

# VIDEONEUVOTTELUJÄRJESTELMÄT

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU

Tekniikan ala

Tietotekniikka

Tietoliikennetekniikka

Opinnäytetyö

Kevät 2010

Kaski Termäs

Lahden ammattikorkeakoulu  
Tietotekniikka

TERMÄS, KASKI: Videoneuvottelujärjestelmät

Tietoliikennetekniikan opinnäytetyö, 42 sivua

Kevät 2010

## TIIVISTELMÄ

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää erilaisten videoneuvottelujärjestelmien eroja sekä ominaisuuksia. Tämän opinnäytetyön lopussa on pohdittu millaisille kohderyhmille kukin tuote on tarkoitettu.

Työn perusteella videoneuvottelujärjestelmät voidaan jakaa karkeasti pikaviestiohjelmiin, joissa videokeskustelijoiden määrä on rajattu, sekä oikeisiin konferenssijärjestelmiin, joissa on mukana koko kokoushuone. Erilaisilla ratkaisuilla on merkittäviä hintaeroja, etenkin yllämainitun jaon mukaan.

Videoneuvottelujärjestelmillä voidaan saavuttaa huomattavia vähennyksiä matkuskustannuksissa, mikäli järjestelmä mitoitetaan yrityksen mukaan oikein. Väärin perustein hankittu järjestelmä saattaa jopa kasvattaa kustannuksia. Toinen selkeä etu järjestelmistä on niiden tuomat pr-edut.

Tuloksena tutkimuksesta selvisi, että mikäli videon välityksellä ei ole tarvetta nähdä kuin toisten osanottajien ilmeet ja eleet kasvoista, selviää järjestelmän hankinnasta halvalla, parhaimmillaan ilmaiseksi. Jos taas tarve on saada konferenssi näyttämään luonnolliselta tai mukaan halutaan useampi henkilö saman pöydän ääressä ilman erillisiä kameroita, joutuu ratkaisusta maksamaan paljon.

Lähes kaikki tutkimuksen ratkaisut käyttävät samoja standardeja ja ovat näin teknisiltä ominaisuuksiltaan hyvin samankaltaisia. Vertailun ratkaisuista vain yksi käyttää pelkästään suljetun koodin protokollaa. Useimmat tuotteista tukivat sekä H.323- että SIP-protokollia.

SIP on tarkoitettu istuntojen käsittelyyn eikä itsessään tue multimediavirtoja mutta muiden protokollien avustamana toimii tässä tehtävässä hyvin. H.323 on puolestaan tarkoitettu ääni- ja videovirran välittämiseen ja skaalautumaan helposti.

Tulevaisuudessa videoneuvottelujärjestelmät pienentyvät ja kulkevat henkilökohtaisen kommunikaatiolaitteen mukana. Lisäksi siirrytään kolmiulotteisiin konferensseihin.

Avainsanat: videoneuvottelu, konferenssi, teleneuvottelut, telemaattinen läsnäolo

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Information Technology

TERMÄS, KASKI: Video Conferencing Systems

Bachelor's Thesis in Telecommunications Technology, 42 pages

Spring 2010

## ABSTRACT

---

The objective of this thesis was to investigate differences between various video conferencing systems. The final part of this thesis deals with target groups of each system.

Video conferencing systems can be divided to instant messaging solutions with fewer video participants and real conferencing solutions where the whole room can participate. Price range between these two groups is wide.

Video conferencing systems can greatly reduce travelling costs if planned and selected according to business needs. On the other hand, video conferencing can also increase costs when not evaluated properly. Less travelling because of greener technology can also be profitable in public relations.

If seeing the participants' facial expressions is the only goal when deploying a video conferencing system, cheap or free systems will usually be enough. But if the conference should look real or the whole meeting room should attend without their own laptops there is a need for a real conferencing system with expenses of even hundreds of thousands of euros.

Almost all solutions reviewed in this thesis use the same standards making them technically very similar. Only one of the solutions used a closed source proprietary protocol. Most solutions supported both H.323 and SIP protocols.

The SIP protocol has been designed for handling sessions directly rather than any multimedia streams, but with the help of other protocols it can achieve this functionality. H.323 was designed with different goals. It is meant to be a scalable way of transmitting audio and video stream virtually over any channel type.

In the future video conferencing systems will get smaller and be intergrated with portable personal communicators. Also three-dimensional conferencing will be launched.

Key words: video conferencing, conference, netmeeting, telepresence

1	JOHDANTO	1
2	VIDEONEUVOTTELU VAI OIKEA TAPAAMINEN	3
2.1	Etätapaaminen psykologian kannalta	3
2.2	Videoneuvottelun ekologisuus	4
2.3	Videoneuvottelun vaikutus ajankäyttöön	5
3	YLEISESTI VIDEONEUVOTTELUJÄRJESTELMISTÄ	7
3.1	Videoneuvottelujärjestelmän konsepti	7
3.2	Kahdenkeskiset neuvottelut	8
3.3	Ryhmäneuvottelut	9
3.1	Videoneuvotteluteknologioita	10
3.1.1	H.324m	10
3.1.2	SIP	12
3.1.3	MSNP	13
3.1.4	H.320	14
3.2	Salausprotokollia	14
3.2.1	SSL ja TLS	14
3.2.2	AES	15
4	VIDEONEUVOTTELURATKAISUJA	16
4.1	Cisco MeetingPlace	16
4.2	Cisco TelePresence	17
4.3	Polycom	19
4.4	Skype	20
4.5	Tokbox ja MeBeam	22
4.6	LifeSize	25
4.7	Microsoft Live Communications	27
4.8	Tulokset	28
5	VIDEONEUVOTTELUJÄRJESTELMÄPROJEKTI	33
5.1	Videoneuvotteluprojektin asiakas	33
5.2	Videoneuvottelujärjestelmäprojektin tavoitteet	33
6	YHTEENVETO	35

7	VIDEONEUVOTTELUJÄRJESTELMIEN TULEVAISUUS	37
	LÄHTEET	39

## LYHENNELUETTELO

3G	3rd Generation	Kolmannen sukupolven matkapuhelinviestijärjestelmä
3GPP	3rd Generation Partnership Project	Yhteistyöorganisaatio 3G-järjestelmille
AD	Active Directory	Microsoftin hakemisto-ohjelmisto
AES	Advanced Encryption System	Kehittynyt salausalgoritmi
AMR	Adaptive Multi-Rate Compression	Moderni äänenpakkaukkoodekki
CAD	Computer Aided Design	Tietokoneavusteinen suunnittelu
CIF	Common Intermediate Format	Videformaatti resoluutiolla 352x288
CUCM	Cisco Unified Communications Manager	Ciscon viestintäratkaisu
DoD	Department of Defence	Yhdysvaltojen puolustusministeriö
HTTPS	HyperText Transfer Protocol Secure	Suojattu dokumentinsiirtoprotokolla
IETF	Internet Engineering Task Force	Internet-protokollien standardisoinnista vastaava organisaatio
ISDN	Integrated Services Digital Network	Digitaalinen piirikytkentäinen puhelinverkkojärjestelmä
IM	Instant Messaging	Pikaviestintä
ITU-T	International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector	Kansainvälisen televiestintäunionin standardisointiosasto
LCS	Live Communications Server	Microsoftin

		pikaviestintäratkaisu
LSO	Local Shared Object	Evästetyyppi
MPX	MeetingPlace Express	Ciscon pikaviestintä- ja kokousohjelmisto
MSNP	Microsoft Notification Protocol	Microsoftin suljettu protokolla pikaviestintään
N-ISDN	Narrowband Integrated Services Digital Network	Kapeakaistainen digitaalinen piiriyhteyksinä puhelinverkko, alkuperäinen ISDN
NAT	Network Address Translation	Osoitteenmuunnos
NS	Notification Server	MSN Messenger -verkossa toimiva palvelin
P2P	Peer-to-peer	Vertaisverkko
PSTN	Public Switched Telephone Network	Perinteinen puhelinverkko
RFC	Request For Comments	Jotakin Internetin teknistä menettelyä kuvaava asiakirja
RSA	Rivest, Shamir, Adleman	Julkisen avaimen salausalgoritmi
SB	SwitchBoard Server	MSN Messenger -verkossa toimiva palvelin
SC	Skype Client	Skypen asiakasohjelma
SHA	Secure Hash Algorithm	Yleinen tiivistealgoritmi
SIP	Session Initiation Protocol	Kokoonkutsuprotokolla
SN	Super Node	P2P-verkon käyttäjä joka välittää verkon kontrollitietoa
SSL	Secure Sockets Layer	Salausprotokolla
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats	Strategisen suunnittelun menetelmä
SRTP	Secure Real-time Transport Protocol	Tosi-aikainen salausprotokolla

STUN	Simple Traversal of User Datagram Protocol through Network Address Translators	Protokolla osoitteenkäännöksen havaitsemiseen ja kiertämiseen
TLS	Transport Layer Security	Salausprotokolla
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	Kolmannen sukupolven matkapuhelinverkko
UVA	Unified Video Advantage	Ciscon MPX:n kanssa käytettävä ohjelmisto
VCEG	Video Coding Experts Group	ITU-T:n videokodekkityöryhmä
VoIP	Voice over IP	Yleistermi äänipuheluille IP-verkossa
WWW	World Wide Web	Internetin selattavat verkkosivustot



## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia erilaisten videoneuvotteluratkaisuiden eroja ja yhtäläisyyksiä. Tällä tavoin selvitetään kunkin tuotteen soveltuvuus erilaisiin tarpeisiin ja käyttöympäristöihin. Työn taustalla on videoneuvottelujärjestelmän asentaminen ja testaaminen asiakkaalle. Kyseisen projektin toteuttaneessa yrityksessä oli projektin toteutushetkellä meneillään myös talon sisäisen videoneuvottelujärjestelmän uusiminen ja vaihtoehtojen kartoitus. Työssä hyödynnetään asiakasprojektin lisäksi yrityksen omaa tutkimustyötä. Lisäksi mukana on joukko muita vastaavia ratkaisuja sekä yksi kouluprojektin yhteydessä toteutettu järjestelmä.

Videoneuvottelu terminä on saanut osakseen paljon huomiota viime aikoina, esimerkiksi päästöihin ja energiankulutukseen liittyvän keskustelun yhteydessä. Tässä tutkimuksessa selvitetään erilaisia ratkaisuja videoneuvottelun järjestämiseen erilaisissa mittakaavoissa. Mukana ovat niin videopuhelut ja pikaviestisovellukset kuin täysiveriset kokoushuoneen kattavat järjestelmätkin. Tavoitteena on kattaa yksittäisten ihmisten tarpeet ilmaishjelman avulla sekä tutkia, millaisia ratkaisuja on saatavilla korvaamaan haarakonttorien välisiä lentoja kansainvälisessä yrityksessä.

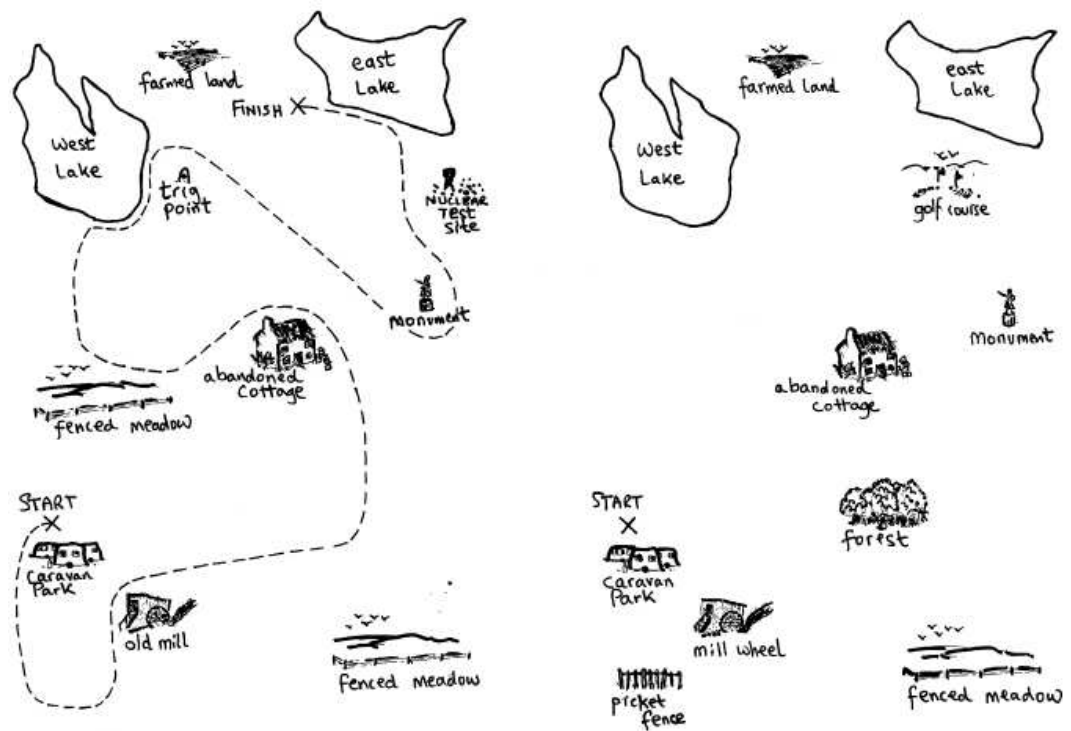
Videoneuvottelujärjestelmien avulla voidaan rasittaa ympäristöä huomattavasti nykyistä vähemmän, kun matkoja kaukaisiin kokouspaikkoihin ei tarvita. Samanaikaisesti samat järjestelmät luovat lisätarvetta nopeammille verkkoyhteyksille videoneuvotteluiden yleistyessä, vaikkakin pakkausmenetelmät kehittyvät koko ajan. Yksityisten välisessä tiedonvaihdossa videon käyttö medianana on yleistynyt viime vuosina nopeammin kuin yritysten kohdalla. Tätä selittävät hintaerot kuluttaja- ja yritysratkaisuiden välillä. Kuluttajatuotteet ovat usein halpoja webkaineroita, joita käytetään yhdessä ilmaisen pikaviestisovelluksen kanssa. Yritysratkaisuissa korostuvat hinnan sijaan enemmän monipuoliset toiminnot, helppokäyttöisyys sekä skaalautuvuus.

Työssä tutkittiin monipuolisesti eri hintaluokan ratkaisuja monipuolisen kuvan saamiseksi. Videoneuvottelujärjestelmät, kuten muutkin tietotekniset järjestelmät, uudistuvat vauhdilla, ja tiedon vanheneminen on ripeää. Esimerkiksi vuonna 2006 julkaistusta kirjasta löytyy vain osa tämän tutkimuksen laitevalmistajista (Gough & Rosenfeld 2006, 62).

## 2 VIDEONEUVOTTELU VAI OIKEA TAPAAMINEN

### 2.1 Etätapaaminen psykologian kannalta

Telemaattisen ja todellisen läsnäolon eroja on tutkittu psykologian kannalta lähinnä siinä, miten ymmärrettävästi tieto välittyy kuulijalle. Tätä varten on kehitetty testejä, joissa henkilön on tarkoitus selostaa reitti toiselle osapuolelle niin, ettei kuulija näe paperille piirettyä reittiä vaan on pelkästään toisen opastuksen varassa. Selostajan ja kuulijan paperit eroavat toisistaan, jolloin tehtävä ei ole liian yksinkertainen. Testien perusteella tasokkaissa videoneuvotteluissa välittyvä tieto ei suurestikaan eroa oikeasta tapaamisesta. Kuviossa 1 esitetään malli tiedonvälitystestistä (Slovák 2007.)



KUVIO 1. Tiedonvälitystestien kuvat (Slovák 2007)

Hyvässäkin videojärjestelmässä hävitetään silti aina informaatiota. Äänen pakkauksessa osa puheen informaatiosta, kuten sävellaji tai puheen nopeus saattavat muuttua. Lisäksi, videokamera ei välttämättä pysty välittämään kaikkia elekielen ja sanattoman viestinnän merkkejä.

Videoneuvottelujärjestelmät eivät vielä pysty korvaamaan oikeita tapaamisia ja kokouksia, mutta ei niiden tarvitsekaan. Ne ovat hyviä siinä mihin ne on suunniteltu, vähentämään tarvetta matkustaa yhtä usein kuin ennen.

## 2.2 Videoneuvottelun ekologisuus

Videoneuvottelut vaikuttavat ympäristön kuormitukseen saasteiden osalta vähentämällä matkustamisen tarvetta. Kuitenkin mitä isompia videoneuvottelujärjestelmiä käytetään, sitä enemmän laitteet kuluttavat virtaa. Hyöty tulee esille lähinnä laajalle maantieteelliselle alueelle hajautetuissa yrityksissä ja yhteisöissä. Esimerkiksi Lahden ja Oulun välisiä lento- tai automatkoja säännöllisesti matkustavat hyötyvät videoneuvottelujärjestelmistä todennäköisesti paljon. Viikkopalaverien järjestäminen videojärjestelmän avulla matkakustannuksissa säästetään nopeasti järjestelmän hankintakustannukset.

Videoneuvottelujärjestelmät eivät ole tuotteita jotka ratkaisevat kaikki matkustukseen liittyvät kuluongelmat. Videoneuvottelun avulla voidaan ainoastaan vähentää matkustuskustannuksia tiettyyn pisteeseen asti ja järjestelmän ympäristöystävällisyyskin riippuu huomattavasti käytettävän sähkön tuotantotavasta ja ympäristön soveltuvuudesta kohdeyritykseen. Mikäli videoneuvottelujärjestelmä pystyy korvaamaan huomattavan osan aikaisemmin lähikokouksina järjestetyistä tapaamisista ja sähkö on tuotettu suuremmin ympäristöä rasittamatta, voidaan etätapaamisella saavuttaa ekologisuuden lisäksi huomattava pr-etu.

### 2.3 Videoneuvottelun vaikutus ajankäyttöön

Käytettäessä videoneuvotteluratkaisua voidaan ajankäytön hallintaa kokouksien yhteydessä parantaa tavallisiin kokouksiin nähden huomattavasti. Matkoihin aikaisemmin kulunut aika voidaan käyttää kokouksiin valmistautumiseen ja käyttää näin varsinainen kokousaika tehokkaammin ja vapauttaa enemmän aikaa myös työnteolle.

Koska matkustusviive kokouksien välillä pienentyy huomattavasti, voi sama henkilö ottaa osaa lähes peräkkäin useampaan kokoukseen. Näin esimerkiksi Helsingin konttorissa työskentelevä voi ainakin teoriassa ottaa osaa muutaman minuutin viiveellä peräkkäisiin palavereihin sekä Lontoon että Pariisin henkilöstön kanssa.

Maantieteellisesti laajalle levittäytyneissä yrityksissä ja yhteisöissä kokouksien järjestyskynnys pienenee käytettäessä videoneuvottelujärjestelmiä, kun verrataan perinteisiin kokouksiin. Tämä johtuu siitä, että perinteistä kokousta järjestettäessä käytetään huomattavia summia rahaa, pääasiassa matkustuskustannuksina, kaikkien osallistujien saamiseksi kokouspaikalle. Suurimmillaan säästöt ovat silloin, kun matkat osallistujien vakituisilta toimipisteiltä kokouspaikkaan ovat pitkät. Tällöin usein harkitaan kokouksen tarpeellisuutta järjestämiseen tarvittavien resurssien vuoksi. Kokousten karsiminen saattaa aiheuttaa tarpeellistenkin kokousten poisjäämisen rahanpuutteen vuoksi.

Videoneuvottelu voidaan sen sijaan järjestää ylläpitokuluihin nähden hyvin pienellä budjetilla. Ylläpitokulut sisältävät laitteiston huoltokulut, sähkön ja järjestelmää hoitavien henkilöiden palkat. Järjestelmän käyttöönottoaiheessa kulut ovat, poikkeustapauksia lukuunottamatta, suuremmat kuin perinteisiä kokouksia järjestettäessä samalla aikavälillä. Ratkaisun takaisinmaksuaika vaihtelee suuresti järjestelmän ja asiakkaan mukaan. Esimerkiksi erään kiinalaisen lastentuotteita valmistavan yrityksen videoneuvottelujärjestelmän

takaisinmaksuaika oli noin kolme kuukautta vaikka yrityksessä otettiin käyttöön jopa 10 isoa videoneuvottelupistettä (LifeSize 2009).

### 3 YLEISESTI VIDEONEUVOTTELUJÄRJESTELMISTÄ

#### 3.1 Videoneuvottelujärjestelmän konsepti

Sanakirjan mukaan videoneuvottelu määritellään kahden tai useamman eri paikoissa sijaitsevien osanottajien video- ja audiopohjaiseksi konferenssiksi, joka välitetään tietoverkon yli (Webopedia 2009).

Tällä määritelmällä videoneuvotteluksi lasketaan myös videopuhelut kännyköiden kesken (Merriam-Webster 2009). Vaikka videoneuvotteluista on ollut paljon keskustelua viimeaikoina, ei termi ole uusi. Englanninkielisestä sanakirjasta videoneuvottelu on löytynyt jo vuodesta 1977 lähtien (Merriam-Webster 2009). Tässä opinnäytetyössä ei ole huomioitu analogisia videopuhelimia.

Tässä työssä videoneuvottelujärjestelmät on jaettu kahteen luokkaan, kahdenkeskisiin- ja ryhmäneuvotteluihin. Kahdenkeskisillä neuvotteluilla tarkoitetaan lähinnä pienimuotoisia keskusteluja kuin varsinaisia kokouksia. Tähän alueeseen kuuluvat videopuhelut ja pikaviestisovellukset. Ryhmäneuvottelut tarkoittavat tässä työssä varsinaisia neuvottelujärjestelmiä, joiden kohderyhmänä ovat yritykset.

Tämän mallin lisäksi videoneuvottelujärjestelmät voidaan jakaa myös neuvottelujärjestelmiin ja läsnäolojärjestelmiin. Läsnäolo tarkoittaa tässä yhteydessä telemaattista läsnäoloa, joka määritellään teknisin keinoin toteutetuksi läsnäoloksi luonnollisessa ympäristössä. Käytännössä tämä tarkoittaa nykYTEKNIKALLA laadukkaita videoneuvottelujärjestelmiä, joissa videoyhteyden päässä olevat ihmiset ovat luonnollisen kokoisia. Monet pienet asiat vaikuttavat kokonaisuuden ymmärtämiseen todellisena, ei pelkästään videokuvan koko. Esimerkiksi mahdollisuus luoda katsekontakti luonnollisesti on tärkeä osa läsnäoloa. Kaikissa ratkaisuisa eivät kamerat ole sijoitettu niin, että

konferenssipöydän sivulla oleva henkilö pystyisivät saamaan katsekontaktin vastapuolen neuvottelijoihin.

IETF:n (Internet Engineering Task Force) muistiossa RFC 2778 luonnehditaan mallia läsnäolotiedosta ja pikaviestinnästä. Tämän läsnäolomallin mukaisesti toimii lähes kaikki tässä työssä käsitellyt pikaviestintäohjelmistot. Malli määrittelee läsnäolotiedon hallinnan erillisen järjestelmän avulla ja miten tällä voidaan hallita viestintää (IETF 2000). Järeämmät videoneuvottelujärjestelmät eivät välttämättä toimi tämän mallin mukaisesti.

### 3.2 Kahdenkeskiset neuvottelut

Kahdenkeskisellä neuvottelulla on tarkoitettu tässä tutkimuksessa mitä tahansa kahden henkilön välistä viestintää, jossa käytetään tosiaikaista videovirtaa. Yksinkertaisimmillaan tällainen neuvottelu on videopuhelu 3G-puhelimella (3rd Generation).

Kahdenkeskisiä neuvotteluita voidaan järjestää myös muilla tavoin kuin 3G-videopuheluna. Muita tapoja ovat pikaviestiohjelmat sekä varsinaisesti ryhmille tarkoitettut ohjelmistot, kun niitä käytetään vain kahdenkeskiseen viestintään. Moni valmistaja on tuonut markkinoille telemaattisen läsnäolon tuotteita, jotka on tarkoitettu nimenomaan henkilökohtaiseen viestintään esimerkiksi oman esimiehen kanssa. Tällaiset ratkaisut on yleensä tarkoitettu käytettäväksi television avulla ja rakennettavaksi kiinteäksi osaksi henkilökohtaista työtilaa.

Pikaviestiohjelmistot ovat ensisijaisesti suunniteltu tekstipohjaiseen viestinvaihtoon, mutta niistä useimmat tukevat monenlaisia muita ominaisuuksia, kuten esimerkiksi videokeskustelua. Näissä ohjelmissa käytetään paremman kuvanlaadun tuottavia koodausmenetelmiä. Myös mobiilidataa nopeammat verkkoyhteydet auttavat kuvanlaadun parantamiseen. Näin ollen kuvanlaatu on mahdollista saada huomattavasti paremmaksi kuin 3G-videopuhelussa. Tällaisissa



ohjelmissa, kuten Messengerissä, käytetään usein suljetun lähdekoodin koodausta joten tarkka analysointi on usein hankalaa ja luvatonta.

Pikaviestivideoneuvottelut ovat toiminnaltaan palvelin-asiakas-mallin palveluita julkisessa verkossa, joten ei voida puhua luottamuksellisesta viestinnästä, mikäli käytetään ilmaiskäyttöisiä ratkaisuja. Suurin osa pikaviestiohjelmistoista käyttää julkista verkkoa ja eräs jopa vertaisverkkoa, kun taas pääasiassa järjestelmät on suunniteltu oman suljetun verkon sisälle.

### 3.3 Ryhmäneuvottelut

Ryhmäkokousten yhdistämiseen tarkoitettujen tuotteiden vaatimukset vaativat usein tuotekohtaisen laitteiston, mikä heijastuu suoraan ratkaisun hinnoitteluun sekä mahdollisesti yhteensopivuuteen muiden valmistajien tuotteiden kanssa. Jokaisen testatun tuotteen kohdalla näin ei kuitenkaan ole. Ratkaisut, jotka eivät ole tiukasti laitteistosidottuja, yhdistyvät yleensä olemassa oleviin tuotteisiin, kuten puhelinkeskukseen. Toiset tuotteet taas sisältävät neuvotteluhuonekalusteetkin samassa paketissa.

Laitteistosidottu tuote tarjoavat valmiin yhteensopivan paketin, johon kuuluvat niin kamerat kuin mikrofonitkin. Yhdistettäessä tällainen järjestelmä jonkin muun standardin järjestelmään tarvitaan yhdyskäytäväpalvelu, jota Suomessa tarjoaa ainakin Videra (Videra 2010).

Kaikki samassa paketissa -tuotteita on markkinoilla toistaiseksi vielä rajoitetusti. Kalleimpien mallien mukana toimitetaan myös neuvotteluhuoneiden pöydät ja tuolit. Idea on saada neuvotteluhuoneet näyttämään samalta digitaalisen yhteyden molemmissa päissä. Ratkaisut ovat myös vertailun kalleimmasta päästä. Luonnollisen kokoisella ja näköisellä kuvalla on kokouksiin helpompi päästä sisälle kuin oman työpisteen ruudulta pientä webkamerakuvaa katsellessa.

### 3.4 Videoneuvotteluteknologioita

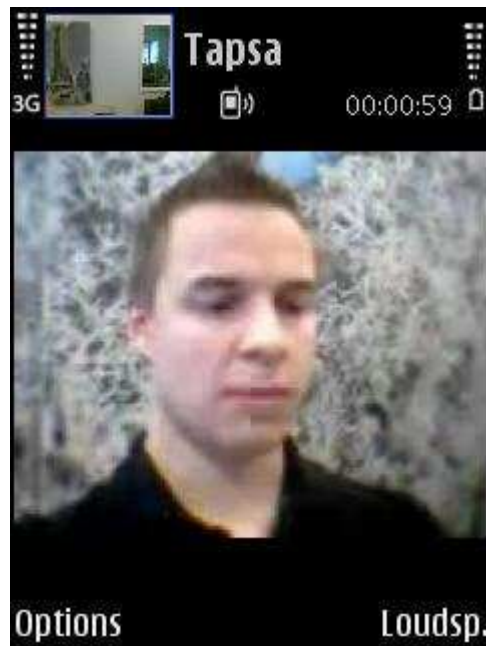
#### 3.4.1 H.324m

H.324m on 3GPP:n (3rd Generation Partnership Project) kattoprotokolla videopuhelulle 3G-verkossa. Protokolla ottaa kantaa vain videon, äänen ja kontrollidatan siirtämiseen sekä näiden yhteenliittämiseen. Koska kyseessä on sateenvarjoprotokolla, H.324m ei itsessään määrittele aikaisemmin mainittuja osia, vaan kertoo, millä protokollalla kukin ominaisuus määritellään (ITU-T 2007).

Videopuheluita on voinut suomessa puhua loppuvuodesta 2004 alkaen, jolloin Soneran 3G-verkko aukesi kuluttajille (Talentum 2004). 3G-verkon peitto ei kuitenkaan kata kaupunkiseutujen lisäksi kovinkaan laajaa aluetta. Tämä rajoittaa huomattavasti mahdollisuuksia soittaa 3G-videopuheluita. Kaikki kolme suomen 3G eli UMTS-operaattoria (Universal Mobile Telecommunication System) ovat keskittäneet verkkojen rakentamisen asukastiheyden mukaiseen järjestykseen (Evernet User Manual 2009).

3G-videopuhelu aloitetaan ja lopetetaan kuin tavallinen puhelu. Toimiakseen täysin täytyy kuitenkin käytettävästä puhelimesta löytyä kamera sellaisesta paikasta, jossa kamera voi kuvata puhujaa niin että näyttökuvan samanaikainen katselu on mahdollista. Jos tämä ehto toteutuu molemmissa päissä, on kyseessä oikea videopuhelu. Useimmissa puhelimissa, jossa edellä mainitun kaltaista kameraa ei ole, on mahdollista käyttää kuvaa videon asemasta.

Videokuvan laatu ei 3G-videopuhelussa ole erityisen hyvä, koska 3G-videopuhelun ainoa pakollinen videonpakkaus-standardi on H.263, joka on luotu hitaille yhteyksille (ITU-T 2001). Vaikka 3G-videopuheluita katsotaankin pieniltä näyttöiltä, jotka ovat yleisesti alle kolmetuumaisia, erottaa käyttäjä silti pikselöitymistä suuren pakkauksen vuoksi. Kuviossa 2 on esitelty videopuhelun kuvanlaatua Nokia E51 ja N95 -puhelimien välillä DNA:n 3G-verkossa.



KUVIO 2. Videopuhelun kuvanlaatu

Videon määrittelee H.263, joka on videokoodekkistandardi matalan siirtonopeuden videokonferensseihin. Standardin on kehittänyt ITU-T VCEG (International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector Video Coding Experts Group) vuosina 1995 - 96.

H.263:a käyttäviä palveluita on muitakin 3G-videopuheluiden lisäksi. Esimerkiksi YouTube käyttää standardikuvanlaadulla sekä mobiilisti H.263-pakkausta. Paremman kuvanlaadun asetukset muuttavat pakkaukseksi H.264-standardin. Myös muut videopalvelut kuten Google Video ja MySpace ovat ainakin käyttäneet H.263-protokollaa pakkausmetodia (YouTube 2009).

Äänikoodekkina käytetään AMR-koodausta (Adaptive Multi-Rate Compression), joka on puheen koodaamisen optimoitu 3GPP:n standardi. AMR valitsee automaattisesti linjan laadun perusteella jonkin kahdeksasta nopeusluokasta säilyttääkseen hyvän läpäisykyky-äänenlaatu-suhteen (ITU-T 2005).

Datavirran hallintaprotokollaksi H.324m määrittelee H.245:n. H.245 toteuttaa kanavanhallinnan kaikelle muulle paitsi puhelinliikenteelle. H.245 sisältää ohjauksen salausta, viivehallintaa, läsnäoloviestejä sekä loogisten yhteyksien

avaamisen ja sulkemisen. H.245:n haittapuolia oli ensimmäisen version pitkähkö nelivaiheinenvaiheinen neuvottelu uuden loogisen yhteyden alussa (Rutgers 2007). Tämä on kuitenkin korjattu lyhyellä kaksi- sekä yksivaiheisilla neuvotteluilla (ITU-T 2005).

### 3.4.2 SIP

SIP (Session Initiation Protocol) on IETF:n signaalintandardi, jota käytetään pääasiassa istuntojen avaamiseen ja sulkemiseen. Alun perin standardia kehittivät Henning Schulzrinne ja Mark Handley vuodesta 1996 lähtien. SIP ei varsinaisesti ole tarkoitettu multimedian välittämiseen eikä se yksin sitä tuekaan. Protokollan tehtävänä onkin ainoastaan suorittaa istunnon avaus, hallinta ja päättäminen (Packetizer 2010.)

SIP on hyvin paljon HTTP:n kaltainen pyyntö- ja vastausmenettelyissään. Osa vastauskoodeista on jopa samoja kuin HTTP:llä (Voip Think 2010). Tästä on myös haittansa; SIP on helppolukuista ihmisille, toisin kuin H.323, ja siksi SIP-viestit ovat usein isoja. Tämä saattaa aiheuttaa ongelmia ruuhkaisissa verkoissa. Jos verkon ruuhkaisuus on ongelma, saattaa vaihto H.323-protokollaan ratkaista ongelman.

SIP:llä on heikkouksia myös laiterikkojen osalta, koska standardi ei määrittele menetelmiä yhteyksien uudelleen vaan luottaa asiakasohjelman ottavan yhteyttä uuteen välityspalvelimeen edellisen kaatuessa. Tämä aiheuttaa viivettä, koska SIP-asiakas havaitsee yhteyden katkeamisen vasta aikaviivelaskurin kuluttua umpeen (Packetizer 2010.)

Pääasiallinen käyttö on VoIP- ja IM-tuotteissa (Instant Messaging) eli pikaviestinnässä. SIP kelpaa kuitenkin mihin tahansa istunnon käsittelyyn. Sitä voidaan käyttää aloittamaan ja sulkemaan kahdenkeskisiä unicast -yhteyksiä tai monikeskeisiä multicast -yhteyksiä. SIP:n avulla voidaan muokata, lisätä ja poistaa esimerkiksi keskustelun jäseniä ja mediavirtoja (IETF 2002, 85 - 88).

### 3.4.3 MSNP

MSNP (Microsoft Notification Protocol) on Microsoftin suljettu protokolla Messenger-tuotteille (MSNPiki 2007). Suljetun luonteensa vuoksi protokollan kuvausta ei ole saatavilla. Ainoat lähteet protokollan toiminnalle ovat takaisinmallinnus sekä protokolla-analysoijan käyttö asiakasohjelman ollessa käynnissä.

Microsoftin pikaviestinverkko (MSN Messenger Network) koostuu asiakasohjelman lisäksi kahdesta palvelintyyppistä, NS:stä (Notification Server) ja SB:stä (Switchboard Server). NS huolehtii läsnäolotiedosta (presence) ja avaa yhteyden SB:lle joka puolestaan vastaa pikaviestikeskusteluista (MSNPiki 2007).

NS valvoo läsnäolotietoa jokaisen osanottajan (principal) osalta. Osanottajia ovat kaikki palveluun kirjautuneet käyttäjät, botit ja muut palvelut. NS huolehtii siitä, ovatko osanottajat kirjautuneena tai jossain muussa tilassa. MSN sallii useita erilaisia tiloja, kuten varattu (busy) tai poissa (away). Läsnäolotieto tarkoittaa näiden tilojen lisäksi muita ominaisuuksia, kuten webkameraa. Jos kamera on asennettu ja liitetty asiakasohjelmaan, välittää NS tiedon tästä keskustelun muille osapuolille (MSNPiki 2007).

Kun käyttäjä on alun perin yhdistänyt NS-palvelimelle, sallii NS käyttäjän ottaa yhteyttä SB-palvelimeen tai vastaanottaa kutsuja keskusteluihin SB-palvelimelta. Jokaisella osanottajalla on jokaista keskustelua kohden yksi yhteys siihen SB-palvelimeen, jossa kyseinen keskustelu käydään. Toisin sanoen osallistuminen kahteen keskusteluun yhtä aikaa, vaatii asiakasohjelmaa avaaman kaksi yhteyttä SB-palvelimille. Kaikki keskustelut, oli niissä miten monta jäsentä hyvänsä, kulkevat SB-palvelimen kautta (MSNPiki 2007).

#### 3.4.4 H.320

H.320, toiselta nimeltään Px64 on ITU-T:n sateenvarjoprotokolla multimediaviestinnälle N-ISDN:n (Narrowband Integrated Services Digital Network) päällä. Standardin maksimiresoluutio on CIF (Common Intermediate Format) joita mahtuu kontrollidatan kanssa kaksi kappaletta ISDN:n B-kanavaan (LoveToKnow 2008).

H.323 on standardi audiovisuaaliselle liikenteelle lähiverkossa. Standardi kilpailee SIP:n kanssa. Protokolla hyväksyttiin käyttöön helmikuussa 1996, samassa kuussa kuin SIP-protokollan ensimmäinen luonnos julkistettiin. Protokolla suunniteltiin toimimaan nimenomaan IP-verkoissa. H.323 häviää kuitenkin skaalautuvuudessa SIP-protokollalle. Tämä on yksi syistä, miksi SIP-protokollaa tukevia järjestelmiä otetaan nykyisin käyttöön korvaamaan H.323-järjestelmiä. H.323:n vahvuuksia on sen hyvä integroitavuus PSTN-liikenteen (Public Switched Telephone Network) kanssa. H.323 määrittelemät tärkeimmät protokollat ovat H.245 signaloinnille, H.235-sarja turvallisuudelle sekä H.239:n useammalle videovirralle.

### 3.5 Salausprotokollia

#### 3.5.1 SSL ja TLS

SSL (Secure Sockets Layer) on alun perin Netscapen kehittämä salaustekninen protokolla. Viimeinen versio siitä ilmestyi vuonna 1996, jonka jälkeen TLS (Transport Layer Security) on korvannut sen. Uusin versio TLS-protokollasta, versio 1.2, on vuodelta 2008. Molemmissa protokollissa on havaittu heikkouksia TLS:n uusimman version julkistamisen jälkeenkin. Protokolla on kuitenkin modulaarinen ja tukee erilaisia salaus- ja tiivistealgoritmeja. Useimmiten käytetty yhdistelmä on kuitenkin RSA-salausta (Rivest, Shamir, Adleman) ja SHA-1 -tiivistealgoritmia (Secure Hash Algorithm).

SSL- ja TLS-protokollia käytetään yleisesti salatussa HTTPS-liikenteessä, kuten esimerkiksi verkkopankkien sivuilla. Tavallisessa tapauksessa TLS:ää käytetään varmentamaan WWW-palvelimen identiteetti, mutta asiakasta ei varmenneta, koska silloin myös asiakkaan päässä tarvittaisiin tunnustettu sertifikaatti. Protokollia voidaan myös käyttää muihin kohteisiin kuin web-sivustojen salaamiseen. Tähän opinnäytetyöhön liittyen protokollia käytetään videoneuvottelun signaloinnin sekä varsinaisen videovirran salaamiseen.

### 3.5.2 AES

AES (Advanced Encryption Standard) on kahden belgialaisen tutkijan kehittämä lohkosalausalgoritmi, joka voitti Yhdysvaltojen standardoimisviraston kilpailun uudesta salausalgoritimsta vuonna 2001. AES on vahva mutta samalla suoritustehokas algoritmi, minkä vuoksi se on otettu käyttöön laajalti erilaisissa järjestelmissä. Standardoinnin aikana algoritmia ja sen kilpailijoita arvioitiin avoimissa seminaareissa, joten sen ominaisuudet tunnetaan hyvin. Tämä lisää luottamusta algoritmin vahvuuteen, vaikka AES-kilpailun voittanut algoritmi, Rijndael, ollutkaan kilpailun vahvin algoritmi.

AES tukee 128-, 192- ja 256-bittisiä avaimia, mutta useissa käyttökohteissa, verkkopankeissakin, tyydytään lyhyimpään avainpituuteen. 128-bittinen avain on kuitenkin useimpiin käyttötarkoituksiin riittävä vaikka matemaattiselta kestävyydeltään onkin huomattavasti heikompi.

## 4 VIDEONEUVOTTELURATKAISUJA

### 4.1 Cisco MeetingPlace

Täysin ohjelmistopohjaisia ratkaisuja edustaa Ciscon MeetingPlace Express, joka on ratkaisuna samankaltainen kuin Microsoftin Live Communications Server. MeetingPlace Express yhdistetään kuitenkin suoraan Ciscon VoIP (Voice over IP) -tuotteeseen, CallManageriin, joka nykyiseltä nimeltään on CUCM (Cisco Unified Communications Manager). Myös muut SIP- tai H.323-ratkaisut käyvät MeetingPlacen pariin.

Laitteiston puolesta Cisco MPX (Meeting Place Express) käyttää mitä tahansa saatavilla olevia webkameroita ja mikrofoneja. Palvelu mahtuu kahdentamattomana yhdelle palvelinraudalle. Palvelinohjelmiston asennus vaatii tutustumista järjestelmään eikä ole itsestäänselvää muihin Ciscon tuotteisiin tottuneillekaan.

Cisco MeetingPlace Express (MPX) mahdollistaa kevyitä videokokouksia ja työtilan jakamisen. Tuotteen käyttö edellyttää jokaiselta osanottajalta Ciscon puhelinta. Tähän tarkoitukseen riittää niin fyysinen kuin ohjelmistopuhelinkin. Tietokoneeseen asennetaan Ciscon UVA-ohjelmisto (Unified Video Advantage) ja tietokone kytketään puhelimeen, ellei käytetä ohjelmistopuhelinta. Käyttäjältä vaaditaan asiakasohjelman lisäksi webkamera, jotta varsinainen videoneuvottelu voidaan toteuttaa.

Tarkoitus on siis käyttää oman työpisteen puhelinta ja katsella videokuvaa tietokoneen näytöltä puhelun aikana. Tuotteesta jää helposti keskeneräinen maku, koska webkameran kuva ei tuo puheluun mitenkään merkittävästi lisäarvoa. Videokuvan laatu ei ole niin hyvä, että video mahdollistaisi muunlaista kommunikaatiota kuin toisen ilmeiden ja eleiden havainnoinnin.



Tuotteen ulkoasusta ja toiminnallisuudesta päätelleen pääkilpailijaksi koetaan yrityksille suunnatut pikaviestipalvelut, kuten Microsoftin Live Communications. Käyttöliittymä on kuitenkin sekavampi, eikä käyttöönotto ole palvelinohjelmiston kuin asiakasohjelmankaan tapauksessa yksinkertaista. MPX:n käyttöliittymä on tuttua Cisco-tyyliä sisältäen paljon teknisiä hienosäätöjä, jolloin palvelusta voidaan ottaa kaikki irti. Asetuksiin koskeminen vaatii kuitenkin perehdytystä kyseiseen järjestelmään, sillä kaikki määriteltävät asiat eivät ole itsestäänselviä ammattilaisillekaan. Käyttö on kuitenkin helppoa omalta työpisteeltä käsin. MPX ei kuitenkaan ole tarkoitettu kokouksia varten, vaan sillä hoidetaan pienempiä yhteydenpitotarpeita. Käytössä MeetingPlace on videopuhelu, jossa puhelimeen integroidun näytön sijaan käytetään tietokoneen näyttöä.

Vaikka UVA näyttääkin pikaviestiohjelmistolta, on UVA:n integroituvuus olemassa olevan puhelininfrastruktuurin kanssa etu verrattuna pikaviestimiin. Tämä on etu etenkin siinä tapauksessa, että yritys hallitsee omaa puhelinvaihdettaan, jolloin sisäiset puhelut eivät maksa mitään. Sopimusehdoista riippuen näin voi olla myös palveluna ostettaessa.

## 4.2 Cisco TelePresence

Ciscon TelePresence-tuoteryhmä on valmistajan ammattimaisin ja myös hintaluokaltaan selvästi MPX-tuotetta kalliimpi. Tuoteryhmään kuuluu nykyisin viisi eri tasoista kokoonpanoa, joista kolme kevyintä käyttävät yhtä televisiota ja on tarkoitettu pieniin konferensseihin tai henkilökohtaisiin yhteyksiin. Kaksi raskaampaa mallia sisältävät kummatkin kolme 65-tuumaista televisiota. Niiden, sekä yhtenevien konferenssihuonekalusteiden avulla kokoukset tuntuvat todellisilta (Petri 2010). Tässä tutkimuksessa keskitytään pääasiassa toiseksi raskaimpaan malliin, CTS-3000-ratkaisuun.

Myös TelePresence-tuotteet toimivat Ciscon CallManagerin avulla, mutta puheinvaihteen erikseen hankkiminen ei ole tarpeellista sillä Cisco lupaa

huolehtia suurimmasta osasta ratkaisuun liittyvistä komponenteista ainakin kahden kalleimman TelePresencen kohdalla. Tämä helpottaa tuotteen käyttöönottoa, sillä kyseiseen tuotteeseen kuuluu esimerkiksi kokoushuoneiden seinien värisertifikaatti ja Ciscon toimittamat kalusteet. Näiden avulla kokoushuoneet saadaan näyttämään samanlaisilta, kuten kuviossa 3.



KUVIO 3. Cisco Telepresence CTS-3000 (Cisco 2010)

Ciscon TelePresencen tärkeimmät kilpailijat ovat Teliris ja Tandberg. Valmistajista ensin mainittu valmistaa ainoastaan telemaattisen läsnäolon ratkaisuja eikä lainkaan esimerkiksi videoneuvotteluihin. Vastaavia ratkaisuja löytyy myös Polycomilta, jolla on vahva sija etenkin Suomessa. Ciscon ja Telirixen ratkaisut eroavat toisistaan vain hieman. Teliris on tehnyt aiheesta vertailun, mutta puolueellisuuden vuoksi raportti jätetään huomiotta tässä tutkimuksessa.

Ciscon Telepresence-tuotteiden käyttöönottokustannukset rajoittavat huomattavan paljon järjestelmän leviämistä. Eri versioista riippuen voi ratkaisu maksaa noin 300 000 dollaria per kokoushuone. Pelkästään kahdella huoneella päästään jo yli puolen miljoonan dollarin ostokuluihin. Tämän päälle tulevat käyttökulut, riippuen ratkaisun hankintamallista. Mikäli tuotteella etsitään ratkaisua paisuneisiin matkuskustannuksiin, on lähtötasokustannuksien oltava suhteellisen korkeat (Petri 2009).

### 4.3 Polycom

Polycomin tuoteryhmästä löytyy ratkaisuja niin videoneuvotteluihin kuin telemaattiseen läsnäoloonkin. Tässä Polycomia käsittelevässä osassa huomioidaan kuitenkin vain projektiin liittyneet kaksi erilaista ratkaisua.

RoundTable, eli nykyinen Polycom CX5000, on entinen Microsoftin kehittämä 360-asteen panoraamakamera. Kamera on suunniteltu käytettäväksi Microsoft Office Live Meeting-ratkaisussa, jonka kanssa kamera on yhteensopiva myös nykyisin Polycom-brändättynä. Laitteen idea on saada koko neuvottelupöytä yhteen ainoaan kuvaan. Tämän saavuttamiseksi kamera sijoitetaan keskelle pöytää josta peiliensä kautta näkee useammalla kamerallaan täyden kehän.

Panoraamakuvan lisäksi käyttöliittymässä on erillinen kuva kullakin hetkellä äänessä olevasta puhujasta. Päätila Office Live Meeting-tuotteen näkymästä on annettu esityksen aiheelle eli usein diaesitykselle.



KUVIO 4. Office Live Meeting (Microsoft 2010)

Panoraamakuvan huonoiksi puoliksi voi laskea sen, etteivät ihmiset ole luonnollisissa mittasuhteissaan mikä johtuu laajasta kuvakulmasta ja kuvan pienestä koosta. Kuviossa 4 on esillä kokousnäky, jonka diaesityksessä on

näkyvillä panoraamakuvan lisäksi myös itse RoundTable-kamera. Vaikkei panoraamakuva välitäkään paikallaolofektiä, on siitä mahdollista nähdä kerralla koko pöytä.

Toinen projektiin liittyvä Polycomin tuote on nykyiseltä nimeltään HDX 6000. Ratkaisuun kuuluu mikrofoni, keskusyksikkö sekä HD-videokamera (Polycom 2010). Näyttölaitteena projektissa käytettiin videotykkiä. Ratkaisun idea on käyttää yhtä kameraa, joka mikrofonin avulla tunnistaa puhuvan käyttäjän jolloin kamera zoomaa kyseiseen puhujaan. Kameran objektiivin avulla on myös mahdollista näyttää koko tilaa kerralla. Tästä syystä kamera sijoitetaan yleensä näytön päälle, mutta koska käytimme kokoushuoneen videotykkiä, oli kamera sijoitettu pöydälle valkokankaan alle.

Ratkaisussa videokonferenssia ei avata soittamalla puhelimella numeroon, vaan IP-osoitteeseen. Tämä luo ongelman, jos konferenssin toinen pää on vanhan ISDN-pohjaisen järjestelmän päässä. Tällöin on käytettävä yhdyskäytävää tai ostettava yhdyskäytävä palveluna. Tällaista palvelua tarjoaa ainakin Videra. HD-järjestelmän käyttäminen yhdessä vanhempien, huonomman kuvanlaadun, järjestelmien kanssa tekee tarkemman kuvanlaadun tarpeettomasti. Suositeltavaa onkin käyttää samantasoisia laitteita jokaisessa toimipisteessä.

Polycom on panostanut videoneuvottelujärjestelmiensä käyttöönottoon viranomaisympäristöissä. Valmistajan sivuilta on ladattavissa dokumentteja DoD:n (Department of Defence) eli Yhdysvaltojen puolustusministeriön käyttöympäristöön tehtäviä asennuksia varten. Dokumenteissa kuvataan ratkaisun moninaisia tietoturvaominaisuuksia. Tietoturvaominaisuudet ovatkin työssä tutkituista ratkaisuista monipuolisimmat, vaikkakin vahvin salaus löytyy Skypestä.

#### 4.4 Skype

Skype on suljetun lähdekoodin VoIP- ja pikaviestiohjelmisto. Alun perin puheluille tarkoitettulla palvelulla on nykyisin paljon käyttäjiä, joille varsinaiset

puhelut ovat toissijainen ominaisuus. Skype'n oleellisin ero muihin pikaviestiohjelmiin nähden on se, että Skype käyttää P2P-verkostoa (peer-to-peer) liikennöintiinsä. Skype'n tekijät olivat aikaisemmin kirjoittamassa KaZaa-nimistä P2P-tiedostonjakeluverkostoa (Baset & Schulzrinne 2004).

Skype-asiakasohjelma, SC (Skype Client), kirjautuu Skype'n kirjautumispalvelimelle vain kerran istunnon alussa. Tämän jälkeen asiakkaalla ei ole mitään tekemistä kirjautumispalvelimen kanssa. Kaikki läsnäolotiedosta lähtien hoidetaan P2P-verkon SN-asiakkailla (Super Node). Skype on rakennettu ohittamaan tehokkaasti NAT-käännettyjä verkkoja (Network Address Translation) sekä palomureja. SC käyttää käyttäjä todennäköisesti STUN-protokollaa (Simple Traversal of User Datagram Protocol through Network Address Translators) osoitteenkäännöksen havaitsemiseksi, vaikkei sillä olekaan käytössään kiinteää STUN-palvelinta (IETF 2008). Todennäköisesti tätä tarkoitusta palvelee lähinnä SN (Baset & Schulzrinne 2004).

Skype on alun perin suunniteltu VoIP-liikenteeseen, joka on edelleen päämarkkina-alue, vaikka sitä tarkastellaankin tässä työssä lähinnä video-ominaisuuksiensa perusteella, jotka ovat lähinnä videopuheluita. Skype'n vahvuuksia ovat kuitenkin korkea laitevikasieto sekä vahva salaus.

Vikasieto saavutetaan P2P-verkolla, jossa Skype toimii. Sillä ei siis ole juurikaan kiinteitä, keskitettyjä palvelimia, jotka hoitaisivat palvelua, kuten kaikissa muissa tämän tutkimuksen ratkaisuissa. Salaus on ollut vahvasti mukana Skypessä jo alusta alkaen, jolloin salaus on automaattisesti päällä koko ajan eikä sitä toiminnallisuutta tarvitse erikseen asentaa. Skype salaa myös videolähetteen, mikä on monille yrityksille hyvin tärkeä asia. Tästä syystä Suomen mittakaavassa isotkin yritykset ovat ottaneet Skype'n käyttöön etenkin sisäisissä puheluissaan.

Skypeä käytettäessä liikenne kuitenkin osittain kulkee ulkomaailman kautta, vaikka puhelu soitettaisiin viereiseen huoneeseen. Tämä on kuitenkin lähinnä suorituskyky- ja makuasia, koska liikenne on vahvasti salattua 256-bittisellä AES-algoritmillä. Tästä ei kuitenkaan ole muita vakuuksia kuin Skype'n sana, koska

Skypen implementaatiota AES-algoritmista ei ole julkaistu. Skypeä on kuitenkin vuonna 2005 tutkinut ulkopuolinen taho, joka on todennut implementaation asianmukaiseksi (Skype 2010). Jäljelle jää enää kysymys henkilökohtaisesta luottamuksesta.

#### 4.5 Tokbox ja MeBeam

Ryhmäneuvottelu-kategoriassa ei ole monta edes osittain ilmaista ohjelmistoa, joilla on edes osa maksullisten ominaisuuksista. Lähimmäs ominaisuuksiltaan pääsee TokBox, joka mahdollistaa 20 käyttäjän videokonferenssin suoraan selaimen ruudussa. Monella kilpailevalla ohjelmalla jäädään vaatimattomampiin osanottajamääriin, kuten esimerkiksi OoVoo:n ja MeBeam:n ratkaisuihin (OoVoo 2010).

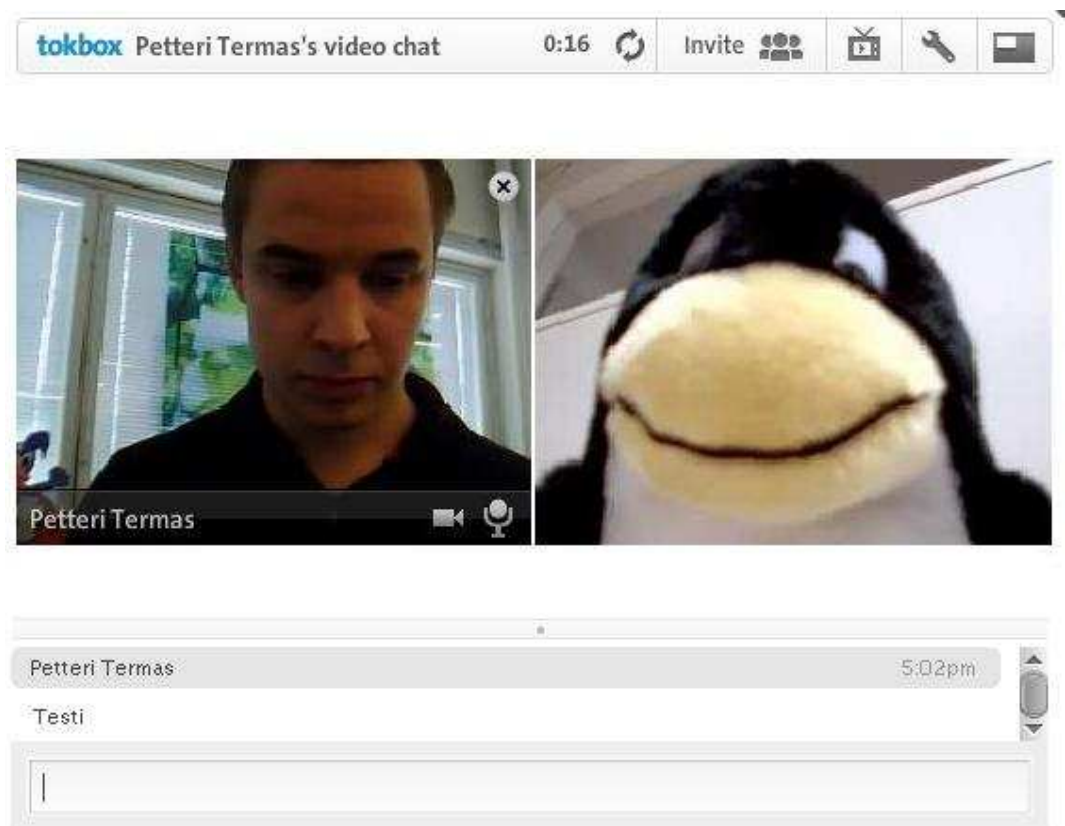
Tokboxin vahvuutena on, ettei palvelu vaadi mitään paikallisesti asennettavia sovelluksia. Riittää, että päätelaitteesta löytyy webkamera ja nettiselain.

TokBoxista on kuitenkin olemassa myös kevyt työasemalle asennettava asiakasohjelma, joka on ulkoasultaan hyvin pitkälti muiden pikaviestiohjelmien kaltainen ja helposti omaksuttavissa.

TokBox antaa itsestään hyvän yleisvaikutelman, mutta ei kerro videopuheluiden tietoturvasta mitään. Puhelukanava on suojattu yksityisellä avaimella, mutta itse videovirtaa ei ole salattu. Ohjelmalla on mahdollista lähettää videoviestejä sähköpostiin, jolloin luonnollisesti tietoturva on samalla tasolla kuin tavallisessa sähköpostissa, eli hyvin heikko. TokBox käyttää kirjautumisen tallentamiseen (muista minut -toiminto) LSO-evästettä (Local Shared Object), jolla ei ole umpeutumisaikaa eikä selain poista niitä automaattisesti. Mikäli uloskirjautumisen jättää tekemättä julkisella koneella, on seuraavalla henkilöllä edellisen käyttäjän tili käytettävissä ilman rajoituksia.

Maksullisen version oleellisimmat erot ilmaiseen nähden ovat moderointiominaisuudet sekä mahdollisuus videokonferenssien aikataulutukseen. Eroa turvaominaisuuksissa ei versioilla ole mutta oletettavaa on, että lisätietoturva on tulossa ominaisuusluetteloon myöhemmin.

Ilmaisellakin versiolla voi pitää videokonferensseja 20 hengen kesken suoraan selaimessa. Käyttäjien määrästä riippuen selaimen näyttötila jaetaan osanottajien videokuvien kesken. Tokbox tukee myös esimerkiksi tiedostojen jakoa ja videoviestejä jo ilmaisversiossaan (TokBox 2010). Kuviossa 5 on ruudunkaappaus TokBoxin keskustelunäkymästä kahden käyttäjän kesken.



KUVIO 5. TokBoxin keskustelunäkymä kahdella käyttäjällä

TokBoxin tarjoama vapaus kiinteästi asennetuista järjestelmistä on hyvä vaihtoehto paljon liikkuvalla. Mukaan ei tarvita kannettavan tietokoneen lisäksi kuin webkamera, joka sekin on useimmiten nykyään integroitu suoraan koneeseen. Mukaan tarvitaan huomattavasti vähemmän laitteistoa kuin esimerkiksi LifeSizen

Passport-mallissa, johon kuuluu kämmenen kokoinen keskusyksikkö, mikrofoni, kaukosäädin ja kamera. Luonnollisesti näiden lisäksi vaaditaan kaapelit ja televisio. Passportin eduksi on sanottava, että TokBoxilla ei ole mahdollista saavuttaa samaa 720p-resoluutiota.

TokBoxiakin kevyempi videokeskustelupalvelu on MeBeam. Sivustoa pääsee käyttämään heti antamalla ainoastaan omalle kokoushuoneelleen nimen. Tämän jälkeen nimi jaetaan muille kokoukseen osallistuville. Kuvanlaatu ei MeBeamissa ole kovin hyvä, mutta keskiverto webkameralla laatu on riittävä. Kuviossa 6 on esitelty MeBeamien käyttöliittymä kahdelle käyttäjälle.

MeBeamien vahvuuksina ovat ilmaisuus ja yksinkertaisuus. Palveluun ei vaadita rekisteröintiä. Vastaavanlaisesti myös TokBoxin kautta voidaan jakaa linkki suoraan videoneuvotteluun. MeBeamia ei kuitenkaan ole suunniteltu yrityskäyttöön, vaan MeBeamien alkuperäinen tarkoitus oli toimia MacOS-käyttöjärjestelmässä yleisen Adium-pikaviestiohjelman laajennusosana ja mahdollistaa näin videokeskustelut. MeBeam onkin helppo tapa saada videoyhteys nopeasti ilman ennakkovalmisteluja.

MeBeamissa eniten arveluttava asia on palvelun tietoturva. Harva palvelu käyttämiään video- tai audiovirtoja salaa, kuten Skypen, mutta palvelun muistakaan ominaisuuksista on hyvin vähän tietoa saatavilla. Tämä lisää helposti epäluuloja etenkin kuin videokeskusteluun liittymiseksi tarvitaan vain keskustelukanavan nimi. Käyttäjän keksimä nimi on usein yksinkertainen, kuten ruudunkaappauksesta on havaittavissa, ja siten arvattavissa.





KUVIO 6. MeBeamin keskustelunäkymä kahdella käyttäjällä

#### 4.6 LifeSize

LifeSize on Yhdysvaltalainen videoneuvottelujärjestelmiä valmistava yritys, jolla on tällä hetkellä hyvä markkina-asema HD-neuvottelujärjestelmissä hintalaatusuhteensa ansiosta. Kevyemmät LifeSizen tuotteet, kuten Passport, ovat Skype-yhteensopivia. Isommissa tuotteissa, kuten Room-sarjassa, tätä ominaisuutta ei ole. Skype-yhteensopivuus tarkoittaa tällä hetkellä ainoastaan äänipuheluiden käyttämistä Passport-tuotteen kautta. Videopuhelumahdollisuus Skype-verkossa on tulossa.

Hintaerot LifeSizen laajimman tuoteryhmän, Room-sarjan, ja markkinoiden kalleimpien tuotteiden, kuten Ciscon TelePresence-sarjan isoimpien versioiden, välillä ovat isoja. LifeSizen videokonferenssihuoneisiin suunniteltu tuote maksaa muutaman kymmenen tuhatta dollaria, eikä ratkaisu sisällä kalusteita ja televisioita. Kun kalusteet ja televisiot ostetaan erikseen pelkän tuotteen myyntihinnan päälle on ratkaisu silti halvempi kuin Esimerkiksi Ciscon CTS-

3000. Hinnaksi kahdelle tällaiselle huoneelle tulee alle puolet yhden CTS-3000 kokoushuoneen hinnasta.

Hinta onkin LifeSizen tuotteiden ehdoton valtti kilpailijoihinsa nähden. Toinen kilpailijoistaan erottuva tekijä LifeSizen tuotteissa on niiden säästeliäs kaistankäyttö. Valmistajan ratkaisut pystyvät säilyttämään kuvanlaadun ja ruudunpäivitysnopeuden kilpailijoihinsa nähden parempana alhaisilla siirtonopeuksilla. Huonoin puoli valmistajan tuotteissa on, ettei koodekkilaitteisiin saa yhdistettyä muita kuin valmistajan omia kameroita, toisin kuin esimerkiksi Polycomilla. Tosin Polycom ei tue kameroiden ohjausta koodekkilaitteesta käsin, mikäli käytetään kolmannen osapuolen kameraa, mutta kuvan saa näkymään.

LifeSizen tuotteet, kuten muutkin HD-videoneuvotteluratkaisut, käyttävät kuvan pakkauksessa H.264-standardia ja näin saavutetaan hyvä kaistankulutus suhteessa kuvanlaatuun. 720p30-resoluutio on mahdollinen jo reilun 700 kbps siirtonopeudella käytettäessä Room 200 -tuotetta. Halvemmillakin LifeSizen tuotteilla päästään 1 Mbps nopeuteen samalla resoluutiolla. Muiden valmistajien tuotteet eivät kuitenkaan pääse samalle kaistankulutus-kuvanlaatu-suhteelle. Esimerkiksi Sonyn neuvotteluhuoneratkaisut käyttävät noin 2 kertaa enemmän kaistaa samaan kuvanlaatuun.

Kuviossa 7 esitellään Passport-tuotteen kokoa. Kuviossa esillä pelkästään koodekkiyksikkö. Muut osat, eli pääasiassa kamera, ovat keskusyksikköäkin pienempiä. Myös muut LifeSizen tuotteet ovat poikkeuksetta fyysisiltä mitoiltaan pienempiä kuin kilpailijoidensa. Yleisesti pieni fyysinen koko tarkoittaa huonompaa ilmakiertoa ja sitä kautta lyhyempää elinikää, mutta asiasta ei löytynyt todisteita. Laitteisto sisältää kuitenkin aktiivisen tuuletuksen.

Passport-tuotteen käyttöönotto uudessa pisteessä on tehty helpoksi. Tuotteeseen sisäänrakennettu NAT-käännöksen ohitusalgoritmi, H.460, nopeuttaa käytön aloittamista, esimerkiksi hotellihuoneessa. Tietoturvasta on huolehdittu 128-bittisen AES-salauksen avulla, jonka pitäisi luoda riittävä suoja videoneuvottelulle. Passport-tuote tukee videoneuvottelun keskitettyä kontrollia

niin että järjestelmä voidaan asettaa ottamaan vastaan asetuksia ainoastaan yhdestä kontrollipisteestä. Näin neuvottelun toinen pää voi määrätä toisen pään kameran suunnan, mikäli käytetään moottoroitua kameraa.



KUVIO 7. LifeSize Passport on oikeasti pieni (LifeSize 2009)

#### 4.7 Microsoft Live Communications

Microsofti Live Communications on karkeasti selostettuna sisäverkkoon rakennettava pikaviestipalvelu. Palvelu käyttää tavallisen Messengerin näköistä asiakasohjelmaa nimeltä Office Communicator. Asiakasohjelman suurin ero ilmaiseen, kuluttajille suunnattuun, malliin nähden on keveys. Office Communicatorista on riisuttu kaikki ylimääräinen pois ja jäljelle on jätetty vain yritysympäristössä toimimisen kannalta oleelliset ominaisuudet.

Office Communicatorin nykyinen versio on AD (Active Directory) integroitava, jolloin käyttäjät voidaan hakea suoraan kannasta, ilman että erikseen jokaisen käyttäjän sähköpostiosoite on osattava ulkoa, kuten kuluttajaversiolla. Käyttäjän tulee kuitenkin sallia pyynnöt lisätä toinen käyttäjä kontaktilistalleen, jotta yksityisyys säilyy.

Live Communications on nopea tapa pitää yhteyttä toisella puolella rakennusta sijaitseviin kollegoihin. Live Communications nopeuttaa tiedonjakamista ja keskustelua. Videokuvaa Office Communicator osaa näyttää tavallisesta webkamerasta. Kuvantarkkuudella ei siis juuri muuta tehdä kuin havainnoida toisen eleitä. Videokuva ei Office Communicatorissa siis riitä esimerkiksi piirustusten esittelyyn, vaan kaikki esitettävä materiaali on jaettava esimerkiksi diaesityksen muodossa keskustelun muille osanottajille.

Office Communicator mahdollistaa talonsisäisen pikaviestinnän tehokkaasti vähentäen tarpeettomia käyntejä toisella puolen rakennusta kollegan luokse, mikäli hän ei olekaan paikalla. Office Communicatorista läsnäolotieto on helposti nähtävillä kontakteista, jotka ovat hyväksyneet läsnäolotiedon näyttämisen kulloisellekin henkilölle. Näin esimerkiksi toimitusjohtajan ei tarvitse näyttää alaisilleen, milloin on koneen ääressä.

LCS:n (Live Communications Server) käyttöönotto on hyvin tyypillinen Microsoftin velhoasennuksia aikaisemmin tehneelle. Etenkin AD-tuntemuksesta on ratkaisun asennusvaiheessa hyötyä, sillä nykyinen LCS-versio ei toimi enää ilman AD:a.

#### 4.8 Tulokset

Työssä tutkittiin erilaisia videokonferenssijärjestelmiä erilaisiin tarpeisiin. Tässä luvussa käydään läpi yhteenvetona, mitä ohjelmistoista ja ratkaisuista selvisi ja mihin käyttöön kukin ohjelmisto soveltuu. Tekniset erot eri ratkaisuiden välillä eivät ole isoja, koska lähes kaikki käyttävät samoja standardeja. Suurimmat erot ovatkin toteutuksessa ja laitteistossa. Tuoteryhmien välillä erot kuvanlaadussa ovat valtavia mutta hintaerot vieläkin suurempia. Halvimmillaan neuvottelu voidaan järjestelmää ilmaiseksi kun kalleimmillaan siitä saa maksaa satoja tuhansia.

Yksityiselle ihmiselle yhden henkilön kanssa kerrallaan tapahtuvaan viestintään esitellyistä ratkaisuista Skype on paras vaihtoehto. Skype on ilmainen, turvallinen ja helppo käyttää, myös pikaviestimenä ja puhelimenä. Mikäli on tarvetta keskustella videon välityksellä useamman ihmisen kanssa kerrallaan, suositeltavin vaihtoehto on TokBoxin ilmainen tili. TokBox on selkeä, toimii selaimessa eikä vaadi asennuksia, ellei itse päättä asentaa TokBoxin kevyttä asiakasohjelmaa.

Pienyritykselle pienellä budjetilla kahden henkilön väliseen keskusteluun suositeltavin vaihtoehto on Skype, koska ratkaisu on ilmainen, helppo ja turvallinen. Mikäli henkilöitä täytyy saada mukaan useampi, suositeltavin vaihtoehto on TokBox, koska se on suurimmalta osaltaan ilmainen.

Mikäli halutaan saada useampi ihminen oikeaan neuvotteluun, jossa voidaan näyttää samalla esimerkiksi diaesitystä, on LifeSizen Passport-malli hinta-ominaisuus suhteeltaan hyvä ja edullinen vaihtoehto pienelle budjetille. Passport soveltuu mukana kannettavaksi myös toimiston ulkopuolelle, mikä tekeekin siitä vartenotettavan vaihtoehdon web-pohjaisille ratkaisuille.

Mikäli HD-kuvanlaatu on pakollinen, ei web-pohjaisista tuotteista löydy ratkaisua vaan on siirryttävä laitepohjaisiin, joista huokeimmalla 720p-kuvan tarjoaa LifeSize Passport. Muiden valmistajien samaan kuvanlaatuun yltyvät tuotteet ovat huomattavasti kalliimpia.

Keskisuurille yrityksille henkilöstön väliseen viestintään riippuen olemassa olevasta laitekannasta voidaan suositella joko Microsoftin Live Communications-järjestelmää tai Skypeä. Live Communications voidaan rakentaa omaan suljettuun verkkoon, mikäli ei haluta käyttää ulkoverkossa toimivia palveluita. Mikäli halutaan järjestää oikeita videoneuvotteluita, suositeltavin vaihtoehto on LifeSize Express-tuotesarja hinta-laatusuhteensa vuoksi. Jos videoneuvotteluun halutaan panostaa, kalliimpiakin tuotteita voidaan harkita tilanteen mukaan.

Suuryrityksille voidaan suositella lähes mitä tahansa tutkimuksen järjestelmistä. Kaikkein kalleimmat järjestelmät ovat silti helposti suuryrityksenkin budjetille

hintavia, ellei niiden hankinnalle ole todellisia perusteita. Tarpeiden kartoitus onkin tärkeä toimenpide ennen videoneuvottelujärjestelmän hankkimista, ettei järjestelmä tule liian kalliiksi tai jää nurkkaan pölyttymään.

Tuote	Cisco MPX	Cisco TelePresence	Polycom HDX	LifeSize Express
Hintaluokka	Hintava	Kallis	Kallis	Hintava
Turvallisuus	Hyvä	Hyvä	Erinomainen	Erinomainen
Salaus	SSL	SRTP	AES	AES
Protokolla		SIP / H.323	SIP / H.323	SIP / H.323
Ympäristön tyyppi (avoin / suljettu)	Suljettu	Suljettu	Suljettu	Suljettu
Kuvanlaatu	Webkamera	HD	HD	HD
Kaistantarve 720p / 1080p / muu	?	15Mbps (kolmella näytöllä + data)	2 Mbps / ?	1Mbps / 1,7Mbps / 0,5Mbps (DVD)

Tuote	TokBox	Skype	MeBeam	Microsoft LCS
Hintaluokka	Ilmainen / halpa	Ilmainen	Ilmainen	Hintava
Turvallisuus	Vähäinen	Erinomainen	Ei tietoa	Hyvä
Salaus	-	AES	-	TLS / SRTP
Protokolla	-	Skype	-	Muokattu SIP
Ympäristön tyyppi (avoin / suljettu)	Avoin	Hybridi	Avoin	Suljettu
Kuvanlaatu	Webkamera	Webkamera	Webkamera	Webkamera
Kaistantarve	?	?	?	> 128kbps

KUVIO 8. Videoneuvotteluratkaisujen vertailu

Kuviossa 8 on esitetty eri videoneuvottelutuotteiden ominaisuuksia pääasiassa laatusanojen avulla. Hintoja ei vertailussa suoraan mainita, koska ne ovat monesti tarjouskohtaisia eivätkä anna välttämättä tarkkaa kuvaa tuotteen hintatasosta. Kaistankäytössä pelkkä viiva tarkoittaa, ettei kyseisellä tuotteella saavuteta 720p- tai 1080p-tarkkuuksia.

Hintaluokka rivillä hintava-merkinnän ovat saaneet kaikki tuotteet, jotka maksavat vähintään tuhansia euroja. Kalliit tuotteet puolestaan ovat tätäkin kategoriaa hinnakkaampia ratkaisuja. Listalla olevista tuotteista ainoastaan yhden toiminta pohjautuu kiinteään kuukausiveloitukseen. Kaikki muut ovat joko täysin ilmaisia tai pääasiassa ostettavissa kertakuluna.

Turvallisuus-rivi kuvaa arvioitua ratkaisun yleistä tietoturvallisuutta. Tuotteiden tietoturvallisuutta ei kuitenkaan taata. Turvallisuus-arvosanaan vaikuttaa oleellisesti ratkaisun käyttämä salaus, joka on myös erikseen mainittu.

Protokolla kertoo ratkaisun käyttämän mediaprotokollan. Suurin osa tuotteista tuki sekä SIP- että H.323-protokollia mutta kaikki web-pohjaiset ratkaisut eivät tätä tietoa ilmoittaneet. Ratkaisuista MPX ja LCS ovat mahdollista ostaa toimittajalta palveluna ilman omaa konesaliasennusta.

Ympäristö-kenttä, kertoo käytetäänkö ratkaisua julkisen verkon yli vai asennetaanko se omaan suljettuun ympäristöön. Vertailussa ei huomioida palveluna ostettavien ratkaisuiden asennusmalliin.

Kuvanlaatu on jaettu karkeasti ryhmiin sen mukaan, käyttävätkö tuotteet webkameraa vai omaa erillistä kameraansa. Koska kaikki tuotteen omat kamerat sattuvat kuvaamaan parhaimmillaan HD-laatuista kuvaa, on kuvanlaaduksi ilmoitettu HD, vaikka tuote pystyisikin vain 720p-resoluutioon.

Kaistantarvetta ei kaikista tutkituista ratkaisuista ilmoitettu, eikä web-pohjaisilla ratkaisuilla saavuteta edes 720p-resoluutiota. Tämän vuoksi tuotteita on hankala vertailla keskenään pelkästään tämän ominaisuuden perusteella. Voisi kuvitella valmistajilla olevan halua ilmoittaa kaistankulutuksesta tarkemmin, koska laajemmissa käyttöönotoissa alkaa useamman videovirran kaistankäyttö merkitsemään huomattavaakin kuormitusta verkkolaitteille ja näin kustannuksille.



## 5 VIDEONEUVOTTELUIJÄRJESTELMÄPROJEKTI

### 5.1 Videoneuvotteluprojektin asiakas

Projekti toteutettiin DNA Oy:n kiinteän verkon liiketoiminnan Lahden-konttorin asiakkaalle, jonka nimeä ei tässä työssä voida mainita. Asiakkaalla oli valmiina käytössään DNA:lle ulkoistettu puhelinvaihte, johon MeetingPlace Express asennettiin.

Asennusvaiheessa työhön osallistui lisäksi ulkopuolinen tietoliikenneyrityksen konsultti. Vaikka kyseessä oli lopullinen asennus, käytettiin ympäristöä testausmielessä tuotteen ominaisuuksiin tutustumiseen.

### 5.2 Videoneuvottelujärjestelmäprojektin tavoitteet

Työn tavoitteena oli ottaa asiakkaalle käyttöön Cisco MeetingPlace Express-viestintäratkaisu olemassa olevaan CallManageriin, dokumentoida tuotteen asennus ja saada näin kyseisen tuotteen asennus- ja ylläpito-osaamista rakentamisesta vastanneelle osastolle. Projektin tavoitteet saavutettiin ympäristön pystytyksen osalta hyvin. Asiakas ei kuitenkaan ottanut järjestelmää käyttöön alkuperäisen aikataulun mukaan. Tämä ei kuitenkaan johtunut viivästyksistä projektissa. Kuviossa 8 esitellään projektin SWOT-analyysi (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats).

Projektille tärkeä ominaisuus oli mahdollisuus yhdistää olemassaolevaan tietotekniikkaympäristöön, jolloin Ciscon ratkaisu oli helpoin valinta, koska yrityksellä oli ennestään käytössään Ciscon puhelinvaihte. Meeting Place Express on kuitenkin integroitavissa myös muiden puhelinvaihteiden kanssa.

Jokaiselle työasemalle erikseen asennettava asiakasohjelma lisää käyttöönottohetkellä ja sen jälkeen tukihenkilöstön tarvetta, mutta mahdollistaa helpomman yhteydenpidon jokaisen omasta työpisteestä käsin. Kuvanlaadun tasoon nähden ratkaisu ei kuitenkaan tule suhteessa halvaksi, vaikka ratkaisu helpottaakin kahdenkeskistä kanssakäymistä tavalliseen puheluun nähden huomattavasti. Tuotteen avulla on jopa mahdollista lisätä kommunikaation määrää, kun keskustelut kollegan kanssa ovat luontevampia kuin pelkän puhelimen avulla. Videokuvan käyttö kuitenkin samalla heikentää yksityisyyttä, vaikkei sen käyttö olekaan pakollista.

<p>Vahvuudet</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Integroitavuus valmiisiin järjestelmiin</li> <li>- Pienet laitteistovaatimukset</li> <li>- Asennettavissa jokaiselle työasemalle</li> </ul>	<p>Heikkoudet</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hintava</li> <li>- Huono kuvanlaatu</li> <li>- Asennettava jokaiselle työasemalle</li> </ul>
<p>Mahdollisuudet</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Helpottaa yhteydenpitoa</li> <li>- Lisätä kommunikaatiota</li> </ul>	<p>Uhat</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vähentää yksityisyyttä</li> <li>- Lisää lähituen tarvetta</li> </ul>

KUVIO 9. Projektin SWOT-analyysi

## 6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää erilaisten videoneuvottelujärjestelmien eroja sekä ominaisuuksia. Tutkimuksen pohjalta voidaan aloittaa suunnittelu videoneuvottelujärjestelmän käyttöönotosta yrityksessä. Valintaa ei voida tehdä pelkästään tämän työn perusteella, koska kohdeyrityksen tarpeet ja laatuvaatimukset vaihtelevat suuresti.

Työn vertailtavat tuotteet edustivat kahta kategoriata, pikaviestipohjaisia videoviestintäjärjestelmiä sekä tuotteita, jotka on suunniteltu pelkästään videokonferensseja varten. Pikaviestipohjaiset järjestelmät käyttävät videoviestintään poikkeuksetta webkameroita ja jälkimmäiset erillisiä tarkoitukseen suunniteltuja laitteistoja. Näiden kategorioiden lisäksi työssä tutkittiin 3G-videopuhelun teknistä toimivuutta videoviestivälineenä. Lähes kaikki tutkimuksen ratkaisut tukivat yleisiä protokollia, kuten H.323 ja SIP, joten protokollan valinta ei juurikaan rajoita päätöstä ratkaisun valinnassa.

Varsinaisten videokonferenssiratkaisuiden välillä on suuria eroja etenkin kaistankäytön tehokkuudessa. Paras kaistankäytön tehokkuus löytyy LifeSizen tuotteista. Halvimmalla videoneuvottelujärjestelmän käyttöönotossa selviää ilmaiseksi valitsemalla jonkin web-pohjaisen tuotteen, kuten TokBoxin.

Mikäli HD-kuvanlaatu on pakollinen, ei web-pohjaisista tuotteista löydy ratkaisua vaan on siirryttävä laitepohjaisiin, joista huokeimmalla 720p-kuvan tarjoaa LifeSize Passport. Muiden valmistajien samaan kuvanlaatuun yltävät tuotteet ovat huomattavasti kalliimpia.

Yksityiselle ihmiselle yhden henkilön kanssa kerrallaan tapahtuvaan viestintään esitellyistä ratkaisuista Skype on paras vaihtoehto. Skype on ilmainen, turvallinen ja helppo käyttää, myös pikaviestimenä ja puhelimenä. Skype on hyvä valinta myös pienyrityksen käyttöön samoista syistä. Lähes kaikki tutkimuksen ratkaisut

mahdollistivat salatun viestinnän. Kaikkien tuotteiden osalta ei kuitenkaan selvinnyt varmuudella, salaako kyseinen ratkaisu myös itse videovirran vai pelkästään kontrolli- ja kirjautumisdatan.

Työn pohjana oli projekti, jossa asiakkaalle otettiin käyttöön videokeskustelujärjestelmä sekä yhdistettiin se olemassaolevaan puhelininfrastruktuuriin. Projekti onnistui tavoitteessan järjestelmän käyttöönotossa.

## 7 VIDEONEUVOTTELUIJÄRJESTELMIEN TULEVAISUUS

Videoneuvottelujärjestelmät kehittyvät koko ajan, kuten kaikki tekniset ja erityisesti tietotekniset keksinnöt. Tämän vuoksi tulevaisuutta on hankala ennustaa. Varmaa on kuitenkin, että kuvanlaatu paranee entisestään, luoden neuvotteluista entistäkin todenmukaisempia. Äänenlaatu ja suorituskyky kaistan käytössä tulevat myös parantumaan, mutta koska resoluutio- ja näyttöjen määrä lisääntyy, ei tarvittavan kokonaiskaistan määrä todennäköisesti kuitenkaan ainakaan vähene.

Todennäköisesti televisiot korvataan suuremman kuvan mahdollistavalla tekniikalla, kuten Panasonicin LifeWall-tuotteella, jolloin koko seinän kokoinen videoneuvotteluyhteys olisi mahdollinen. Tällaisella järjestelmällä voitaisiin opettaa auditoriota täynnä opiskelijoita hyvinkin realistisesti tuhansien kilometrien päästä. Tekniikka ei ole tällaisten kokousten tai opetustapahtumien esteenä. Pääasiallisesti käyttöönoton esteenä vielä muutaman vuoden ajan ovat isot kaistavaatimukset sekä järjestelmien hinnat. (Hagerdorf Follet 2008.)

Jossain vaiheessa videoneuvottelujärjestelmissä tullaan aikaan, ettei 2D-kuva enää riitä. Jossain vaiheessa järjestelmät siirtynevätkin käyttämään 3D- tai hologrammitekniikkaa, edellyttäen että tekniikka on tarpeeksi kehittyntä. Video tulee integroitumaan vielä paremmin henkilökohtaisiin kommunikaattoreihin, jolloin ei enää voida puhua pelkästään puhelimesta, vaikka nykyisin puhelin on jo multimedialaite.

Videoläsnäolo tulee myös lisääntymään kodeissa, kuten moni tieteisleffakin on ennustanut, ja todennäköisesti integroituu olohuoneen televisioon liitettävän järjestelmän kautta. Monesta kodista löytyykin jo valmiina riittävän iso televisio luonnollisen kokoisen kuvan esittämiseen. Yleistyessään laajalle kodin videoyhteydenpitojärjestelmistä tulee luultavasti kyseisen ajankohdan ilmiö samalla tavoin kuin Facebook on tällä hetkellä.

Ennen kuin varsinaiseen 3D-videoon päästään on ainakin Ciscolla tarkoituksena tuoda markkinoille tuote joka mahdollistaa objektin, esimerkiksi CAD-kuvan (Computer Aided Design) esittämisen 180-asteen 3D-kuvana. Tavoitteena on helpottaa viestintää, jossa tarvitaan paljon ääriiviamalleja kuten autoteollisuudessa. Tuotteen arvioidaan tulevan markkinoille muutaman vuoden päästä (Hagendorf Follet 2008).

Käyttäjän näkökulmasta videoviestinnästä tulee tulevaisuudessa helpompaa ja todellisempaa järjestelmien ollessa osa arkea. Viestintä siirtyy erityisistä huoneista enemmän kannettaviin yhteydenpitovälineisiin. Realistisuutta luovat kokoushuoneet eivät silti ole katoamassa. Niistä tulee kiinteä osa työskentelytiloja, jolloin siirtyminen kokoukseen on yksinkertaista ja helppoa. Yritykset tulevat ottamaan uuden sukupolven videoneuvottelujärjestelmät käyttöön helpottaakseen eri maanosissa sijaitsevien toimistojensa viestintää sekä helpottaakseen ympäristöpaineita. Tulevaisuudessa videoneuvottelujärjestelmät tulevat korvaamaan ison osan puhelinliikenteestä ja oikeista tapaamisesta vähentäen näin liikkumisen tarvetta. Näin osaltaan tekniikka auttaa ympäristöpäästöjen vähentämistä ja tukee kestäväää kehitystä.

## LÄHTEET

### Painetut lähteet

Gough, M. & Rosenfeld, J. 2006. Video Conferencing. Rockland: Syngress Publishing

### Elektroniset lähteet

Baset S. A. & Schulzrinne H., 2004. An Analysis of the Skype Peer-to-Peer Internet Telephony Protocol. Columbia University Department of Computer Science [viitattu 10.4.2009]. Saatavissa: <http://www1.cs.columbia.edu/~library/TR-repository/reports/reports-2004/cucs-039-04.pdf>

Cisco. 2010. Médiathèque. Cisco [viitattu 19.3.2010]. Saatavissa: <http://www.cisco.com/web/FR/press/mediatheque/index.html>

Daniel Petri. 2009. What is Cisco Telepresence and what does it take? [viitattu 18.3.2010]. Saatavissa: <http://www.petri.co.il/cisco-telepresence-what-is-it-what-does-it-take-video-conferencing-hdtv.htm>

Evernet User Manual. 2009. Operaattoreiden kuuluvuuskartat. Siptune [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa: <http://www.siptune.net/siptune.net/tiki-index.php?page=Operaattoreiden+kuuluvuuskartat>

Hagendorf Follet. 2008. The Future of Videoconferencing [viitattu 31.3.2010]. Saatavissa: <http://www.crn.com/networking/206105856>

IETF. 2000. RFC 2778. A Model for Presence and Instant Messaging. International Telecommunication Union [viitattu 10.4.2009]. Saatavissa: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2778.txt>

IETF. 2002. RFC 3261. International Telecommunication Union [viitattu 28.3.2009]. Saatavissa: <http://tools.ietf.org/html/rfc3261>

IETF. 2008. RFC 5389. Session Traversal Utilities for NAT. International Telecommunication Union [viitattu 10.4.2009]. Saatavissa: <http://tools.ietf.org/html/rfc5389>

ITU-T. 2005. Recommendation H.263. International Telecommunications Union [viitattu 21.3.2009]. Saatavissa: <http://www.itu.int/rec/T-REC-H.263/>

ITU-T. 2007. Recommendation H.324 (2005), Amendment 2 (08/07). International Telecommunications Union [viitattu 28.3.2009]. Saatavissa: <http://www.itu.int/rec/T-REC-H.324-200708-I!Amd2/en>

ITU-T. 2008. Recommendation H.245. International Telecommunication Union [viitattu 28.3.2009]. Saatavissa: <http://www.itu.int/rec/T-REC-H.245/en>

LifeSize. 2009. Case Study – Goodbaby. LifeSize [viitattu 31.3.2010]. Saatavissa: [http://www.lifesize.com/Business\\_Solutions/Case\\_Studies/Case-Study\\_Goodbaby.aspx](http://www.lifesize.com/Business_Solutions/Case_Studies/Case-Study_Goodbaby.aspx)

LifeSize.2010. Press Room. LifeSize [viitattu 29.4.2010]. Saatavissa: [http://www.lifesize.com/en/Company/News\\_and\\_Events/Press\\_Room.aspx](http://www.lifesize.com/en/Company/News_and_Events/Press_Room.aspx)

LoveToKnow Corp. 2008. H.320 definition. LoveToKnow [viitattu 15.3.2010]. Saatavissa: <http://www.yourdictionary.com/telecom/h-320>

Merriam-Webster. Videoconferencing. Merriam-Webster Inc [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa: <http://www.merriam-webster.com/dictionary/videoconferencing>

Microsoft. 2010. Press Kit. Microsoft [viitattu 19.3.2010]. Saatavissa: <http://www.microsoft.com/presspass/presskits/uc/gallery.msp>



MSNPiki. 2007. Unofficial MSN Protocol Documentation - MSN Protocol Version 8-15. MSNPiki [ viitattu 28.3.2009]. Saatavissa:  
[http://msnpiki.msnfanatic.com/index.php/Main\\_Page](http://msnpiki.msnfanatic.com/index.php/Main_Page)

OoVoo. 2010. Pricing - list of free features and premium features on ooVoo . OoVoo [viitattu 15.3.2010]. Saatavissa: U.S. Treasury Department's list of Specially Designated Nationals.

Packetizer. 2010. H.323 versus SIP: A Comparison. Packetizer [viitattu 18.3.2010]. Saatavissa: [http://www.packetizer.com/ipmc/h323\\_vs\\_sip/](http://www.packetizer.com/ipmc/h323_vs_sip/)

Polycom. 2010. Polycom HDX 6000 Series -video conferencing solution. Polycom [viitattu 19.3.2010]. Saatavilla:  
[http://www.polycom.eu/products/telepresence\\_video/telepresence\\_solutions/room\\_telepresence/hdx6000.html](http://www.polycom.eu/products/telepresence_video/telepresence_solutions/room_telepresence/hdx6000.html)

Rutgers. 2007. H323 Tutorial. Rutgers, The State University of New Jersey [viitattu 28.3.2009]. Saatavissa:  
[http://www.td.rutgers.edu/documentation/FAQ/H.323\\_Tutorial/](http://www.td.rutgers.edu/documentation/FAQ/H.323_Tutorial/)

Skype. 2010. Skype Security - protecting your online safety, security and privacy. Skype [viitattu 19.3.2010]. Saatavissa: <http://www.skype.com/security/>

Slovák, P. 2007. Effect of Videoconferencing Environments on Perception of Communication [viitattu 19.3.2009]. Saatavissa:  
<http://www.cyberpsychology.eu/view.php?cisloclanku=2007072901>

Talentum. 2004. Pursiainen jyrähti umts-vitkuttelusta. Talentum Uutiset [viitattu 28.3.2009]. Saatavissa: [http://www.talentum.com/doc.ot?d\\_id=170378](http://www.talentum.com/doc.ot?d_id=170378)

TokBox. 2010. Features & Pricing. TokBox [viitattu 15.3.2010]. Saatavissa:  
<https://payments.tokbox.com/billing/plans>

Videra. 2010. Tuotteet ja palvelut. Videra [viitattu 14.3.2010]. Saatavissa:  
[www.videra.fi](http://www.videra.fi)

Voip Think. 2010. SIP Architecture. Voip Think [viitattu 15.3.2010]. Saatavissa:  
[http://www.en.voipforo.com/SIP/SIP\\_architecture.php](http://www.en.voipforo.com/SIP/SIP_architecture.php)

Webopedia. 2009. What is videoconferencing? Jupitermedia Corporation [viitattu 27.2.2009]. Saatavissa:  
<http://www.webopedia.com/TERM/V/videoconferencing.html>

YouTube. 2009. Learn More: Optimizing your video uploads. YouTube, LLC [viitattu 14.3.2010]. Saatavissa [help.youtube.com](http://help.youtube.com).