kuvaformaattien resoluutio pikseleissä.....	33
TAULUKKO 4. H.261- ja H.263-standardeja vastaavat resoluutiot.....	34
TAULUKKO 5. H.264-standardin mukaiset SD- ja HD-resoluutiot	34
TAULUKKO 6. Kaistanleveysmittaukset, still-kuva.	38
TAULUKKO 7. Kaistanleveysmittaukset, PowerPoint-esitys.....	39
TAULUKKO 8. Kaistanleveysmittaukset, PowerPoint-esitys dual-videolla.....	40
TAULUKKO 9. Kaistanleveysmittaukset, liikkuva kuva.	41
TAULUKKO 10. Kaistanleveysmittaukset, liikkuva kuva dual-videolla.	42

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta ja tavoitteet

Opinnäytetyön aihe on saatu EPTEK ry:ltä, joka ylläpitää Seinäjoen keskussairaalan videoneuvottelujärjestelmiä. Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin tämän hetkiset videoneuvottelujärjestelmät ovat pääosin Standard Definition -pohjaisia ja tarkoituksena on selvittää videoneuvotteluteknologian seuraavan askeleen, High Definition -videoneuvottelujärjestelmän, ominaisuuksia ja eroja Standard Definition -videoneuvottelujärjestelmään. Käytännön verkkokuorman mittausten kautta myös Seinäjoen keskussairaalaan verkkovastaavat saavat tietoa mahdollisista tulevaisuuden kaistanleveysvaatimuksista.

1.2 Työn rakenne

Ensimmäisessä pääluvussa käydään läpi työn tausta ja tavoitteet.

Toisessa pääluvussa käsitellään videoneuvottelun perusteita, tekniikkaa, standardeja ja tietoturvaa.

Kolmannessa pääluvussa käsitellään High Definition -videoneuvotteluun liittyviä kuvan näyttö- ja lähetystapoja, kuvaformaatteja, standardeja, vaatimuksia ja hyötyjä sekä vertaillaan kaistanleveyksien kulutusta High Definition- ja Standard Definition -videoneuvottelujärjestelmien välillä.

1.3 EPTEK ry

EPTEK ry:n tarkoitus on yhdistää tietotekniikan käyttö maakunnallisilla, kansallisilla ja kansainvälisillä hankkeilla sosiaali- ja terveydenhuoltoon. EPTEK toimii alueellisesti Etelä-Pohjanmaalla. Yhdistyksellä on hankekoordinointia, konsultointia, koulutusta ja teknisiä tukipalveluita. EPTEK-yhdistyksen toiminnasta löytyy tietoa myös nimellä Etelä-Pohjanmaan Terveysteknologian Kehittämiskeskus. (Eptek ry 2009.)

2 VIDEONEUVOTTELU

2.1 Yleistä

Videoneuvottelu tarkoittaa kahden tai useamman pisteen välistä reaaliaikaista kuva- ja ääniyhteyttä. Sitä käytetään kokousten ja opetustilanteiden järjestämiseen, eikä neuvottelupisteiden maantieteellisellä etäisyydellä ole merkitystä. Videoneuvottelujärjestelmään kuuluu koodekki, monitori, kamera- ja äänilähteet, ohjauksikkö, tietoliikenneyhteys ja mahdollisesti myös datayhteys, joka mahdollistaa materiaalien jakamisen käyttäjien kesken. Jos neuvottelupisteitä on useita, niin tarvitaan videoneuvottelusilta, joka muodostaa yhteyden osallistujien välille. (VideoFUNET 2009.)

Videoneuvottelu voidaan järjestää myös desktop-laitteistolla työpisteiden välille, jolloin kuvan ja äänen välittämiseen tarvitaan kamera, mikrofoni ja kaiuttimet. Yhteyden muodostamiseen tarvitaan tietokoneeseen asennettava koodekkikortti tai ohjelmistokoodekki. (VideoFUNET 2009.)

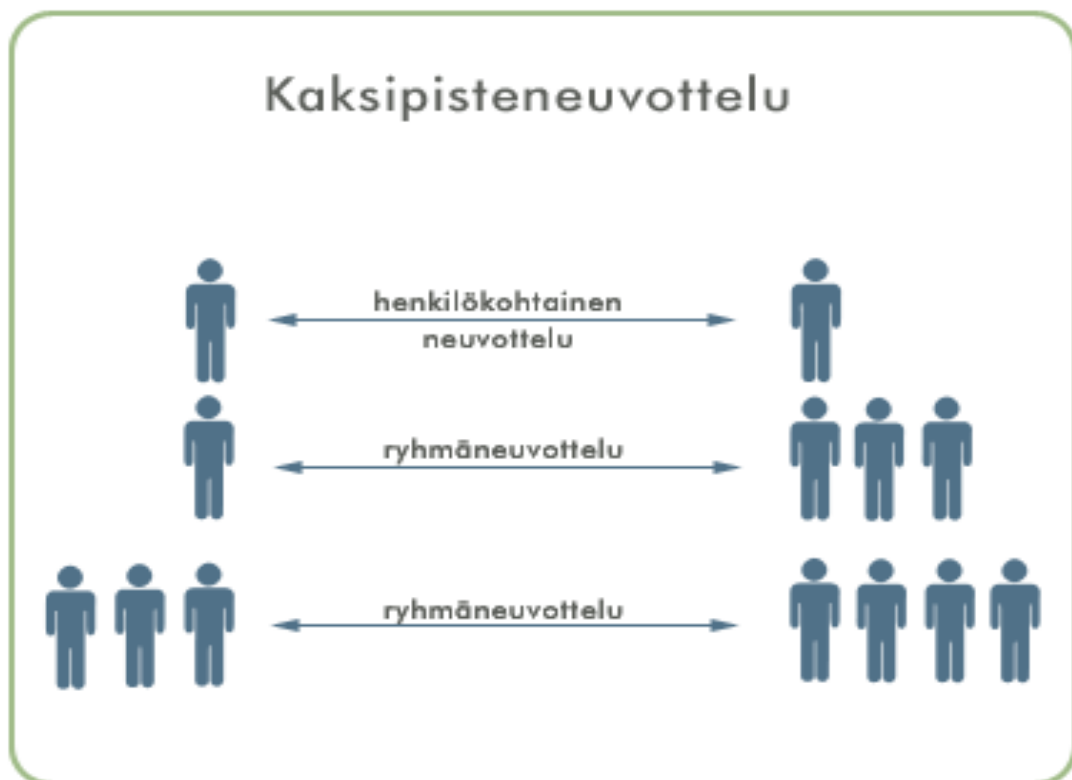
Nykyään videoneuvotteluyhteyksien kustannukset ovat pienentyneet, koska suurin osa videoneuvotteluista tapahtuu Internetin välityksellä eikä satelliitti- tai ISDN-yhteyksillä. Videoneuvottelun etuja ovat muun muassa reaaliaikaisuus, kustannusten väheneminen, tehokkuus, mahdollisuus välittömään palautteeseen, tilanteen tallentamisen helpottuminen, joustavat työ- ja opiskelumahdollisuudet sekä alueellinen tasa-arvo. (VideoFUNET 2009.)

2.2 Videoneuvottelutyypit

Videoneuvottelutilanteet voidaan jaotella neljään eri tyyppiin, jotka ovat kaksipisteneuvottelu, monipisteneuvottelu, desktop-neuvottelu ja suoratoisto. Erilaisissa videoneuvottelutilanteissa käytetään erilaisia neuvottelutyyppejä.

2.2.1 Kaksipisteneuvottelu

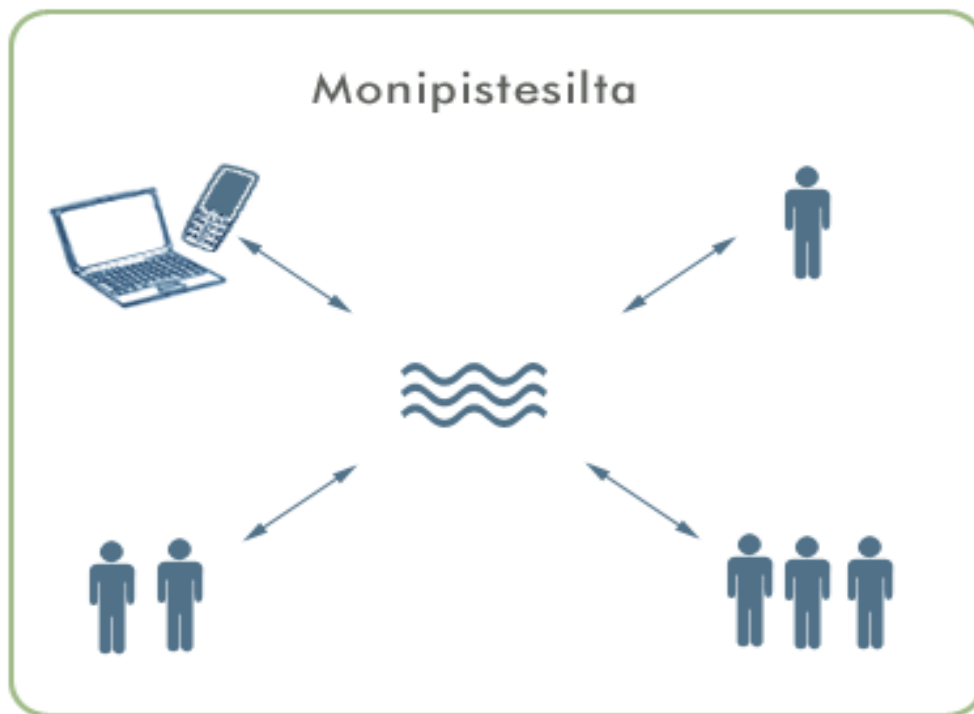
Kaksipisteneuvottelussa neuvottelun osapuolet sijaisevat kahdessa eri paikassa ja näkevät toisensa videoneuvottelulaitteiston välityksellä. Videoneuvotteluyhteys muodostetaan soittamalla toisen osapuolen videoneuvottelunumeroon. (Ranta 2007.)



KUVIO 1. Kaksipisteneuvottelu (Ranta 2007)

2.2.2 Monipisteneuvottelu

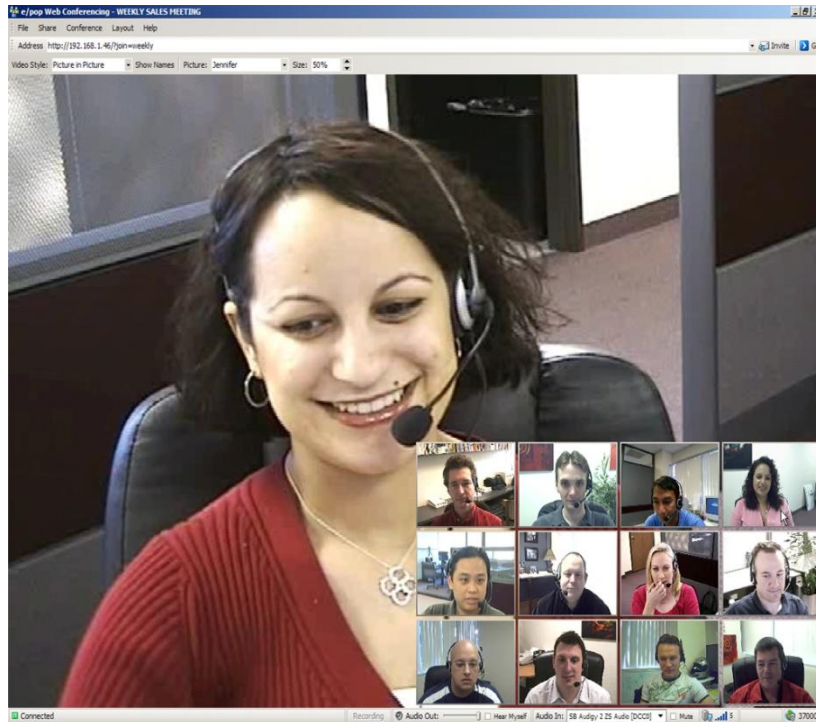
Monipisteneuvottelussa on vähintään kolme osanottajaa ja neuvottelua varten tarvitaan videoneuvottelusilta, joka yhdistää eri neuvotteluosapuolet. Monipisteneuvottelussa käyttäjällä on mahdollisuus valita kuinka moni osallistujista näkyy samanaikaisesti ruudulla. Monipistesilta voi olla ääniohjautuva, eli kuva voi siirtyä automaattisesti kohteeseen, jossa puhutaan. (Ranta 2007.)



KUVIO 2. Monipistesilta (Ranta 2007)

2.2.3 Desktop-videoneuvottelu

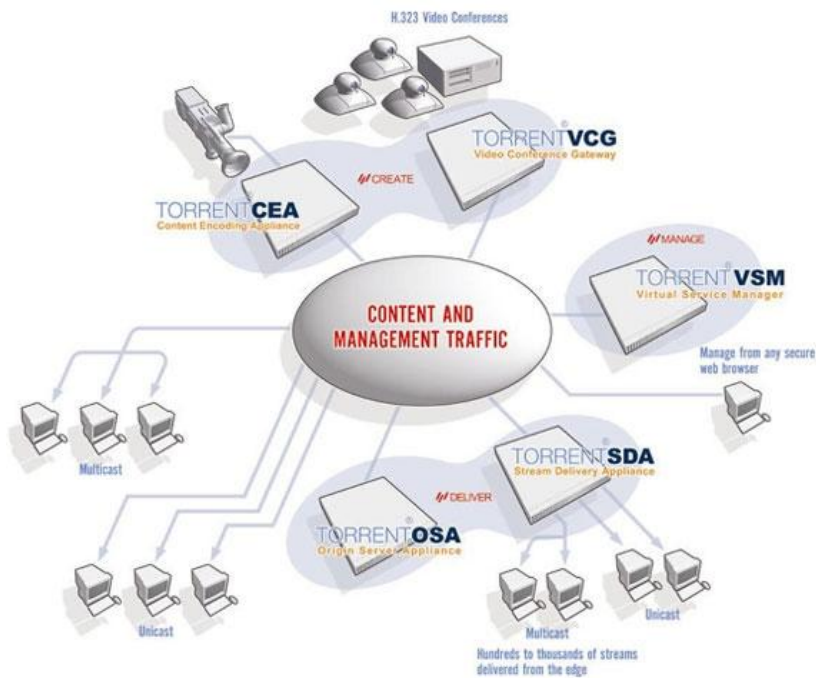
Desktop-videoneuvottelussa yhteys muodostetaan tietokoneiden välille, jolloin kuvan ja äänen välittämiseen tarvitaan kamera, mikrofoni ja kaiuttimet. Yhteyden muodostaminen edellyttää tietokoneeseen asennettavaa koodekkikorttia tai ohjelmistokoodekkia. (Ranta 2007.)



KUVIO 3. Desktop-videoneuvottelu (Ranta 2007)

2.2.4 Suoratoisto

Suoratoisto-, eli broadcasting-tekniikoita käytetään suurten tilaisuuksien tai seminaarien lähettämiseen verkossa reaaliaikaisina. Suoratoistoa varten tarvitaan suoratoistopalvelinohjelmisto. Suoratoistotiedosto pystytään koodaamaan useampaa kaistanleveyttä varten. (Ranta 2007.)



KUVIO 4. Suoratoisto (Ranta 2007)

2.3 Historia

Videoneuvottelutekniikan historia johtaa 1960-luvulle, jolloin AT&T esitteli Picturphone-tuotteen. Se ei kuitenkaan koskaan menestynyt, koska 160 dollarin kuukausihinta oli kuluttajille liian kallis. (Roberts 2004.)

Videoneuvottelutekniikan kaupalliset mahdollisuudet huomattiin kun Ericsson suoritti ensimmäisen mannerten välisen videopuheludemonstraation. Pian tämän jälkeen muut yritykset alkoivat kehittää erilaisia videoneuvottelutekniikoita ja kehitystyön seurauksena syntyi edistyneempiä tekniikoita kuten Network Video Protocol vuonna 1976 ja Packet Video Protocol vuonna 1981. Kumpaakaan näistä ei kui-

tenkaan julkaistu kaupalliseen käyttöön, vaan ne jäivät kehitykseen tai yritysten sisäiseen käyttöön. (Roberts 2004.)

1976 Nippon Telegraph and Telephone Corporation -yhtiö avasi videoneuvotteluyhteyden Tokion ja Osakan välille yrityskäyttöä varten (Roberts 2004).

1982 IBM Japan avasi yrityksen sisäisen videoneuvotteluyhteyden Yhdysvaltoihin viikoittaisia kokouksia varten (Roberts 2004).

1982 Compression Labs -yritys julkaisi valtavan ja runsaasti resursseja kuluttavan videoneuvottelujärjestelmänsä. Laitteiston hinta oli 250 000 dollaria ja linjojen käyttövuokrausmaksu oli 1 000 dollaria tuntia kohden. Se oli tuohon aikaan ainoa kuluttajille saatavilla oleva videoneuvottelujärjestelmä. Tähän aikaan oli myös muita videoneuvottelujärjestelmiä, mutta niitä ei kuitenkaan ollut kehitetty kaupallisiin tarkoituksiin. Esimerkiksi vuonna 1984 Yhdysvaltain armeijalla oli käytössään Datapoint-yhtiön kehittämä Datapoint MINX -videoneuvottelujärjestelmä. (Roberts 2004.)

1986 Picture Tell -yritys julkaisi toisen kuluttajille suunnatun videoneuvottelujärjestelmän. Sen hinta oli 80 000 dollaria ja linjojen käyttömaksu oli 100 dollaria tuntia kohden. (Roberts 2004.)

1991 IBM esitteli PicTel-järjestelmän, joka oli ensimmäinen PC-pohjainen videoneuvottelujärjestelmä (Roberts 2004).

1992 Macintosh-pohjainen CU-SeeMe-järjestelmä kehitettiin. Se oli aikansa laadukkain videoneuvottelujärjestelmä, vaikka ensimmäisessä versiossa ei ollut tukea äänelle. Vuotta myöhemmin CU-SeeMe-järjestelmään lisättiin multipoint-ominaisuus, joka mahdollisti monen käyttäjän osallistumisen samaan neuvotteluun. Vuonna 1994 CU-SeeMe-järjestelmään lisättiin tuki audiolle. CU-SeeMe-järjestelmän ensimmäinen Windows-versio julkaistiin vuonna 1994 ilman äänitukea ja seuraavana vuonna äänituen kanssa. (Roberts 2004.)

1992 AT&T julkaisi kotikäyttöön tarkoitettua videopuhelinta, joka maksoi 1 500 dollaria. Samana vuonna lähetettiin maailman ensimmäinen audiolla tuettu julkinen videoneuvottelulähetys kun INRIA:n videoneuvottelujärjestelmä julkistettiin. Kyseisenä vuonna videoneuvottelu teki läpimurron, joka johti lopulta videoneuvottelujärjestelmän standardien kehittämiseen vuonna 1996 ITU:n (The International Telecommunications Union) toimesta. (Roberts 2004.)

1996 ITU julkaisi ensimmäisen videoneuvottelustandardin, H.263:n, joka vähensi kaistankäyttöä alhaisilla bittinopeusyhteyksillä. Samana vuonna kehitettiin H.323-standardi pakettipohjaisia multimediasyhteyksiä varten. (Roberts 2004.)

Vuonna 1999 Moving Picture Experts Group kehitti MPEG-4-standardin, josta muodostui ISO-standardi multimediasisältöä koskien (Roberts 2004).

Vuonna 1993 VocalChat Novell IPX esitteli videoneuvottelujärjestelmänsä, mutta sen tuotanto loppui nopeasti (Roberts 2004).

Vuonna 1996 Microsoft julkaisi NetMeeting-videoneuvottelujärjestelmän. Ensimmäisessä versiossa ei ollut tukea videolle, mutta samana vuonna myöhemmin ilmestyneeseen versioon oli lisätty videotuki. Samaan aikaan VocalTec-yhtiön Windows-pohjainen Internet Phone v4.0 julkaistiin. (Roberts 2004.)

The Virtual Room Videoconferencing System -projekti aloitettiin vuonna 1997 Caltech-CERN:n toimesta. Järjestelmä kehitettiin erityisesti Large Hadron Collider -projektin tutkijoita varten Yhdysvalloissa ja Euroopassa. (Roberts 2004.)

1998 Cornellin Yliopiston kehittäjäryhmä julkaisi CU-SeeMe-järjestelmän 1.0-version, joka oli yhteensopiva sekä Windows- että Macintosh-järjestelmään. Se oli ensimmäinen pc-pohjainen versio, joka mahdollisti värillisen videon lähettämisen. (Roberts 2004.)

1999 SIP (Session Initiation Protocol) julkaistiin MMUSIC-työryhmän toimesta. SIP-protokolla osoittautui joissakin asioissa hyödyllisemmäksi kuin vanhempi

H.323-protokolla ja hetkessä siitä tuli lähes yhtä suosittu kuin H.323-protokollasta. Samana vuonna Netmeeting- ja iVisit-järjestelmistä julkaistiin uudet versiot kuten myös MPEG-4- ja H.323-standardeista. Myös Media Gateway Control -protokolla julkaistiin. PSInet oli ensimmäinen yritys, joka otti käyttöön automatisoidut monipistepalvelut. (Roberts 2004.)

Vuonna 2000 sekä SIP-, että H.323-protokollista julkaistiin uudet versiot. Samsung julkaisi ensimmäisen 3G-matkapuhelimen, joka mahdollisti MPEG-4-videon suoratoiston. (Roberts 2004.)

2001 julkaistiin Microsoft Windows XP Messenger -pikaviestinohjelma, joka tuki SIP-protokollaa. Samana vuonna suoritettiin maailman ensimmäinen mannertenvälinen kirurginen toimenpide, jossa hyödynnettiin videoneuvottelujärjestelmää. Tämä oli yksi vakuuttavimmista ei-kaupallisista näytöistä videoneuvottelun historiassa ja se herätti sekä lääketieteellisen yhteisön että suuren yleisön mielenkiinnon videoneuvottelujärjestelmää kohtaan. (Roberts 2004.)

2001 televisiotoimittajat alkoivat käyttää siirrettäviä satelliitteja ja videopuhelimia lähettääkseen suoraa kuvaa Afganistanista sodan aikana (Roberts 2004).

2003 ITU-T H.264 -protokolla julkaistiin ja videoneuvottelu yleistyi etäopetuksessa videon kuvanlaadun parannuttua ja viiveen vähennyttyä (Roberts 2004).

2004 Applied Global Technologies kehitti ääniohjatun kameran, joka jäljittää puhujan äänen keskittääkseen kameran kuvan puhujaan. Samana vuonna Linux:lle julkaistiin H.323-protokollaa tukeva GnomeMeeting-järjestelmä, joka on ilmainen ja yhteensopiva Microsoft NetMeeting -järjestelmän kanssa. (Roberts 2004.)

2.4 Laitteisto

Päätepisteiden videoneuvottelulaitteisto koostuu videoneuvottelukodekista, kamerasta ja äänentoistolaitteistosta. Päätepisteiden välillä videoneuvottelulaitteistoon saattaa kuulua monipistesilta ja gatekeeper-laite.

2.4.1 Koodekki, kamera ja ääni

Koodekki on videoneuvottelun keskusyksikkö, joka muuntaa ja pakkaa kuva- ja äänisignaalit digitaaliseksi datasiinaaliksi, joka lähetetään vastaanottajalle. Vastaanottajan koodekki muuntaa vastaanottamansa datasiinaalin takaisin näyttölaitteen tulkitsemaan muotoon, jolloin kuvainformaatio saadaan näkymään ja ääni kuulumaan vastaanottajan laitteistossa. Koodekki on erillinen laite, tietokoneeseen asennettu kortti tai ohjelmistokoodekki. (Ranta 2007.)

Videoneuvottelussa voidaan käyttää erillistä tai koodekkiin integroitua kameraa. Desktop-videoneuvottelussa käytetään tietokoneeseen liitettävää web- tai DV- eli videokameraa Firewire- tai USB-liitännän kautta. (Ranta 2007.)



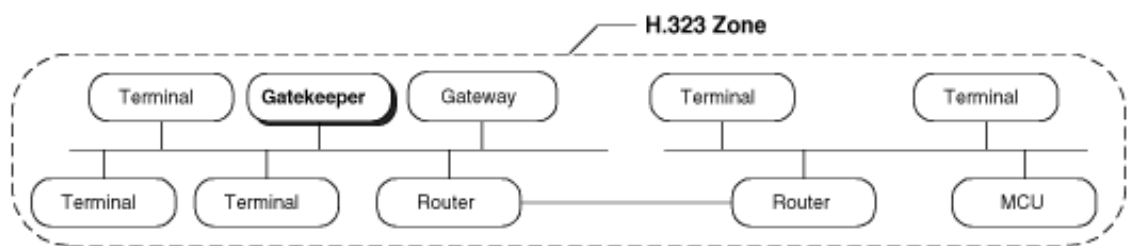
KUVIO 5. Videoneuvottelukodekki ja siihen integroitu kamera. (Ranta 2007)

Videoneuvottelussa voidaan käyttää pöytä-, käsi- tai solmiomikrofoneja. Äänentoistoon voidaan käyttää näyttölaitteen kaiuttimia tai tilan äänijärjestelmää. (Ranta 2007.)

2.4.2 Multipoint Control Unit

MCU-laitetta (Multipoint Control Unit) eli monipistesiltaa tarvitaan kun osanottajia on enemmän kuin kaksi. MCU voi olla integroitu videoneuvottelulaitteeseen, tai se voi olla palvelin pohjainen ohjelmisto- tai laitteistosilta. (Ranta 2007.)

2.4.3 Gatekeeper



KUVIO 6. H.323-alue (DataBeam 1998, 7)

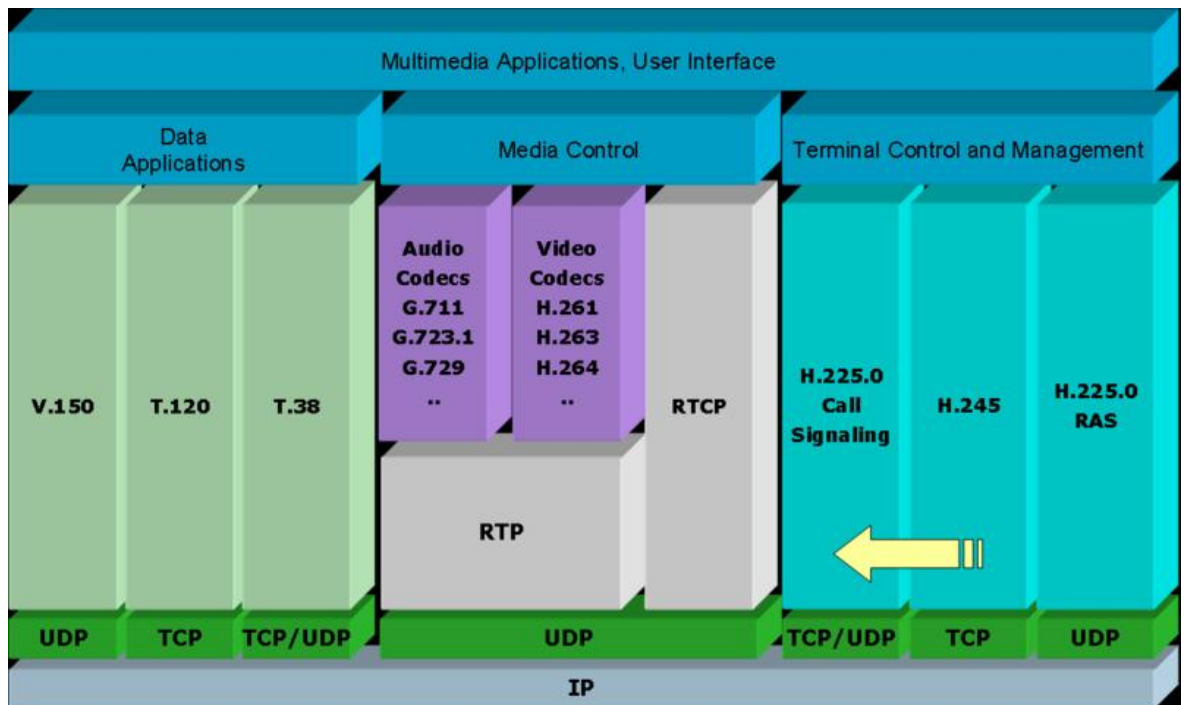
Gatekeeper hallitsee yhtä H.323-aluetta. Se voi olla sulautettuna muihin päätelaitteisiin, kuten terminaaleihin, monipistesiltaan tai gateway-laitteeseen. Päätelaitteet rekisteröityvät gatekeeper-laitteelle ja se huolehtii puheluiden välittämisestä sekä kerää tietoa alueensa puheluista. Yhteydet toimivat myös ilman gatekeeper-laitteistoa. (Talaskivi 2003.)

2.5 Standardit

Videoneuvottelulaitteet käyttävät datan, kuvan ja äänensiirtoon joko H.323-standardikokoelmaa tai SIP-protokollaa. SIP-protokolla on avoimempi ja joustavampi, tästä syystä se on pääosin syrjäyttänyt H.323-standardin.

2.5.1 ITU-T H.323

ITU-T H.323 -standardi luo pohjan reaaliaikaisen äänen, videon ja datan siirtoon pakettipohjaisissa tietoverkoissa, jotka eivät pysty takaamaan tietoliikenteen luokitte-
 telua ja priorisointia (QOS, Quality Of Service). Käyttämällä H.323-standardin mu-
 kaisia suosituksia H.323-laitteet pystyvät kommunikoimaan päästä päähän, yksit-
 täisessä verkkosegmentissä tai Internetin välityksellä. Standardin ensimmäinen
 versio ilmestyi vuonna 1996 ja kuudes versio vuonna 2006. H.323-järjestelmän
 komponentteihin kuuluvat terminaali, yhdyskäytävä, gatekeeper, monipistekontrol-
 leri, monipisteprosessori ja monipistekontrolliyksikkö. (ITU-T 2006.)



KUVIO 7. H.323-protokollapino (Jones 2007, 7)

TAULUKKO 1. H.323-protokollapino

H.225	Määrittelee kuinka audio-, video-, data- ja hallinnointidataa voidaan hallita vuorovaikutteisissa palveluissa H.323-laitteistolla. H.225-protokollalla on kaksi merkittävää osaa: Yhteyden hallinta ja RAS (Registration, Admission and Status). (Protocolbase.net 2007.)
H.245	Määrittelee viestit mediavirran kanavien avaamiseen ja sulkemiseen (Protocolbase.net 2007).
H.261 H.263 H.264	Määrittelee videotietovirran kuljetusta varten käyttäen RTP-protokollaa (Real-Time Transport Protocol) (Protocolbase.net 2007).
RAS	RAS (Registration, Admission and Status) on hallintaprotokolla pääte-pisteiden ja gatekeeper-järjestelmien välillä. RAS-protokollaa käytetään rekisteröintiin, sisäänpääsyn hallintaan, kaistanleveyden vaihteluihin, aliohjelmien irrottautumiseen pääte- ja gatekeeper-laitteiden välillä. (Protocolbase.net 2007.)
T.120	T.120 on sarja kommunikaatio- ja sovellusprotokollia, jotka ovat suunniteltu monipistevideoneuvottelua ja reaaliaikaista yhteydenpitoa varten. Protokollat mahdollistavat datan lähettämisen ja vastaanottamisen sekä tiedostojen jaon. (NetworkDictionary 2010.)

2.5.2 SIP

SIP (Session Initiation Protocol) on IETF MMUSIC -työryhmän kehittämä protokolla. Se kehitettiin videota, ääntä ja pikaviestinomaisuuksia sisältävien interaktiivisten istuntojen avaamiseen, muokkaamiseen ja lopettamiseen. Ensimmäinen versio julkaistiin vuonna 1996 ja tuorein versio julkaistiin vuonna 2002. (Voip Think [Viitattu 23.2.2010].)

SIP-protokollan päätarkoitus on luoda yhteys kahden multimedialaitteen välille. Yhteyden muodostaminen on mahdollista RTP/RTCP- ja SDP-protokollien avulla. RTP-protokollaa (Real-Time Transport Protocol) käytetään äänidatan reaaliaikaiseen kuljettamiseen, kun taas SDP-protokollaa (Session Description Protocol) käytetään laitteiden keskinäiseen viestimiseen osapuolien kapasiteetista ja koodifikaatiotyypistä. (Voip Think [Viitattu 23.2.2010].)

SIP on suunniteltu noudattamaan Internet-mallia. Se on päästä päähän suuntautunut signaalointi-protokolla, jossa SIP-viestien reitittämistä lukuun ottamatta kaikki logiikka sijaitsee päätelaitteissa. Yhteyden tila on tallennettu päätelaitteisiin, joten verkkoyhteys on hyvin skaalautuva. Lähetettyjen viestien määrä on korkea, koska ne lähetetään päästä päähän. (Voip Think [Viitattu 23.2.2010].)

SIP on sovellustason hallinnointiprotokolla ja signaalointiprotokolla Internetin puhelinpalveluja varten. SIP pystyy muodostamaan istuntoja ja videoneuvotteluja sekä välittämään puheluita IP-verkkoyhteyden läpi. SIP perustuu pyyntö- ja vastausviesteihin ja se käyttää uudelleen monia käsitteitä aikaisimmista standardeista, kuten HTTP (Hypertext Transfer Protocol) ja SMTP (Simple Mail Transfer Protocol). (Voip Think [Viitattu 23.2.2010].)

SIP on mahdollistanut internet-neuvottelut, IP-puhelintekniikan, pikaviestinnän, ääni- ja videoviestinnän, tiedostojen siirtämisen sekä lukuisat muut palvelut. SIP-protokolla on tekstipohjainen, erittäin avoin ja joustava. Tästä syystä se on pääosin syrjäyttänyt H.323-standardin. (3CX Ltd. 2009.)

2.6 Tietoturva

Tietoturva on tärkeä videoneuvottelun osa-alue, koska neuvottelut sisältävät usein luottamuksellisia kokousasioita. Tietoturvaan kuuluu käyttäjän tunnistus, tietojen salaus, palomuri, Network Address Translation- ja Virtual Private Network -tekniikat.

2.6.1 Yleistä

Videoliikenteen yhdistyminen IP-verkkoon on siirtänyt videoneuvottelun hallinnan verkonhallintatyöntekijöiden vastuulle ja herättänyt mielenkiintoa tietoturvan ylläpidon näkökulmasta (Weinstein 2006, 4).

Tietoturvarikkomuksista suurin osa tulee todennäköisemmin sisäisistä kuin ulkoisista lähteistä. Tämän vuoksi verkon suojaaminen pelkästään ulkopuolisilta tunkeutujilta ei riitä. Luottamuksellisia kokousasioita sisältävät videoneuvottelut ovat aiheuttaa uuden huolen verkonhallintatyöntekijöille. (Weinstein 2006, 4.)

2.6.2 Käyttäjän tunnistus

Käyttäjän identiteetin tarkistuksen päätarkoitus on varmistaa, että järjestelmältä käyttöoikeuksia pyytävä henkilö on oikeasti oikeutettu niihin. Käyttäjän todennus ja tämän oikeudet päästä järjestelmään fyysisesti käsiksi voidaan todeta salasanan, fyysisen merkin tai ominaisuuden avulla. Fyysinen merkki voi olla esimerkiksi kulkukortti tai käyttäjän fyysinen ominaisuus, kuten sormenjälki tai puheääni. (Weinstein 2006, 5.)

2.6.3 Salaus

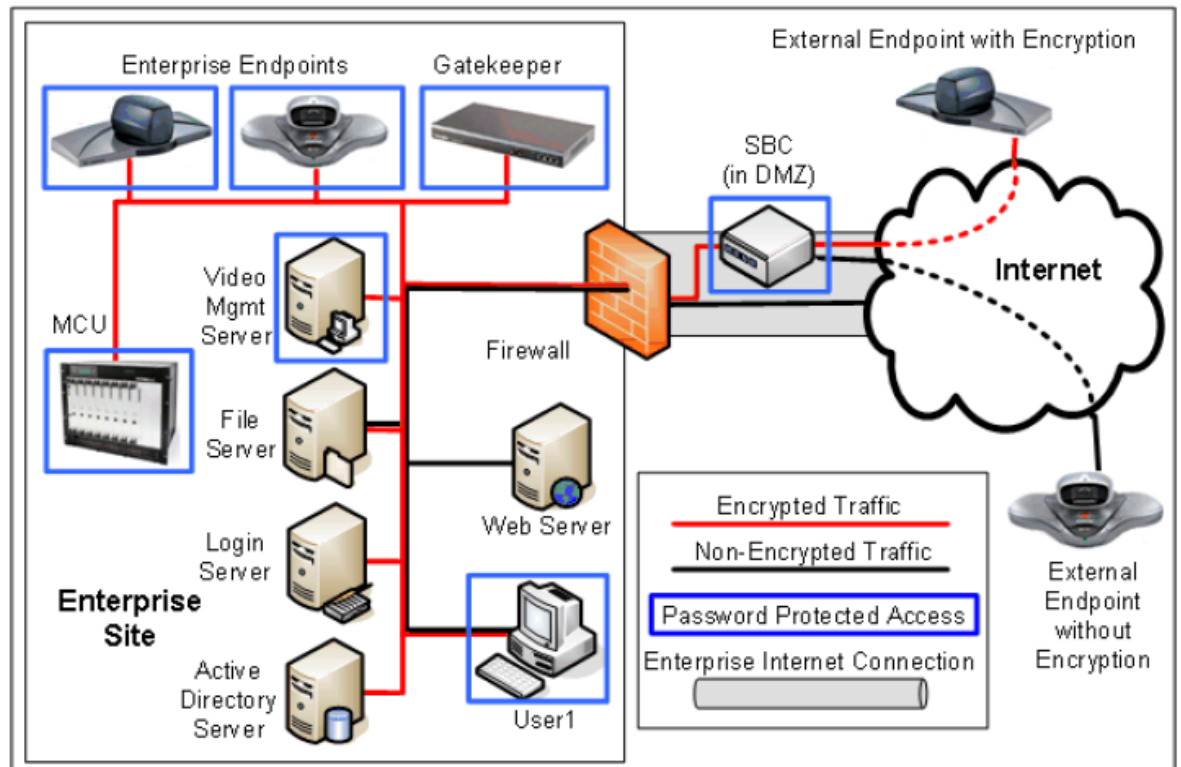
Kaikkiin edellä mainittuihin käyttäjän tunnistuskeinoihin liittyy tiedon lähettäminen asiakaspääteeltä todennuspalvelimelle. Valitettavasti tieto lähetetään monesti selvänä tekstinä ilman salausta, joten tietojen kaappaaminen lähetyksen aikana on mahdollista. Riski salasanojen salakuunteluun on erityisen korkea HTTP/verkkopohjaisissa sovelluksissa ja järjestelmissä. Yleisimmät keinot salasanojen suojaamiseen lähetyksen aikana ovat salaus ja challenge-response-todennus. On tärkeää ettei salasanoja lähetetä selkokielenä tekstinä. Tietokantaan tallennettujen salasanojen pitäisi myös olla salattuja, etteivät järjestelmänvalvojat pääse helposti näkemään niitä. (Weinstein 2006, 5.)

Tiedon salauksella tarkoitetaan tiedon muuttamista sekoitettuun muotoon, mikä tehokkaasti naamioi sen estäen luvattoman katsomisen. Jokainen salausmuoto käyttää jotain tarkasti määriteltyä algoritmia, joka käännetään informaation vastaanottavassa päässä vasta-algoritmin toimesta. (Lammle 2007, 873.)

Kaikki salausmenetelmät käyttävät algoritmeja. Turvallisuus muodostuu avainnumerosta, joka syötetään algoritmille kertomaan kuinka data salataan. Yleisesti käytetty salausmenetelmä kommunikaatioteknologiassa on DES (Data Encryption Standard). DES salaa datan 56-bittisellä avaimella. 3DES (Triple DES) on kehitetyneempi salausmenetelmä kuin DES, koska se toimii 112-bittisellä salausavaimella. Tehokkain salausmenetelmä on AES (Advanced Encryption Standard), joka toimii 128-, 192- tai 256-bittisellä salausavaimella. (Tandberg 2005, 2.)

2.6.4 Palomuri

Ulkoisten käyttäjien luvaton pääsy verkkoon toteutetaan monessa tapauksessa yhdellä tai useammalla palomuurilla, jotka suodattavat liikennettä sisäisen ja ulkoisen verkon välillä (Weinstein 2006, 7).



KUVIO 8. Esimerkki tietoturvallisesta videoneuvottelujärjestelmätoteutuksesta (Weinstein 2006, 11)

2.6.5 NAT

Palomuurin lisäksi monet organisaatiot käyttävät hyväkseen NAT-tekniikkaa (Network Address Translation) eli osoitteenmuutosta, joka sallii usean käyttäjän tai laitteen pääsyn Internetiin yhdellä IP-osoitteella. Tämä keino piilottaa tehokkaasti käyttäjän paikallisen IP-osoitteen ulkopuolisilta käyttäjiltä. (Weinstein 2006, 7.)

Palomuurit ja osoitteenmuutos estävät luvattomia käyttäjiä ottamasta yhteyttä organisaatioiden videoneuvottelujärjestelmiin. Valitettavasti ne voivat vaikeuttaa luvallisten yhteyksien ottoa sisäisen ja ulkoisen järjestelmän välillä. (Weinstein 2006, 7.)

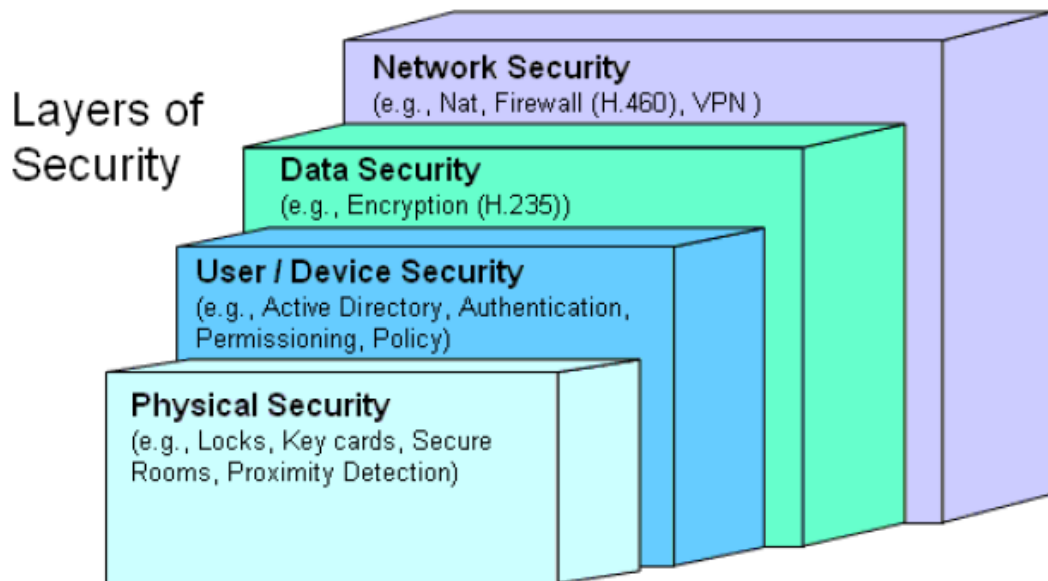
2.6.6 VPN

VPN (Virtual Private Network) mahdollistaa yksityisten ja suojattujen verkkoyhteyksien muodostamisen Internetin lävitse. Etäkäyttäjät käyttävät niitä luoden yksityisen yhteyden julkisen verkon lävitse. VPN voidaan jakaa kolmeen kategoriaan. (Lamle 2007, 825.)

Remote access. Sallii etäkäyttäjän, kuten etätyöntekijän turvallisen pääsyn yrityksen verkkoon milloin ja mistä tahansa (Lamle 2007, 825).

Site to site. Tunnetaan myös nimellä Intranet VPN. Sallii etäpisteiden muodostaa yhteyden yrityksen runkoverkkoon turvallisesti (Lamle 2007, 825).

Extranet. Sallii yrityksen yhteistyökumppaneiden ja asiakkaiden muodostavan yhteyden yrityksen verkon tiettyihin resursseihin (Lamle 2007, 826).



KUVIO 9. Tietoturvan tasot (Weinstein 2006, 7)

3 HIGH DEFINITION -VIDEONEUVOTTELUTEKNIikka

3.1 Liikkuvan kuvan näyttö- ja lähetystavat

Liikkuvan kuvan näyttö- ja lähetystapoja on kaksi, jotka ovat lomitettu ja lomittamaton, eli progressiivinen kuva. Lomitettu kuva on kehitetty alun perin kuvaputkitelevisioille ja -näytöille, kun taas progressiivinen kuva on kehitetty LCD-näytöille ja -televisioille.

3.1.1 Interlacing, lomitettu kuva

Lomitetulla kuvalla pystytään kaksinkertaistamaan videon virkistystaajuus kuvaamalla vuorottain parittomia ja parillisia vaakaviivoja. Virkistystaajuuden kaksinkertaistamisen myötä kuva pyörii vähemmän nykien, mutta ongelmana on kuvan resoluution pienentyminen ja liikkuvassa kuvassa näkyvät sahalaidat, jotka voi huomata kun kuva liikkuu nopeasti ja kun sitä katsotaan progressiivisella näyttölaitteella. Lomitetun kuvan optimaalista toistamista varten tarvitaan lomitettu näyttölaitte, kuten kuvaputkitelevisio. Tietokoneiden näytöt ja LCD-televisiot ovat progressiivisiä, joten lomitetun kuvan toistamiseksi kuva muutetaan progressiiviseksi algoritmeilla. (AfterDawn 2010.)

Kuvan lomittaminen kehitettiin säästämään lähetyksen kaistanleveyttä eli verkkoyhteyden datan määrän kapasiteettia (Polycom 2005, 3).



KUVIO 10. Lomitettu kuva koostuu kahdesta kentästä. (Telestream 2003, 1)

3.1.2 Progressive scan, lomittamaton kuva

Lomittamaton kuva on lomitettun kuvan vastakohta, missä jokainen kuva lähetetään tai siirretään kokonaisuudessaan yhtenä kuvana. Suurin osa tietokoneella katsottavasta videomateriaalista on progressiivista, koska lomitettun kuvan tallentaminen ja pakkaaminen on vaikeampaa. (AfterDawn 2010.)

Progressiivinen kuva parantaa kuvan laatua yli 27" näytöillä. Progressiivinen kuvaformaatti yhdistää 480 uniikkia linjaa kuvainformaatiosta yhdeksi kuvaksi ja korjaa kuvanlaatua automaattisesti. Tämä tekniikka vähentää kuvien rosoisuutta ja tasoittaa liikettä suuremmilla näytöillä. (Polycom 2005, 3.)

3.2 Standard Definition -kuvaformaatit

Standard Definition tarkoittaa tavallisen television näyttöresoluutioita ja virkistystaajuuksia. SD-resoluutioita ovat 480i, 480p30, 576i ja 576p25. Lyhenteen ensimmäinen numero tarkoittaa pystysuunnassa toistettavien juovien lukumäärää, kirjain ilmaisee kuvan näyttötavan ja viimeinen numero osoittaa virkistystaajuuden.

3.2.1 480i

480i on videotila, joka toistaa pystysuunnassa 480 juovaa lomitettuna, mikä ilmenee numerosarjan perässä olevasta kirjaimesta i, interlaced. Yleisesti vaakasuunnassa olevia viivoja on 640, joten kuvasuhde on 4:3. Virkistystaajuus on 60 hertsiä. (AfterDawn 2010.)

3.2.2 480p

480p on videotila, joka toistaa pystysuunnassa 480 juovaa progressiivisena, eli lomittamattomana, jokainen kuva siis siirretään kokonaisuudessaan yhtenä kuva-

na. Tämä ilmenee numerosarjan perässä olevasta kirjaimesta p, progressive tai progressive scan. Kuvanopeus, joka tässä on sama kuin virkistystaajuus, on yleensä 30 kuvaa sekunnissa (fps, frames per second) tai 60 fps. Tämä voidaan merkitä nimen yhteyteen seuraavasti: 480p30 tai 480p60. (AfterDawn 2010.)

3.2.3 576i

576i on videotila, joka toistaa pystysuunnassa 576 juovaa. Yleisesti vaakasuunnassa viivoja on 720 ja kuvasuhde on 4:3. Virkistystaajuus on joko 50 tai 60 hertsiä. 720x576-resoluutio on PAL-standardin mukainen analogisten TV-lähetysten kuvamuoto. Tätä käytetään myös DVB-lähetyksissä (Digital Video Broadcasting), eli digi-tv-lähetyksissä. (AfterDawn 2010.)

3.2.4 576p

576p on videotila, joka toistaa pystysuunnassa 576 juovaa progressiivisena. Yleisesti vaakasuuntaisia viivoja on 720 ja kuvasuhde on 4:3. Kuvanopeus, joka on tässä sama kuin virkistystaajuus on joko 25 fps tai 50 fps. PAL-maissa 576p25 lasketaan SDTV-tasoiseksi signaaliksi, ja 576p50 lasketaan paranneltuun EDTV-kategoriaan. EDTV (Enchanted Definition Television) mahdollistaa paremman kuvanlaadun kuin SDTV-televisiolähetykset tai DVD-elokuvat, mutta se ei kuitenkaan ole HDTV:n tasoinen. EDTV-formaattia käytetään muun muassa Nintendon Wii-pelikonsolissa. (AfterDawn 2010.)

3.3 High Definition -kuvaformaattit

High Definition eli teräväpiirtokuvassa on käytössä korkeammat resoluutiot kuin Standard Definition -kuvassa. HD-resoluutioita ovat: 1080p, 1080i ja 720p.

3.3.1 720i

720i on yksi teräväpiirto- eli HDTV-lähetyksissä käytettävistä videotiloista, mutta vain teoriassa, koska 720i-lähetyksiä ei todellisuudessa ole missään käytössä. Video on lomitetussa muodossa ja sen resoluutio on 1280x720. (AfterDawn 2010.)

3.3.2 720p

720p on yksi teräväpiirto- eli HDTV-lähetyksissä käytettävistä videotiloista, jossa kuva on lomittamattomassa muodossa. Resoluutio on 1280x720. (AfterDawn 2010.)

3.3.3 1080i

1080i on lomitettu videotila, jota käytetään HDTV:ssa. Resoluutio on 1920x1080 tai anamorfisessa tilassa 1440x1080. Anamorfinen filmaustekniikka tarkoittaa laajakuvaisten liikkuvien kuvien tallentamista 4:3 kuvasuhteeseen. (AfterDawn 2010.)

3.3.4 1080p

1080p on lomittamaton videotila, jota käytetään HDTV:ssa. Resoluutio on 1920x1080 tai anamorfisessa tilassa 1440x1080. (AfterDawn 2010.)

3.4 Standard Definition- ja High Definition -kuvaformaattien vertailu

Perinteisiä Standard Definition -televisioita on kahdenlaisia: NTSC TV ja PAL TV. NTSC TV on käytössä Pohjois-Amerikassa ja muutamassa muussa maassa. Se näyttää kuvia, jotka koostuvat 525 vaakasuuntaisesta linjasta ja toistavat 30 kuvaa

sekunnissa. PAL TV -järjestelmää käytetään muualla maailmassa, se näyttää 625 vaakasuuntaista linjaa ja toistaa 24 kuvaa sekunnissa. (AfterDawn 2010.)

High Definition -video käyttää 1080i-, 1080p- tai 720p-resoluutiota (Polycom 2005, 3).

TAULUKKO 2. High Definition -formaattit (Polycom 2005, 3)

Formaatti	Kehysnopeus (FPS)	Kuvasuhde
720p	24	16:9
720p	30	16:9
720p	60	16:9
1080i	30	16:9
1080p	24	16:9
1080p	30	16:9

HD-formaatit tuottavat enemmän visuaalista informaatiota kuin SD-formaatit. Jos näyttöresoluutiot käännetään pikseleiksi, niin nähdään että HD-formaatit tuottavat vähintään neljä kertaa enemmän visuaalista informaatiota kuin 480i-formaatti. (Polycom 2005, 4.)

TAULUKKO 3. Yleisten kuvaformaattien resoluutio pikseleissä (Polycom 2005, 4)

Formaatti	Pikselimäärä (16:9 kuvasuhteella)	Pikselimäärä (4:3 kuvasuhteella)
1080p	2 073 600 (1920 x 1080)	1 576 800 (1460 x 1080)
1080i	1 036 800 (1920 x 540)	788 400 (1460 x 540)
720p	921 600 (1280 x 720)	691 200 (960 x 720)
480p	412 800 (860 x 480)	307 200 (640 x 480)
480i	206 400 (860 x 240)	153 600 (640 x 240)

3.5 High Definition -videoneuvottelun videostandardit

Ennen teräväpiirtoaikaa videoneuvotteludata käännettiin CIF-standardin (Common Interchange Format) mukaan. ITU-T (International Telecommunications Union - Telecommunication Standardization Factor) kehitti käytettävät H.261- ja H.263-

videostandardit. H.261-standardin yhteyteen määriteltiin ainoastaan QCIF- (Quarter CIF) ja CIF-formaatit. QCIF-formaattia käytettiin ainoastaan videoneuvotteluis-
sa, joissa käytettiin alhaisimpia tiedonsiirtonopeuksia (64 Kbps ja alle). 4CIF- ja
16CIF-formaatit julkaistiin H.263-videostandardin yhteydessä. Tuon ajan kaistan-
leveyden ja teknisten rajoitusten vuoksi CIF- ja 4CIF-formaattia käytettiin yleisim-
min. (Polycom 2005, 4.)

TAULUKKO 4. H.261- ja H.263-standardeja vastaavat resoluutiot (Polycom 2005, 4)

Formaatti	Kehysnopeus (FPS)	Resoluutio - PAL	Resoluutio - NTSC	Kuvasuhde
QCIF	30	176x144	176x120	4:3
CIF	30	352x288	352x240	4:3
4CIF	30	708x576	708x480	4:3
16CIF	30	1408x1152	1408x960	4:3

ITU-T julkaisi vuonna 2003 H.264-videostandardin, joka vähentää videotiedoston
kokoa niin, että se pystytään lähettämään hitaamman verkkoyhteyden kautta. ITU-
T suosittelee H.264-videostandardia HD-videoneuvotteluun, koska se takaa hyvän
kuvanlaadun hitaammillakin verkkoyhteyksillä. H.264 on myös HD-DVD-
formaatisissa (High Definition DVD) käytettävä standardi. (Polycom 2005, 4.)

TAULUKKO 5. H.264-standardin mukaiset SD- ja HD-resoluutiot (Polycom 2005, 5)

Formaatti	Kehysnopeus (FPS)	Resoluutio	SD/HD	Kuvasuhde
1080p	24, 30	1920x1080	HD	16:9
720p	24, 30, 60	1280x720	HD	16:9
480p	24, 30, 60	860x480	SD	16:9

Vaikka H.264 vaatiikin enemmän suoritustehoa kuin aikaisemmat H.26x-algoritmit,
niin se on kaksi kertaa tehokkaampi millä tahansa kaistanleveydellä kuin H.263-
standardi. Jotkin kehittyneet H.264-profiilit sisältävät myös automaattiset virheen-
salaamisalgoritmit interaktiivista videota varten, joten videokuva pyörii tasaisesti
korkealla laadulla vaikka verkko olisi ylikuormittunut tai epävakaa. (Polycom 2005,
5.)

3.6 High Definition -videoneuvottelun vaatimukset

Jotta HD-videoneuvottelun hyödyt saataisiin irti, vaaditaan kaikilta neuvotteluun osallistujilta HD-yhteensopiva laitteisto sekä vähintään 1 Mbps kaistanleveyttä. Optimaaliseen tulokseen, jossa käytetään laitteita lisämateriaalin näyttämiseen, suositellaan yli 2 Mbps:n kaistanleveyttä. Lisämateriaalia voidaan näyttää esimerkiksi PC:n, DVD:n tai korkearesoluutioisen dokumenttikameran kautta. Tietoverkon QOS (Quality of Service) vaaditaan takaamaan videoneuvottelun suorituskyky. (Polycom 2005, 5.)

HD-tasoisien kuvien lähettämiseen vaaditaan kamera, joka tukee teräväpiirtoa (vähintään 720p) 16:9 kuvasuhteella. Ihanteena olisi, että kamera tulisi samalta valmistajalta, joka on toimittanut päätelaitteen. (Polycom 2005, 5.)

HD-monitorin (LCD, Plasma tai DLP) täytyy myös tukea vähintään 720p-tarkkuutta. Lisäksi monitorin pitäisi tukea liitäntöjä, joka mahdollistaa High Definition -signaalit. Näitä liitäntöjä ovat DVI-I (Digital Visual Interface) tai YPrPb. (Polycom 2005, 5.)

Myös HDMI (High Definition Multimedia Interface) on teräväpiirtotasoisien signaalien liitäntä. Se on liitäntästandardi, joka on suunniteltu digitaalisen videon ja audion siirtämiseen. Standardiin sisältyy fyysinen liitin, kaapeli ja määrytykset miten tietoa laitteiden välillä siirretään. (AfterDawn 2010.)

Monipisteneuvotteluun, johon osallistuu useampi kuin kaksi osanottajaa vaaditaan HD-tekniikkaa tukeva MCU (Multipoint Control Unit). Sen täytyy tukea vähintään 720p-tarkkuutta ja pitää yllä vähintään 30 fps kuvanopeutta, jotta monipisteneuvottelussa välittyisi samantasoinen kuva kuin pelkästään kahden osanottajan välisessä neuvottelussa. MCU-laitteen täytyy olla H.264-standardipohjainen yhteensopivuuden ja skaalautuvuuden vuoksi. (Polycom 2005, 6.)

3.7 High Definition -videoneuvottelun hyödyt

Kirkas kuvanlaatu ja synkronoitu ääni minimaalisella latenssilla auttaa keskittymään. Ulkoneva 16:9 kuvasuhde tarjoaa suuremman esittelyperspektiivin, joka mahdollistaa useamman osanottajan samanaikaisen näyttämisen. (Polycom 2005.)

Korkeatasoisen sisällön kuten sormenjälkien, kaavioiden, karttojen tai kuvien lähettäminen erinomaisella kuvanlaadulla mahdollistaa sen, että työntekijät voivat luottaa yhteydenpitoon videoneuvottelujärjestelmän avulla. Esimerkiksi HD-videoneuvottelu mahdollistaa lääkärien tapaamisen sijainnista riippumatta ja he pystyvät käymään läpi tarpeeksi yksityiskohtaisia röntgenkuvia, magneettikuvia, ultraäänitutkimuksia ja sydänkäyriä tehdäkseen niihin liittyviä päätöksiä. Power-Point-esityksien, Flash-esityksien ja ohjelmistodemonstraation esitleminen on tehokkaampaa, kun näytöllä olevaa kuvamateriaalia voidaan lukea ilman silmien väsymistä. (Polycom 2005, 6.)

Johtopäätöksenä voidaan esittää, että HD-teknologia edistää videoneuvotteluyhteyden pitoa luoden siitä tehokkaan työkalun liiketoimintaan, etäoppimiskäyttöön, telelääketieteeseen ja erilaisille yhteisöille (Polycom 2005, 6).

3.8 Kaistanleveyksien vertailu

Kaistanleveyksiä mitattiin kolmessa eri olosuhteessa neljällä eri videoneuvottelulaitteistolla. Vaikka teräväpiirtotasoinen kuva sisältää huomattavasti enemmän kuvainformaatiota kuin Standard Definition -laatuinen kuva, niin se käyttää kuitenkin kaistanleveyttä huomattavasti vähemmän.

3.8.1 Laitteisto

Standard Definition- ja High Definition -videoneuvottelulaitteistojen kaistanleveyden käyttöä mitattiin käytännön olosuhteissa Seinäjoen Keskussairaalan tietoliikenneverkon läpi. Mittauksen tarkoituksena oli tutkia HD-tekniikan vaikutusta kaistanleveyden käyttöön.

Mittauksissa käytettiin neljää eri videoneuvottelulaitteistoa, jotka olivat LifeSize Express, Tandberg Edge 95 MXP, Polycom ViewStation ja Polycom VSX. LifeSize Express ja Tandberg Edge 95 MXP ovat HD-pohjaisia ja molemmat Polycom-laitteista ovat SD-pohjaisia videoneuvottelujärjestelmiä.

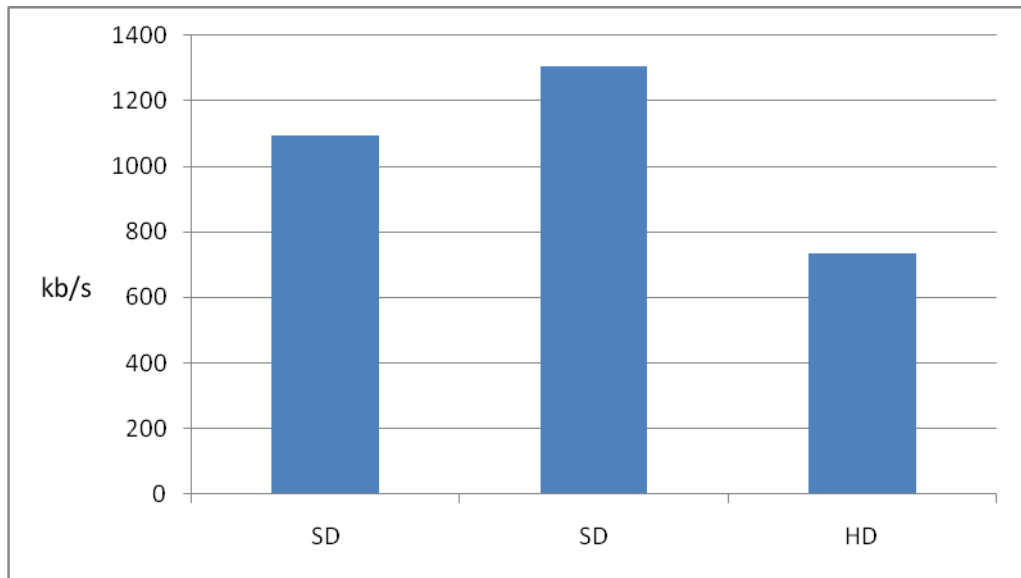
Kaistanleveyksiä mitattiin kolmella eri tavalla: Lähettämällä täysin paikallaan olevaa kuvaa, nauhoitettua PowerPoint-luentoa ja nauhoitettua liikkuvaa kuvaa. Nauhoitettu kuva lähetettiin liittämällä tietokone videoneuvottelujärjestelmään ja kaikilla laitteilla näytettiin sama nauhoitus. LifeSize Express HD -videoneuvottelujärjestelmä toimii kaikissa mittauksessa kuvaa lähettävänä laitteena. Kaikissa kolmessa olosuhteessa tehtiin 20 minuutin mittaus, joista kirjattiin kaistanleveyksien arvot kahden minuutin välein ylös. Lopputulokset ovat laskettuja keskiarvoja saaduista mittausarvoista. Mittaustyökaluna käytettiin LifeSize Express -videoneuvottelujärjestelmän sisäänrakennettua kaistanleveydenmittausohjelmissä.

3.8.2 Still-kuva

Still-kuva-mittauksessa lähetettiin täysin paikallaan olevaa kuvaa, lähettävänä päässä toimii Lifesize Express -videoneuvottelujärjestelmä.

TAULUKKO 6. Kaistanleveysmittaukset, still-kuva.

Vastaanottava laite	SD/HD	Koodekki	Kaistanleveys vastaanotettu	Kaistanleveys lähetetty	Kokonaiskaistanleveys
ViewStation FX	SD	H.263	917,7 kb/s	177,2 kb/s	1094,9 kb/s
VSX	SD	H.263+	1107 kb/s	200,3 kb/s	1307,3 kb/s
Tandberg	HD	H.264	76,1 kb/s	657,2 kb/s	733,3 kb/s



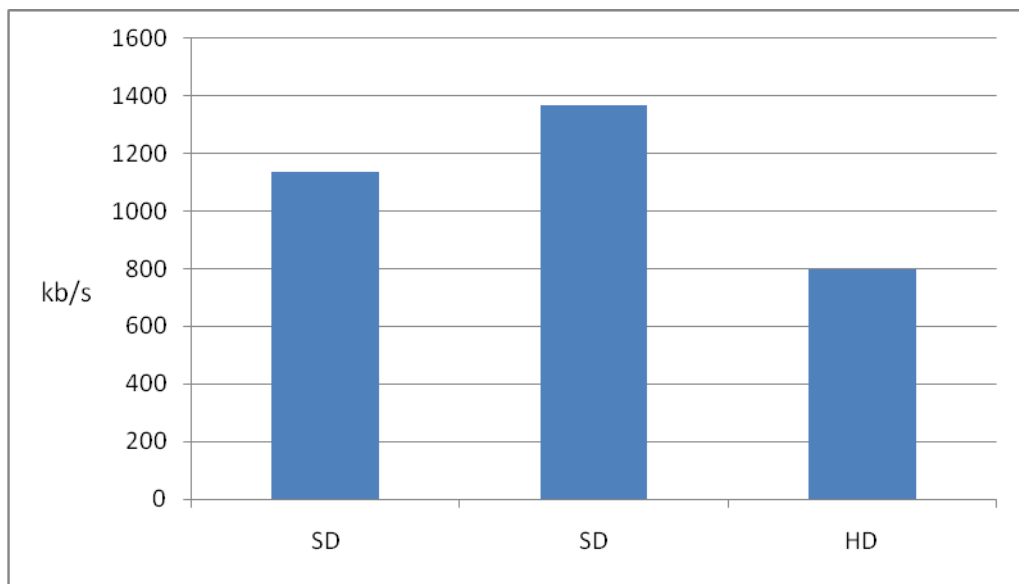
KUVIO 11. Kaistanleveysmittaukset, still-kuva

3.8.3 PowerPoint-esitys

PowerPoint-mittauksessa lähetettiin DVD:lle tallennettua lääketieteellistä luentoa vastaanottaviin päihin. Simulaatio toteutettiin, koska suuri osa videoneuvotteluluennoista perustuu PowerPoint-esitykseen. Kuvaa lähettävänä päässä toimi Lifesize Express -videoneuvottelujärjestelmä.

TAULUKKO 7. Kaistanleveysmittaukset, PowerPoint-esitys.

Vastaanottava laite	SD/HD	Koodekki	Kaistanleveys vastaanotettu	Kaistanleveys lähetetty	Kokonaiskaistanleveys
ViewStation FX	SD	H.263	889,4 kb/s	247,5 kb/s	1136,9 kb/s
VSX	SD	H.263+	1115,1 kb/s	254,3 kb/s	1369,4 kb/s
Tandberg	HD	H.264	113 kb/s	684 kb/s	797 kb/s



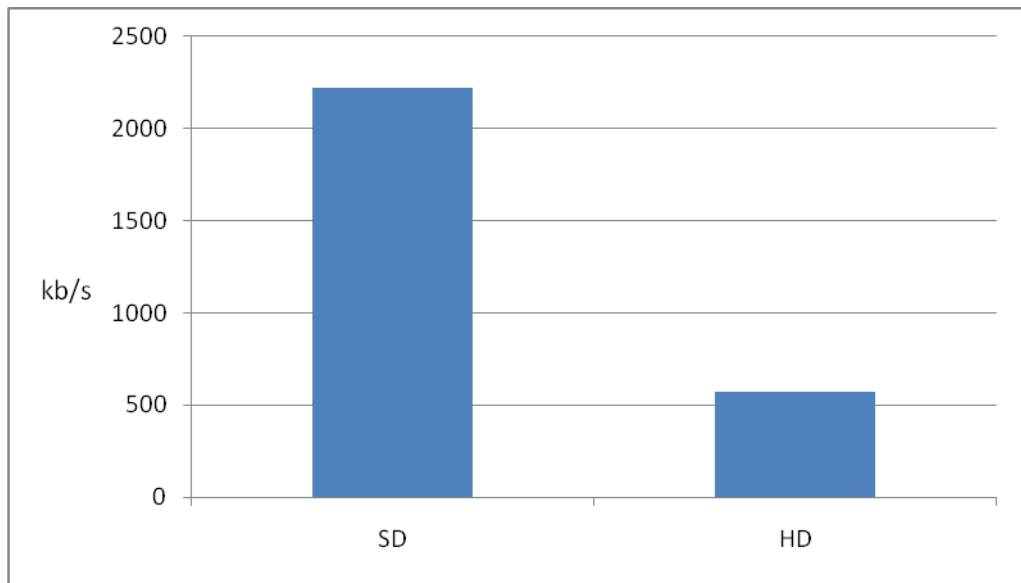
KUVIO 12. Kaistanleveysmittaukset, PowerPoint-esitys.

3.8.4 PowerPoint-esitys dual-videolla

PowerPoint-esityksen dual-video-mittauksessa käytettiin samaa DVD:lle tallennettua lääketieteellistä luentoa kuin edellisessä mittauksessa. Dual-video-mittauksessa lähetettiin kahta kuvaa samanaikaisesti, toinen kuva on kameran tuottama liikkumaton kuva ja toinen on tietokoneen kautta toistettu PowerPoint-luento. Testitapauksessa esitykselle on asetettu korkeampi prioriteetti kuin kameran lähettävälle kuvalle, jotta lähetettävä PowerPoint-esitys olisi mahdollisimman korkealaatuinen. Muita mittauksessa käytettäviä järjestelmiä vanhempi Polycom ViewStation FX -videoneuvottelujärjestelmä ei tue dual-video-ominaisuutta, joten se ei ole mukana tässä mittauksessa.

TAULUKKO 8. Kaistanleveysmittaukset, PowerPoint-esitys dual-videolla.

Vastaanottava laite	SD/HD	Koodekki	Kaistanleveys vastaanotettu	Kaistanleveys lähetetty	Kokonaiskaistanleveys
VSX	SD	H.263+	1127,3 kb/s	1090,4 kb/s	2217,7 kb/s
Tandberg	HD	H.264	73 kb/s	499,8 kb/s	572,8 kb/s



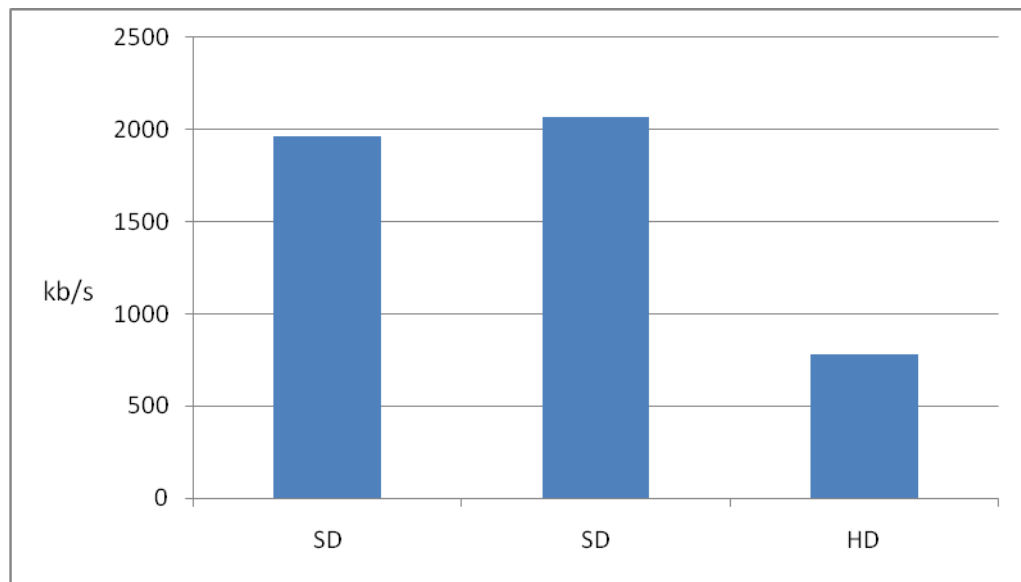
KUVIO 13. Kaistanleveysmittaukset, PowerPoint-esitys dual-videolla.

3.8.5 Liikkuva kuva

Liikkuvan kuvan mittauksessa käytettiin DVD:lle tallennettua, koko ajan liikkuvaa kuvaa.

TAULUKKO 9. Kaistanleveysmittaukset, liikkuva kuva.

Vastaanottava laite	SD/HD	Koodekki	Kaistanleveys vastaanotettu	Kaistanleveys lähetetty	Kokonaiskaistanleveys
ViewStation FX	SD	H.263	1085,9 kb/s	881 kb/s	1966,9 kb/s
VSX	SD	H.263+	1114,6 kb/s	952,7 kb/s	2067,3 kb/s
Tandberg	HD	H.264	113 kb/s	666,1 kb/s	779,1 kb/s



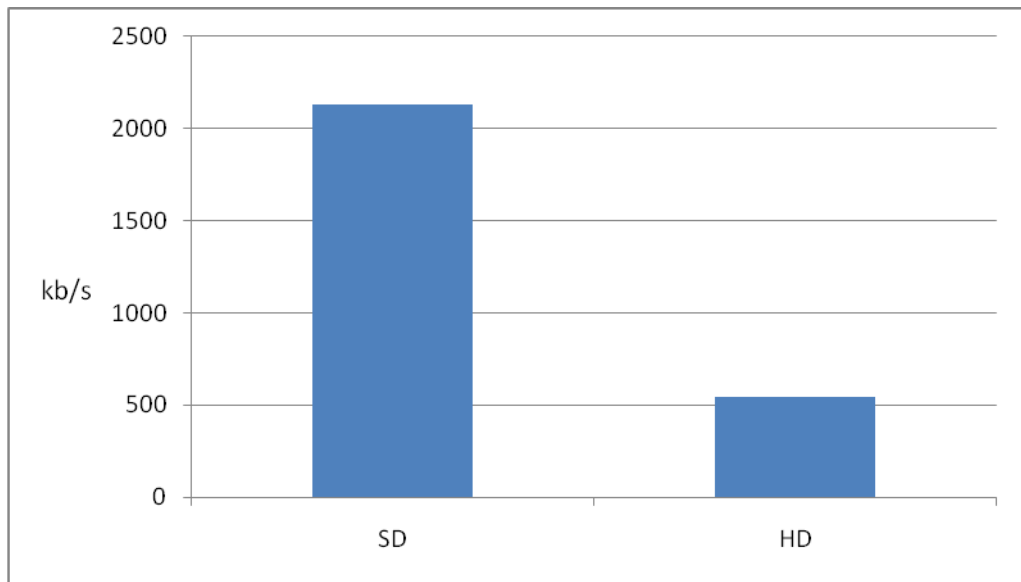
KUVIO 14. Kaistanleveysmittaukset, liikkuva kuva.

3.8.6 Liikkuva kuva dual-videolla

Liikkuvan kuvan dual-video-mittauksessa käytettiin samaa DVD:lle tallennettua liikkuvaa kuvaa kuin edellisessä mittauksessa. Polycom ViewStation FX -videoneuvottelujärjestelmä ei tue dual-video-ominaisuutta, joten se ei ole mukana tässä mittauksessa.

TAULUKKO 10. Kaistanleveysmittaukset, liikkuva kuva dual-videolla.

Vastaanottava laite	SD/HD	Koodekki	Kaistanleveys vastaanotettu	Kaistanleveys lähetetty	Kokonaiskaistanleveys
VSX	SD	H.263+	1078,4 kb/s	1049,3 kb/s	2127,7 kb/s
Tandberg	HD	H.264	73,9 kb/s	468,7 kb/s	542,6 kb/s



KUVIO 15. Kaistanleveysmittaukset, liikkuva kuva dual-videolla.

4 TULOKSET

Tämän työn tarkoituksena oli tutkia High Definition -videoneuvottelutekniikkaa ja sen eroja Standard Definition -videoneuvottelutekniikkaan.

Teräväpiirtokuva sisältää enemmän kuvainformaatiota kuin Standard Definition -laatuinen kuva. Kuitenkin High Definition -videoneuvottelu käyttää huomattavasti vähemmän neuvotteluun vaadittavaa kaistanleveyttä uudemman H.264-protokollan ansiosta.

Korkealaatuinen progressiivinen teräväpiirtokuva ei aiheuta silmien väsymistä, joten esitettävään materiaaliin on helpompi keskittyä. Teräväpiirtokuvassa käytetty 16:9 kuvasuhde mahdollistaa useamman henkilön samanaikaisen kuvaamisen kuin vanhempi 4:3 kuvasuhde. Tarkkaa kuvaa voidaan hyödyntää eri aloilla, esimerkiksi lääkärit pystyvät tekemään hoitoon liittyviä päätöksiä etänä korkealaatuisen kuvamateriaalin ansiosta.

High Definition -videoneuvottelun haittapuolena on se, että parhaan mahdollisen kuvanlaadun takaamiseksi jokaisella osanottajalla on oltava High Definition -videoneuvottelujärjestelmä ja teräväpiirtokuvaa tukeva monitori, jotka ovat kalliimpia kuin Standard Definition -laitteisto.

High Definition -monipisteneuvottelussa MCU-laitteen on tuettava vähintään 720p-tarkkuutta ja pitää yllä vähintään 30 fps kuvanopeutta, jotta monipisteneuvottelussa välittyisi samantasoinen kuva kuin kaksipisteneuvottelussa. Monipistesillan täytyy olla H.264-standardipohjainen yhteensopivuuden ja skaalautuvuuden vuoksi.

5 YHTEENVETO

Tässä työssä käsiteltiin videoneuvottelun eri muotoja, historiaa, tekniikkaa, tietoturvaa ja standardeja. High Definition -osiossa käsiteltiin kuvan lähetys- ja näyttötapoja, kuvaformaatteja ja High Definition -videoneuvottelun ominaisuuksia sekä eroja Standard Definition -videoneuvotteluun. Lopuksi vertailtiin kaistanleveyden käyttöä HD- ja SD-videoneuvottelujärjestelmillä käytännön mittauksilla.

Videoneuvottelun historia yltää 1960-luvulle, jolloin AT&T esitteli Picturephone-tuotteensa. Ajan kuluessa eri valmistajat julkaisivat omia videoneuvottelujärjestelmiään joko julkiseen tai yksityiseen käyttöön, mutta suurin osa ei kuitenkaan menestynyt korkean hinnan vuoksi. Vuonna 1992 videoneuvottelu teki läpimurron, joka johti ensimmäisten videoneuvottelujärjestelmien standardien kehittämiseen vuonna 1996.

Videoneuvottelussa käytettävät päästandardit ovat H.323 ja SIP. Molemmat luovat pohjan yhteyden luontiin kahden multimedialaitteen välille. SIP-protokolla on tekstipohjainen, erittäin avoin ja joustava. Tästä syystä se on pääosin syrjäyttänyt H.323-standardin.

High Definition -formaateista yksi käyttää lomitettua kuvan lähetystapaa ja kaksi käyttää progressiivista kuvan lähetystapaa. Lomitettu kuva kehitettiin alun perin kuvaputkinäyttölaitteille säästämään kaistanleveyttä. Lomitetulla kuvatekniikalla pystytään tuplaamaan videon virkistystaajuus kuvaamalla vuorottain parittomia ja parillisia vaakaviivoja. Lomittamattomassa eli progressiivisessä kuvatekniikassa jokainen kuva lähetetään kokonaisuudessaan yhtenä kehyksenä. Progressiivisia kuvalaitteita ovat tietokoneiden LCD-näytöt ja LCD-televisiot.

Teräväpiirtotasoinen kuva käyttää 1080i- (1920 x 540), 1080p- (1920 x 1080), ja 720p- (1280 x 720) formaatteja. Se tuottaa enemmän visuaalista informaatiota kuin Standard Definition -tasoinen kuva, mutta kuitenkin HD-laatuinen kuva käyttää huomattavasti vähemmän kaistanleveyttä kuin SD-laatuinen kuva. Tämä johtuu

uudemmassa H.264-videostandardista, joka vähentää videotiedoston kokoa niin, että se pystytään lähettämään hitaammankin verkkoyhteyden kautta.

Jotta High Definition -videoneuvottelun hyödyt saavutettaisiin, niin kaikilla osallistuvilla osapuolilla on oltava käytössään HD-yhteensopiva laitteisto sekä vähintään 1 Mbps kaistanleveyttä. Optimaaliseen tulokseen suositellaan yli 2 Mbps kaistanleveyttä.

High Definition -videoneuvottelun kirkas kuvanlaatu ja synkronisoitu ääni minimaalisella latenssilla auttaa keskittymään ja sitä pystytään hyödyntämään eri aloilla. High Definition -monipisteneuvottelussa monipistesillan on tuettava vähintään 720p-tarkkuutta ja pitää yllä vähintään 30 fps kuvanopeutta, jotta monipisteneuvottelussa välittyisi samantasoinen kuva kuin kaksipisteneuvottelussa. Monipistesillan täytyy olla H.264-standardipohjainen yhteensopivuuden ja skaalautuvuuden vuoksi.

Vaikka High Definition -videoneuvottelutekniikka on vielä tällä hetkellä kalliimpaa ja harvinaisempaa kuin Standard Definition -tekniikka, niin se tulee kuitenkin tulevaisuudessa syrjäyttämään SD-videoneuvottelun lukuisten hyötypuoliensa ja teräväpiirtotekniikan yleistymisen myötä.

LÄHTEET

- 3CX Ltd. 2009. SIP: Perustiedot ja usein kysytyt kysymykset. [www-dokumentti]. 3CX Ltd. [Viitattu 23.2.2010]. Saatavissa: <http://www.3cx.fi/voip-sip/sip-faq.php>
- AfterDawn. 2010. Tekniikkatermien sanakirja. [www-dokumentti]. AfterDawn Oy. [Viitattu 22.1.2010]. Saatavissa: <http://fin.afterdawn.com/sanasto/>
- DataBeam. 1998. A Primer on the H.323 Series Standard. [www-dokumentti]. DataBeam. [Viitattu 12.3.2010]. Saatavissa: <http://www.ncesd.net/IVC/WhitePapers/h323/h323primer.pdf>
- Eptek ry. 2009. Etelä-Pohjanmaan Terveysteknologian Kehittämiskeskus ry. [Verkkosivu]. Etelä-Pohjanmaan Terveysteknologian Kehittämiskeskus ry. [Viitattu 29.9.2009]. Saatavissa: <http://www.eptek.fi/index.html>
- ITU-T. 2006. ITU-T Recommendation H.323. [www-dokumentti]. International Telecommunication Union. [Viitattu 3.11.2009]. Saatavissa: http://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-H.323-200606-I!!PDF-E&type=items
- Jones, P. 2007. H.323 Protocol Overview. [www-dokumentti]. Packetizer. [Viitattu 9.2.2010]. Saatavissa: http://hive1.hive.packetizer.com/users/packetizer/papers/h323/h323_protocol_overview.pdf
- Lammle, T. 2007. CCNA: Cisco Certified Network Associate Study Guide Sixth Edition. Indianapolis: Wiley Publishing.
- NetworkDictionary. 2010. [www-dokumentti]. NetworkDictionary. [Viitattu 23.2.2010]. Saatavissa: <http://www.networkdictionary.com/protocols/t.php>
- Packetizer. 2010. A Primer on the T.120 Standard. [www-dokumentti]. Packetizer. [Viitattu 23.2.2010]. Saatavissa: <http://www.packetizer.com/ipmc/t120/primer/>
- Polycom. 2005. High definition: The evolution of video conferencing. [www-dokumentti]. [Viitattu 19.1.2010]. Saatavissa: http://www.polycom.com/global/documents/whitepapers/high_definition_the_evolution_of_video_conferencing.pdf
- Protocolbase.net. 2007. Glossarys of Protocol Analysis. [www-dokumentti]. Colasoft Co., Ltd. [Viitattu 23.3.2010]. Saatavissa: <http://www.protocolbase.net/glossary.php>

- Ranta, P. 2007. Videoneuvottelun perusteet. [www-dokumentti]. Savonlinnan koulutus- ja kehittämiskeskus. [Viitattu 4.2.2010]. Saatavissa:
http://avoinkampus.joensuu.fi/ranta/smedia/Videoneuvottelu_I.ppt
- Roberts, L. 2004. The history of video conferencing – Moving ahead at the speed of video. [www-dokumentti]. [Viitattu 6.10.2009]. Saatavissa: <http://ezinearticles.com/?The-History-of-Video-Conferencing---Moving-Ahead-at-the-Speed-of-Video&id=5369>
- Talaskivi, J. 2003. H.323-videoneuvottelutekniikka. [www-dokumentti]. Jyväskylän yliopisto. [Viitattu 11.3.2010]. Saatavissa:
<http://users.jyu.fi/~kolli/verkkotekniikka/luennot/video.ppt>
- Tandberg. 2005. Security Solution Sheet. [www-dokumentti]. Tandberg. [Viitattu 28.1.2010]. Saatavissa:
http://www.tandberg.com/collateral/product_brochures/TANDBERG_security.pdf
- Telestream. 2003. Video Interlacing and Field Dominance within Flip-Factor. [www-dokumentti]. Telestream, Inc. [Viitattu 3.3.2010]. Saatavissa: http://www.telestream.net/pdfs/app-notes/app_FF_Vid_Interlacing.pdf
- VideoFUNET. 2009. Videoneuvotteluopas. [www-dokumentti]. Korkeakoulujen videoteknologian yhteistyöverkosto. [Viitattu 27.10.2009]. Saatavissa:
<http://video.funet.fi/videoneuvotteluopas/tietoa-videoneuvottelusta/document.2009-02-25.3638039910>
- Voip Think. SIP Architecture. [www-dokumentti]. Voip Think. [Viitattu 23.2.2010]. Saatavissa:
http://www.en.voipforo.com/SIP/SIP_architecture.php
- Weinstein, I. 2006. Employing IT-level Security for IP Videoconferencing. [www-dokumentti]. Wainhouse Research. [Viitattu 17.11.2009]. Saatavissa:
http://www.tandberg.com/collateral/white_papers/whitepaper_employing_IT-level_security_for_IP_conferencing.pdf