

# VOIP-TESTIPUHELINJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Teemu Sipiläinen

Opinnäytetyö  
Marraskuu 2010

Tietoverkkotekniikka  
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) SIPILÄINEN, Teemu	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 15.11.2010
	Sivumäärä 67	Julkaisun kieli suomi
	Luottamuksellisuus ( ) saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty ( X )
Työn nimi VOIP-TESTIPUHELINJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS		
Koulutusohjelma Tietoverkkotekniikka		
Työn ohjaaja(t) NARIKKA, Jorma		
Toimeksiantaja(t) Cygate Oy NUUTINEN, Juhani		
Tiivistelmä <p>Työssä tarkasteltiin Cisco Unified Communications Manager -VoIP-puhelinjärjestelmää. Lisäksi luotiin ohjeet yleisimpien toimenpiteiden suorittamiseksi Cygate Oy:n tuotanto- ja asiakasjärjestelmissä. Tätä varten suunniteltiin ja toteutettiin testijärjestelmä, jossa toimenpiteet tehtiin ennen niiden dokumentointia.</p> <p>Testijärjestelmää voidaan käyttää jatkossa myös uusien ominaisuuksien testaamiseen ja lisäohjeistuksen laatimiseen, kun tarvetta siihen ilmenee. Ohjeistus sisältää toimenpideohjeet käyttäjien ja puhelinten tietojen lisäämiseksi, muokkaamiseksi ja poistamiseksi asiakasjärjestelmissä sekä yleisohjeet Cygaten Palvelukeskuksen oman puhelinjärjestelmän käyttämiseksi. Lisäksi suunniteltiin perustestausprosessi asiakasympäristöjen toiminnan varmistamiseksi heti käyttöönotosta lähtien.</p> <p>Työssä tutustuttiin yleiseen puhelinverkkoon, matkapuhelinverkkoon, VoIP-tekniikkaan, SIP- ja H.323-protokollisiin sekä Cisco-puhelinjärjestelmätuotteisiin.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Cisco, Communications Manager, H.323, IP-puhelut, SIP, VoIP		
Muut tiedot Liitteet: 19 sivua		



Author(s) SIPILÄINEN, Teemu	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 15.11.2010
	Pages 67	Language Finnish
	Confidential ( ) Until	Permission for web publication ( X )
Title DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A VOIP TEST PHONE SYSTEM		
Degree Programme Information technology		
Tutor(s) NARIKKA, Jorma		
Assigned by Cygate Oy NUUTINEN, Juhani		
Abstract <p>This thesis reviews Cisco Unified Communications Manager VoIP phone system. General instructions were made for making basic procedures in Cygate Oy office and production phone systems. A test telephone system was designed and implemented. This setting was used during the tests. The results of the tests were used when the instructions were made.</p> <p>This test system can be used in the future when new directions are needed. The documentation includes information how to add, modify and delete users and phone profiles in customer system environments. The instructions also include necessary information how to use Cygate ServiceDesk phone system. In addition, a basic test process was planned to verify the functionality of a delivered customer VoIP telephone system.</p> <p>VoIP technology, Session Initiation Protocol, H.323, public switched telephone network and public land mobile network are also covered in this thesis. Cisco phone system products are also introduced.</p>		
Keywords Cisco, Communications Manager, H.323, IP telephony, SIP, VoIP		
Miscellaneous Attachments: 19 pages		

## SISÄLTÖ

SANASTO .....	3
1 TYÖN LÄHTÖKOHDAT .....	7
1.1 Toimeksiantaja.....	7
1.2 Tausta ja tavoitteet.....	7
2 YLEINEN PUHELINVERKKO .....	9
3 MATKAPUHELINVERKKO .....	11
4 VOIP-PROTOKOLLAT.....	12
4.1 Yleistä .....	12
4.2 H.323.....	13
4.2.1 Yleistä.....	13
4.2.2 H.323-verkon laitteet .....	13
4.2.3 H.323-verkon protokollat .....	15
4.3 SIP .....	16
4.3.1 Yleistä.....	16
4.3.2 SIP-metodit ja vastaussanomaluokat .....	17
4.3.3 SIP-verkon protokollat .....	21
5 CISCO UNIFIED COMMUNICATIONS -JÄRJESTELMÄ.....	23
5.1 Cisco Unified Communications Manager.....	23
5.2 Cisco Unified Contact Center Express.....	25
5.3 Cisco Agent Desktop.....	25
5.4 Päätelaitteet .....	27
5.4.1 Cisco IP Communicator .....	27
5.4.2 Cisco Unified IP Phone -puhelimet.....	28
5.5 PSTN-yhdyskäytävä .....	29
6 TESTIYMPÄRISTÖ .....	31
6.1 Verkko.....	31
6.2 Työryhmäkytkin .....	34
6.3 Runkokytkin .....	36
6.4 Cisco Unified IP Phone 7940, 7960 ja IP Communicator .....	38
6.5 Cisco Unified Communications Manager.....	40
6.6 Cisco Unified Contact Center Express.....	41
7 TESTIT.....	42

	2
8 PERUSTESTAUSPROSESSI .....	44
9 POHDINTA .....	45
LÄHTEET .....	47
LIITTEET .....	49
Liite 1. H.323-protokollat.....	49
Liite 2. SIP-vastaussanomat.....	51
Liite 3. Palvelukeskuksen puhelinjärjestelmän käyttöohjeet .....	53
Liite 4. Käyttäjän, puhelimen ja alanumeron lisääminen Cisco Unified Communications Manager -järjestelmään .....	62

## KUVIOT

KUVIO 1. H.323-verkon komponentit.....	14
KUVIO 2. H.323-protokollat.....	16
KUVIO 3. SIP-puhelun signalointi.....	20
KUVIO 4. Cisco Unified Communications Managerin WWW-käyttöliittymä.....	24
KUVIO 5. Cisco Agent Desktop -ohjelman käyttöliittymä.....	26
KUVIO 6. Cisco IP Communicator .....	27
KUVIO 7. Cisco Unified IP Phone 7942G.....	28
KUVIO 8. Toimistoverkon L2-verkkokuva.....	31
KUVIO 9. Testijärjestelmän L2-verkkokuva.....	32
KUVIO 10. Toimistoverkon ja testijärjestelmän L3-verkkokuva .....	33

## TAULUKOT

TAULUKKO 1. SIP-protokollan tilakoodit .....	19
TAULUKKO 2. Testauksessa käytettyjen päätelaitteiden tiedot ja asetukset.....	39
TAULUKKO 3. CUCM-testipalvelimen tekniset tiedot .....	41

## SANASTO

ACD	Automatic Call Distribution; Automaattinen puhelujärjestelmä, joka välittää puhelut puhelinkeskuksen agenteille tiettyjä valinta- ja jonotussääntöjä käyttäen
BAT	Bulk Administration Tool; Työkalu, jonka avulla CUCM-järjestelmään voidaan tuoda tai sieltä viedä suuria määriä tietoa
CAD	Cisco Agent Desktop; Sovellus, jolla agentti käyttää Cisco Unified Contact Center -järjestelmää
CCNA	Cisco Certified Network Associate; Cisco Systemsin myöntämä sertifiikaatti tietoliikenneasiantuntijoille
CCX	Contact Center Express; Cisco Unified Communications -järjestelmän puhelukeskustoiminnot sisältävä komponentti
CLI	Command Line Interface; Komentorivi, jolla järjestelmää voidaan ohjata merkkipohjaisilla käskyillä ja parametreillä
CUCM	Cisco Unified Communications Manager; Cisco Systemsin ohjelmistopohjainen puhelujenprosessointijärjestelmä, josta käytetään myös nimityksiä Unified Communications Manager (UCM) ja Communications Manager (CM)
Gatekeeper	Portinvartija; Tekee muun muassa osoitemuunnoksia IP- ja nimiosoitteiden välillä

Gateway	Yhdyskäytävä; Yhdistää kaksi eri verkkoa toisiinsa
GSM	Global System for Mobile Communications; Maailman yleisimmin käytetty matkapuhelinjärjestelmä
H.323	Puhelunohjausprotokolla tai signaalointiprotokolla, jota käytetään muun muassa videoneuvottelujen muodostamiseen
HTTP	Hypertext Transfer Protocol; WWW-sivujen siirtämisessä käytettävä protokolla
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers; Kansainvälinen tekniikan alan järjestö
IETF	International Engineering Task Force; Internet-protokollien standardoinnista vastaava järjestö
IOS	Internetwork Operating System; Cisco Systemsin käyttämä reitittimien ja kytkimien käyttöjärjestelmä
IP	Internet Protocol; Pakettimuotoista dataa siirtävä protokolla
ISO	International Organization for Standardization; Kansainvälinen standardointijärjestö
ITU	International Telecommunication Union; Kansainvälinen YK:n alaisuudessa toimiva telealan standardointijärjestö
LAN	Local Area Network; Lähiverkko

MCS	Media Convergence Server; Cisco Systemsin palvelinratkaisu VoIP-tuotteille
MCU	Multipoint Control Unit; Mahdollistaa konferenssineuvottelut useamman päätelaitteen välillä
MGCP	Media Gateway Control Protocol; Yhdyskäytävien hallitsemiseen käytetty protokolla
MMUSIC	Multiparty Multimedia Session Control; Multiparty Multimedia Session Control Working Group on IETF:n työryhmä, joka aloitti SIPin kehityksen
PBX	Private Branch Exchange; Puhelinkeskus, joka yhdistää käyttäjien puhelut
PER	Packet Encoding Rules; H.323-protokollan käyttämä menetelmä datan koodaamiseen
PLMN	Public Land Mobile Network; Yleinen matkapuhelinverkko
POE	Power Over Ethernet; Tekniikka, jolla käyttöjännite voidaan syöttää kytkimen porttiin liitetylelle laitteelle, kuten IP-puhelimelle ja WLAN-tukiasemalle
PSTN	Public Switched Telephone Network; Yleinen puhelinverkko
QOS	Quality of Service; Palvelunlaatu
RSVP	Resource Reservation Protocol; Verkon laitteilta resurssien varaamiseen käytetty protokolla



RTCP	Real-time Transport Control Protocol; Protokolla, joka huolehtii RTP-protokollan siirtämästä datasta
RTP	Real-time Transport Protocol; Internetissä multimedian tiedonsiirtoon käytetty protokolla
RTSP	Real-Time Streaming Protocol; Kontrolloii ääni- ja videovirran lähettämistä IP-verkoissa
SCCP	Skinny Client Control Protocol; Ciscon IP-puhelimien ja CUCM:n välillä käytetty kevyt signaalointiprotokolla
SIP	Session Initiation Protocol; Yhteysjakson aloitusprotokolla
SS7	Signaling System 7; Puhelinverkon signaalointiprotokolla, joka kontrolloii keskusten välistä liikennettä
TCP	Transmission Control Protocol; Protokolla, joka huolehtii pakettien perille menosta ja lähettää ne tarvittaessa uudelleen
TFTP	Trivial File Transfer Protocol; Rakenteeltaan yksinkertainen ja resursseja säästävä tiedostojensiirtoprotokolla
UDP	User Datagram Protocol; Protokolla, joka ei varmista pakettien perille menoa
VoIP	Voice over Internet Protocol; Yleistermi, jota käytetään puheen ja videon siirrosta IP-verkoissa

# 1 TYÖN LÄHTÖKOHDAT

## 1.1 Toimeksiantaja

Työn toimeksiantaja Cygate Oy suunnittelee, asentaa ja ylläpitää IP-tekologiaan sekä omiin ja yhteistyökumppaneiden tuotteisiin perustuvia tietoverkkoratkaisuja. Lisäksi Cygate tarjoaa järjestelmien ja tietoverkkojen hallinta- ja valvontaratkaisuja sekä hallintapalveluja. Konsernissa työskentelee noin 500 työntekijää Suomessa ja Ruotsissa. Pääkonttori sijaitsee Tukholmassa; Suomen toimipisteet ovat Espoossa, Jyväskylässä, Kouvolassa, Oulussa, Tampereella ja Turussa. (Cygate n.d.)

## 1.2 Tausta ja tavoitteet

Cygate Palvelukeskus koostuu CCNA-tason asiantuntijoista ja se toimii yhteydenottopisteinä asiakkaiden ja Cygaten välillä. Asiakkaiden kaikki palvelupyynnöt kohdistuvat Palvelukeskukseen, joka toimii ympärivuorokautisesti seitsemänä päivänä viikossa vuoden jokaisena päivänä. Yhteydenotot tapahtuvat joko sähköpostitse tai puhelimen välityksellä. Osa niistä on asiakkaiden muutospyyntöjä, jotka liittyvät Cygaten toimittamiin Cisco Systemsin puhelinjärjestelmiin. Yleensä työtilaukset ovat kyseisten järjestelmien käyttäjiin ja puhelimiin liittyviä lisäys-, muokkaus- ja poistotoimenpiteitä.

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda ohjeet yleisimpien operaatioiden suorittamiseksi asiakkaiden Cisco Unified Communications Manager (CUCM) -puhelinkeskusjärjestelmiin. Tätä varten suunniteltiin ja toteutettiin CUCM-testijärjestelmä. Työssä laaditut asiakirjat sisältävät tiedot käyttäjien, puhelimien ja niiden alanumerojen lisäämiseksi asiakasjärjestelmiin. Ohjeistuksia voidaan soveltaa myös muutos- ja poistotoimenpiteitä tehtäessä. Aiemmat olemassa olevat ohjeet oli todettu puutteellisiksi, mikä toimi motivaationa työn suorittamiselle. Testijärjestelmää voidaan käyttää jatkossa myös uusien ominaisuuksien testaamiseen ja lisäohjeistuksen laatimiseen, kun Palvelukeskus ottaa lisävastuuta asiakkaiden CUCM-ympäristöistä.

Cygate vaihtoi Palvelukeskuksessa aiemmin käytössä olleen Telepo Business Communications Solution -puhelinympäristön Cisco Unified Contact Center Express (CCX) -puhelinkeskusjärjestelmään 1. huhtikuuta 2010. Tehtävänä oli laatia ohjeistus nykyisille ja tuleville Palvelukeskuksen työntekijöille uuden CCX-järjestelmän tärkeimpien ominaisuuksien käyttämiseksi päivittäisissä työtehtävissä. Ohjeet luotiin muun muassa käyttäjien kirjautumiselle järjestelmään, puhelujen siirroille ja konferenssipuheluiden muodostamiselle. Lisäksi kyseisen järjestelmän raportointityökalu oli asennettava ja sen käyttö oli dokumentoitava osana tätä työtä.

Asiakkaille toimitettujen järjestelmien toimivuuden ja laadun takaamiseksi laadittiin luonnos perustestausprosessista. Sitä voidaan käyttää VoIP-puhelinjärjestelmien toiminnan varmistamiseksi heti käyttöönotosta lähtien. Luonnosta voidaan hyödyntää, kun käyttöönottoprosessia kehitetään edelleen.

Tavoitteet lyhyesti:

- Cisco Unified Communications Manager -testausjärjestelmän suunnittelu ja toteutus
- Yleisimpien asiakasjärjestelmiin kohdistuvien toimenpiteiden suorittaminen testausjärjestelmässä sekä ohjeistusten laatiminen toimivien kokoonpanojen ja tehtyjen toimenpiteiden pohjalta
- Testausprosessin suunnittelu asiakasjärjestelmien toiminnan varmistamiseksi niiden käyttöönoton yhteydessä
- Palvelukeskuksen CCX-järjestelmän käytön dokumentointi
- Palvelukeskuksen CCX-järjestelmän raportointityökalun käyttöönotto ja dokumentointi

Opinnäytetyössä tarkastellaan Cisco Unified Communications -puhelinkeskusjärjestelmää, joka integroi älypuhelimet, lankapuhelimet ja IP-pohjaisen puheensiirtotekniikan yhdeksi kommunikaatiojärjestelmäksi. Tässä yhteydessä esitellään nykyaikaisessa VoIP-verkossa tarvittavat laitteet. Työssä tutustutaan myös VoIP-tekologiaan, H.323- ja SIP-protokolliin sekä käydään lyhyesti läpi yleinen puhelinverkko ja matkapuhelinverkko.

## 2 YLEINEN PUHELINVERKKO

Puhelinverkon ja siten myös nykyaikaisen tietoliikenteen kehityksen alulle panijana voidaan pitää taidemaalari Samuel Morsen keksimää lennätintä, joka sai patentin vuonna 1847. Jo tuota ennen oli ensimmäinen lennätinyhteys rakennettu Washingtonin ja Baltimoren välille vuonna 1845 ja toimiva yhteys Euroopan ja Pohjois-Amerikan välille saatiin merikaapelin ansiosta jo vuonna 1866. Merkittävää tietoliikenteen kasvua alkoi kuitenkin tapahtua vasta vuonna 1876, kun Alexander Graham Bell sai patentin keksimälleen puhelimelle. Muutamassa vuodessa keksintö levisi ympäri maailmaa. Vain viisi vuotta myöhemmin ensimmäinen Suomen puhelinkekus otettiin käyttöön Turussa vuonna 1881. Puhelinyhdistyksiä perustettiin ympäri maata useisiin eri kaupunkeihin muutaman seuraavan vuoden aikana. Ensimmäinen ulkomaanpuhelinyhteys saatiin Tornton ja Haaparannan välille 1900-luvun alussa. Ensimmäinen automaattikeskus otettiin puolestaan käyttöön Helsingin Töölössä vuonna 1922. Näiden merkkipaalujen jälkeen puhelinliittymien määrä on jatkanut kasvuaan voimakkaasti, ja nykyään niitä on maailmassa noin 700 miljoonaa. (Volotinen 1999, 9–10.)

Aluksi puhelinverkot koostuivat puhelinlaitteista ja niiden välille vedetyistä johtimista. Tämän vuoksi puhelut onnistuivat vain toisiinsa liitettyjen puhelinlaitteiden välillä. Vuodesta 1878 puhelimet alettiin kytkeä keskuksiin, jotka yhdistettiin siirtojärjestelmillä toisiinsa. Ensimmäiset järjestelmän verkot olivat analogisia, ja niissä puhelut yhdistettiin käsivälitteisesti keskusten kautta tilaajien välillä. Tekniikan kehittyessä automaatio saatiin avuksi, ja ensimmäinen automaattinen puhelinkekus otettiin käyttöön vuonna 1892. Puhelimen valintalevyn avulla välitettiin soittajan valitsema vastaanottajan puhelinnumero keskukselle. Tämä tapahtui siten, että puhelin käytti pulssivalintaa eli katkomalla linjalla kulkevaa taajuutta. Nykyään verkot on digitalisoitu ja automatisoitu, jolloin puheluiden yhdistämisestä huolehtii tietotekniikka. Tämän seurauksena sähkömekaanisesta relekytkentäisestä puhelujen välityksestä on luovuttu. (Puhelinverkko 2010; Volotinen 1999, 10–11.)

Nykymuotoinen perinteinen puhelinverkko eli PSTN koostuu useista piirikytkentäisistä ja digitalisoiduista puhelinverkoista ympäri maailmaa. Nykyään sitä ei kuitenkaan voida pitää täysin piirikytkentäisenä, koska puhelujen välityksessä käytetään paljon myös lähi-

verkkojen ja Internetin hyödyntämiä pakettivälitteisiä verkkoja. Tällöin liikenne tilaajan ja vastaanottajan välillä ei liiku pelkästään yhtä piiriä pitkin, vaan se voi kulkea paketeina useammalla eri reitillä, joilla voi puolestaan liikkua useamman eri yhteyden paketteja samaan aikaan. (Puhelinverkko 2010.)

Yksinkertaisimmillaan puhelinverkko koostuu päätelaitteesta, kuten puhelin, joka on johtimella yhdistettynä tilaajaverkon kautta edelleen puhelinkeskukseen. Sieltä liikenne välitetään toiseen keskukseen tai suoraan haluttuun toiseen päätelaitteeseen. Keskusten välisestä puhelinliikenteestä huolehtii yleensä SS7-protokolla. (Mt.)

Puhelinverkkojen toimintaa säätelee ja standardisoi maailmanlaajuisesti Kansainvälinen televiestintäliitto ITU ja Suomessa Viestintävirasto.

### 3 MATKAPUHELINVERKKO

Perinteisen PSTN-puhelinverkon yhteydessä toimii monissa tapauksissa myös PLMN (Public Land Mobile Network) -matkapuhelinverkkoja. Nykyisin laajalti käytössä oleva GSM-verkko on eräs PLMN-verkko, ja se toimii langattomana jatkona perinteiselle langalliselle puhelinverkolle.

GSM-verkon komponentteja ovat matkapuhelinkeskukset, tukiasemat ja GSM-päätelaitteet. Matkapuhelimella soitettu puhelu tai lähetetty tekstiviesti muutetaan aluksi digitaaliseen muotoon, minkä jälkeen se siirtyy radiosignaalin välityksellä matkapuhelinverkon tukiasemaan. Se on kiinteä asema, joka vastaanottaa ja lähettää antennien avulla radioaaltoja sekä muuttaa ne fyysiseen siirtotiehen sopivaksi signaaliksi ja toisin päin. (Näin toimii gsm-matkapuhelinverkko n.d.)

Tukiasema koostuu enintään kolmesta solusta, jotka muodostavat peittoalueen. Solun muodon ja koon puolestaan määräävät lähetin-/vastaanotinantennien korkeus, suuntaus, teho ja maaston muoto. Kaupungeissa käytetään heikkotehoisia tukiasemia, jotta niitä voidaan asentaa tiheämmin. Asennuspaikkoina toimivat rakennusten katot ja seinät. Harvemmin asutuilla alueilla tukiasemat asennetaan korkeammalle, ja ne toimivat suuremmalla teholla, jotta niiden määrä voidaan pitää kohtuullisena. Tällöin ne sijoitetaan yleensä radiomastoihin. Solussa on enintään kuusi lähetin-vastaanotinantennia. Kukin niistä voi käsitellä maksimissaan seitsemää puhelua, joista kullekin on varattu yksi aikaväli. Merkinantoa varten on yksi aikaväli, jota käytetään myös tekstiviestien lähettämiseen. (Mt.)

Tukiasema voi käsitellä 15–40 asiakasta yhtä aikaa. Jos sen kapasiteetti ylittyy, siihen lisätään lähetin-vastaanotinyksikköjä tai tukiasemien määrää alueella lisätään. Kapasiteetti katsotaan ylittyneeksi, jos toistuvasti useampi kuin yksi puhelu sadasta estyy. Merkinannolle ja tekstiviesteille varatun oman aikavälin ansiosta viestit välittyvät myös verkon ruuhkautuessa. Lisäksi tekstiviestit voidaan välittää perille myös viiveellä sen jälkeen, kun ruuhka verkossa on vähentynyt. Tukiasema on yhteydessä matkapuhelinkeskukseen, joka välittää puhelut matkapuhelinverkosta toiseen tai perinteiseen PSTN-puhelinverkkoon. (Mt.)

## 4 VOIP-PROTOKOLLAT

### 4.1 Yleistä

Ennen Internetin aikakautta dataa, kuvaa ja ääntä kuljetettiin yleensä eri verkoissa. Kansainvälisten standardien puuttuminen aiheutti ongelmia, kun yhteyksiä haluttiin muodostaa eri maiden välillä. Tietyt tekniikat saattoivat olla käytössä vain tietyissä maanosissa tai maissa. Järjestöt IETF, IEEE, ISO ja ITU-T muodostettiin kehittämään kansainvälisiä standardeja. Osa näistä on ollut tekemässä kehitystyötä, jotta muun muassa äänen ja datan siirtoon käytetyt teknologiat saataisiin yhteneväisiksi koko maailmassa.

Voice over IP eli VoIP on yleiskäsite IP-verkoissa kuljetettavalle puheliikenteelle. Se ei siis ota kantaa siihen, miten tietoa välitetään verkossa ja miten päätepisteiden väliset yhteydet luodaan. Itse äänen siirtoon käytetään puheprotokollia. Yhteyksien hallinnointiin käytetään juuri kyseiseen tarkoitukseen kehitettyjä signaalointiprotokollia kuten SIP ja H.323, jonka ensiksi mainittu on jo miltei täysin syrjäyttänyt monipuolisuutensa ansiosta. Niitä tarvitaan yhteyksien muodostamisessa ja osapuolten paikantamisessa verkossa.

Tässä työssä esitellään molemmat protokollat, koska kumpikin on nykyään laajassa käytössä IP-puheliikenteessä. SIPin ja H.323:n suurin ero on niiden sijoittumisessa OSI-malliin. SIP sijaitsee sovelluskerroksella, kun H.323 toimii puolestaan alemmilla kerroksilla. Lisäksi SIP käyttää Internetin kaltaisia osoitteistuksia, datatyyppejä, ohjelmistoja ja protokollia. Tämän vuoksi tulevaisuudessa ei ole enää tarvetta erilliselle verkolle äänipuheluita varten, vaan kaikki tieto voidaan kuljettaa yhdessä ja samassa dataverkossa.

## 4.2 H.323

### 4.2.1 Yleistä

H.323 on sateenvarjostandardi, joka kattaa useita eri protokollia äänen, videon ja datan kuljettamiseen IP-pohjaisissa pakettikytkentäisissä tietoverkoissa. Protokolla on kansainvälisen televiestintäliiton telestandardointisektorin ITU-T:n kehittämä. Laite tai ohjelmisto on eri valmistajien tuotteiden kanssa yhteensopiva, jos se tukee H.323:a. (Davidson, Peters, Bhatia, Kalidindi & Mukherjee 2007, 241.)

Protokolla koodaa välitettävän tiedon käyttämällä PER-menetelmää, jota käytetään kun verkon tiedonsiirtonopeus on rajallinen. H.323:a on aiemmin käytetty paljon VoIP-puhelinvaihteissa, ja se muistuttaakin huomattavasti niissä käytettyä SS7-protokollaa. Lisäksi se tarjoaa myös videopuheluiden välittämisen IP-verkoissa. (Porter, Baskin, Chaffin, Cross, Kanclirz, Rosela, Shim & Zmolek 2006, 123–124.)

H.323 on ollut keskeinen protokolla VoIPin kehityksen historiassa, mutta osittain raskaan tekniikkansa vuoksi SIP on korvannut sen miltei kokonaan. Ensimmäinen protokollan versio H.323 v1 julkaistiin vuonna 1996, ja sen tarkoitus oli tukea avointa ja valmistajariippumatonta sovelluskehitystä VoIP:lle. Viimeisin korjauksia ja täydennyksiä sisältänyt versio on H.323 v7 vuodelta 2009.

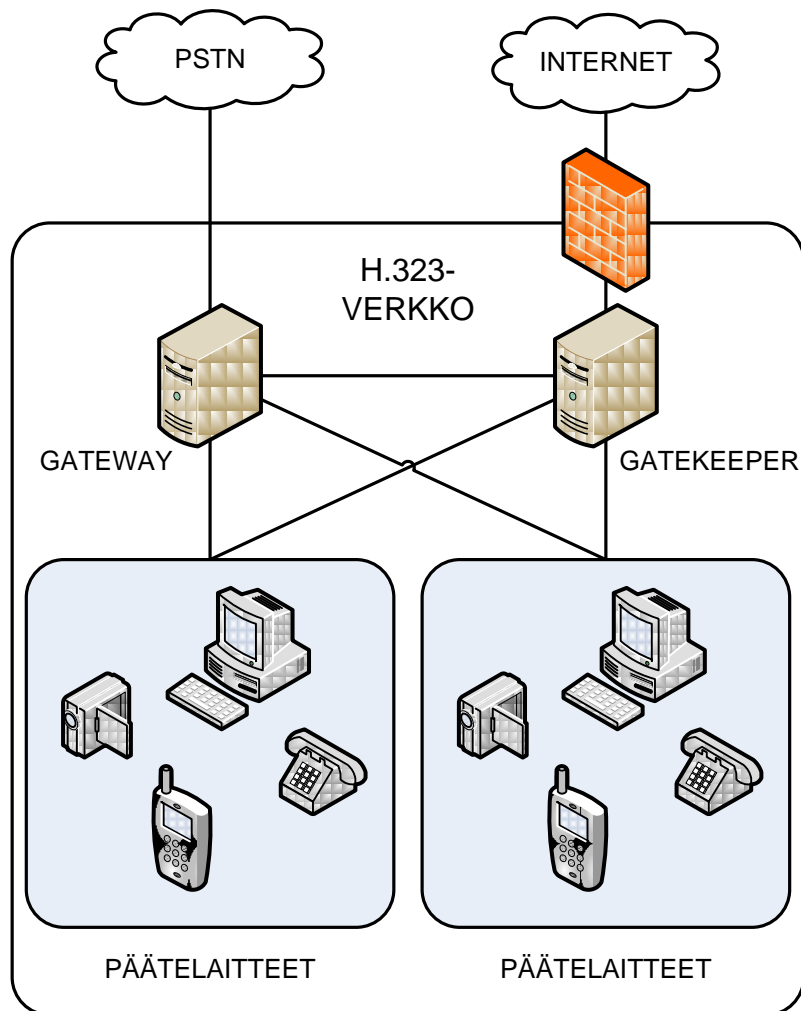
### 4.2.2 H.323-verkon laitteet

H.323-verkko voi koostua neljästä eri komponentista (Porter ym. 2006, 124), joita verkossa voi olla useita. Nämä ovat

- päätelaitteet eli terminaalit
- portinvartijat
- yhdyskäytävät ja
- MCU (Multipoint Control Unit) -laitteet.

Kuvio 1 havainnollistaa edellä mainittujen laitteiden sijoittumista H.323-verkkoon.





KUVIO 1. H.323-verkon komponentit (Porter ym. 2006, 125)

Päätelaitteena toimii yleensä H.323-protokollaa tukeva VoIP-puhelin tai tietokoneella käytettävä ohjelmistopuhelin kuten Microsoft NetMeeting. Gatekeeper eli portinvartija ei ole pakollinen verkon osa, mutta se osaa muuttaa symbolisen nimiosoitteen, kuten matti@omadomain.com, IP-osoitteeksi ja löytää parhaan mahdollisen reitin kullekin yhteydelle IP-verkossa. Jos verkossa ei siis ole kyseistä laitetta, päätelaitteet voivat käyttää vain IP-osoitteita puheluiden reititykseen. Lisäksi portinvartija tarkkailee palvelujen käyttöastetta ja suorittaa kaistanleveyden hallintaa. (Mts. 125.)

Gateway eli yhdyskäytävä yhdistää VoIP-verkon toisiin VoIP- tai televerkkoihin. Usein se toimii siis piirikytkentäisen puhelinverkon ja pakettikytkentäisen IP-verkon välissä. Joissakin tapauksissa se tekee myös signaalointi- ja mediamuunnoksia. Se voi esimerkiksi

muuttaa protokollan televerkossa siirrettävään muotoon. Usein portinvartija ja yhdyskätävä ovat yksi ja sama laite. (Mts. 125–126.)

MCU-laite mahdollistaa konferenssineuvottelut kolmen tai useamman päätelaitteen välillä. H.323-standardi mahdollistaa keskitetyt ja ei-keskitetyt konferenssipalvelut IP-verkossa. (Mts. 126.)

### **4.2.3 H.323-verkon protokollat**

Kuten jo aiemmin todettiin, H.323 on eräänlainen sateenvarjostandardi, joka käsittää useita eri protokollia. Kattavampi luettelo niistä on nähtävissä liitteessä Liite 1, mutta tässä on kuitenkin esitelty muutamia merkittävimpiä protokollia ja niiden käyttötarkoituksia.

Tärkeimmät protokollat ovat RTP ja RTCP. RTP eli Real-time Transport Protocol välittää äänen ja videon, huolehtii datan lähettämisestä ja sen jakamisesta sekvensseihin, aikaleimauksesta sekä datansiirron tarkkailusta. RTCP eli Real Time Control Protocol hoitaa kontrollipakettien lähettämisen multimediatatan vastaanottajalle. Käytännössä se kertoo esimerkiksi palvelunlaatuun (QoS) liittyviä asioita yhteydestä kuten tietoja pakettien hävikin suuruudesta sekä saapumisajasta ja -järjestyksestä kohteeseen. (Porter ym. 2006, 136.)

RAS- eli Registration Admission Status -protokollaa käytetään, kun ollaan rekisteröitymässä verkkoon, pyytämässä lupaa yhteydelle, varaamassa kaistaa tai poistumassa verkosta. Protokolla toimii portinvartijan ja päätelaitteen välillä, joten jos portinvartijakomponenttia ei verkossa ole, RAS-protokollaa ei tarvita. (Davidson ym. 2007, 250.)

Puhelun signalointiin ja kuvaamiseen käytetään H.225-protokollaa, joka sisältää lähteen ja kohteen IP-osoitteet, portit ja maatunnukset. H.245 on yhteydenhallintaprotokolla, joka määrittää päätelaitteiden ominaisuudet ja hoitaa loogisten kanavien avaamiseen ja sulkemisen. Niissä voidaan siirtää muun muassa videota ja ääntä. (Porter ym. 2006, 134.)

Lisäksi H.323-verkko tarvitsee toimiakseen verkkokerroksen IP-protokollan sekä kuljetuskerroksen TCP- ja UDP-protokollat. Kuviossa 2 on esitetty H.323-protokollan toimintojen sijoittuminen eri protokollatasoille.

Sovellus				
H.245 Puhelun hallinta	H.225 Signalointi	H.225 RAS	RTCP	Koodekit
			RTP	
TCP		UDP		
IP				

KUVIO 2. H.323-protokollat (Porter ym. 2006, 126)

## 4.3 SIP

### 4.3.1 Yleistä

SIP eli Session Initiation Protocol on OSI-mallin sovelluskerroksen signalointiprotokolla, jota käytetään multimediatyöryhmien muodostamiseen, ylläpitoon ja päättämiseen kahden multimedialaitteen välillä. Välittävä tieto voi olla videota tai ääntä. SIPin kehitys aloitettiin Columbian yliopiston tietoliikennelaboratoriossa viime vuosikymmenellä. Tuolloin sen avulla kutsuttiin muita osallistujia videokonferensseihin. Protokollan kehityksestä vastasi IETF Multiparty Multimedia Session Control (MMUSIC) Working Group -työryhmä, joka julkaisi ensimmäisen SIPin version vuonna 1997. Toinen versio julkaistiin vuonna 1998, ja se sisälsi tärkeitä korjauksia edeltäjäänsä. Protokollan ensimmäinen standardi RFC 2543 julkaistiin vuonna 1999. Saavutetun suosion johdosta IETF on perustanut uusia työryhmiä dokumentoimaan SIPiä, kehittämään sitä ja tutki- maan sen laajempia käyttömahdollisuuksia eri sovelluksissa. Standardin viimeisin versio RFC 3261 on vuodelta 2002. (Davidson ym. 2007, 267.)

Jotta esimerkiksi puhelin ja tietokone osaisivat keskustella keskenään, tarvitaan yhteinen protokolla kuten SIP. Sitä voidaan käyttää teoriassa minkä tahansa datan siirtämiseen tietoverkoissa olevien tietokoneiden välillä. Protokollalla on muun muassa mahdollista muodostaa ääni- ja kuvapuhelinyhteyksiä sekä lähettää videokuvaa ja muodostaa tietokone- ja videopeliyhteyksiä Internetin yli. Sitä pystytään hyödyntämään myös tulevien matkapuhelinverkkojen IP-pohjaisissa palveluissa. Voidaan sanoa, että kyseessä on ensimmäinen mediasta riippumaton monen käyttäjän mediayhteyksien luomiseen käytetty tietoliikenneprotokolla. Se mahdollistaa medioiden ja käyttäjien lisäämisen ja poistamisen jo muodostettujen yhteyksien aikana.

SIP muistuttaa HTTP-protokollaa, koska sekin on tekstipohjainen, kevyt, avoin ja muokattava. Modulaarisuutensa vuoksi osa toiminnoista voidaan toteuttaa erillisillä protokollilla. SIP itsessään ei tarjoa mitään palveluita, vaan ne ovat toteutettavissa sen päälle. Esimerkiksi SIMPLE-protokollilla standardia on laajennettu kattamaan pikaviestit ja saatavuuspalvelut, joilla käyttäjät voivat ilmoittaa toisilleen olevansa muun muassa tavoitettavissa tai varattuina. (Porter ym. 2006, 146.)

Muokattavuutensa lisäksi SIPin eduksi voidaan laskea puhelujen lyhyt muodostumisaika. Näiden syiden vuoksi se on korvannut vanhemman videoneuvotteluihin käytetyn H.323-protokollan miltei kokonaan, ja siitä on hyvää vauhtia tulossa VoIP-ympäristöjen tärkein protokolla.

### **4.3.2 SIP-metodit ja vastaussanomaluokat**

Tekstipohjaista SIP-protokollaa käytetään tiedon välittämiseen asiakaslaitteiden ja -ohjelmistojen sekä palvelimien välillä. Alkuperäinen SIP-standardi RFC 2543 (1999, 25–33) määrittelee kuusi pyyntösanomaa eli metodia, joilla tietoa voidaan vaihtaa yhteyden muodostamisessa, hallinnassa ja päättämisessä. Metodit ovat seuraavat:

1. INVITE alustaa yhteyden esimerkiksi kutsumalla käyttäjäagentin liittymään puheluun. Samalla välitetään usein myös tietoa soittajan käyttämästä mediasta ja joissakin tapauksissa myös palvelunlaadusta.

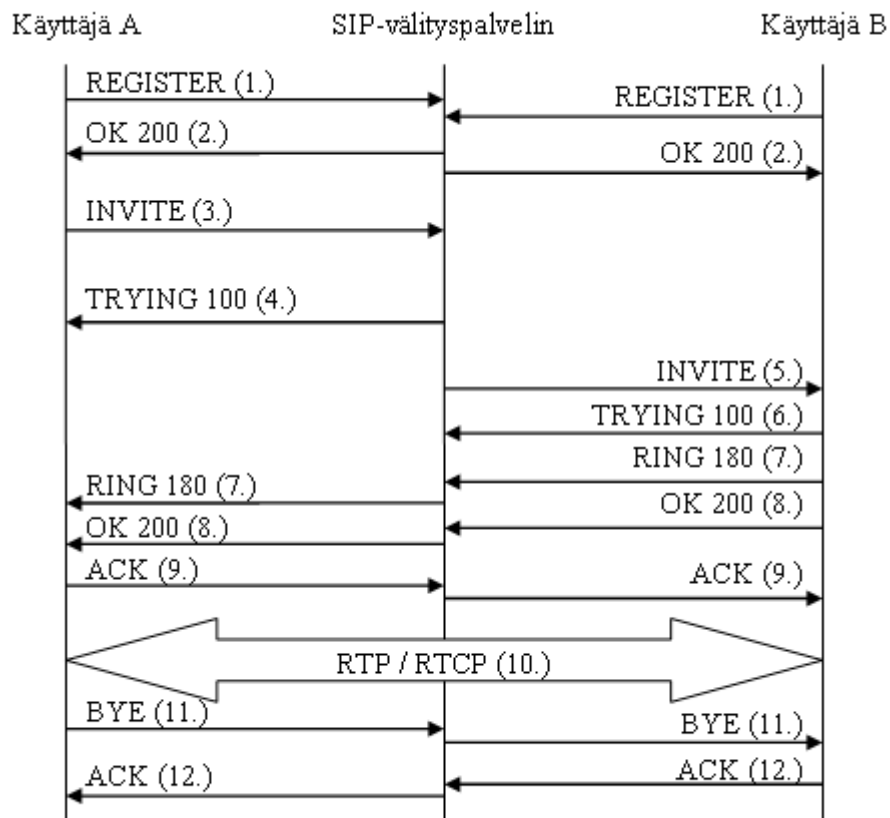
2. ACK hyväksyy kutsun (INVITE) ja vahvistaa, että se on vastaanotettu. Lisäksi sillä informoidaan viestin lähettäjää siitä, että viesti on vastaanotettu.
3. CANCEL-metodilla käyttäjäagentti tai välityspalvelin voi peruuttaa vireillä olevan pyynnön kuten etsinnän tai soittopyynnön. Metodi ei kuitenkaan pääätä käytössä olevaa yhteyttä.
4. BYE-metodissa soittava tai vastaanottava käyttäjäagentti lähettää palvelimelle pyynnön, jossa se ilmaisee halunsa päättää session. Lopputuloksena istunto katkeaa.
5. OPTIONS-metodilla käyttäjäagentti voi hankkia tietoja käytettävissä olevasta yhteydestä eli käytännössä toisen agentin tai välityspalvelimen ominaisuuksista. Sessiota ei automaattisesti luoda, kun tieto vastapuolen ominaisuuksista on saatu.
6. REGISTER-metodilla käyttäjäagentti tiedottaa rekisteripalvelinta (registration server) sijainnistaan ilmoittamalla IP-osoitteensa ja host-nimensä, joihin haluaa vastaanottaa puheluita.

SIP-palvelimet tai toiset käyttäjäagentit muodostavat SIP-vastaussanomiamia, joilla ne vastaavat käyttäjäagenttien lähettämiin pyyntöihin. Vastaussanomiat sisältävät tilakoodin. Se ilmoittaa, miten pyyntö käsiteltiin ja toteutettiin vastaanottajalla. Esimerkiksi puhelun soittamisen yhteydessä vastaussanomiat ilmaisevat puhelun onnistumista tai epäonnistumista ja palvelimen tilan. Kolminumeroinen tilakoodin ensimmäinen numero kertoo vastauksen tilan. Kahdella muulla numerolla on tarkentava merkitys, mutta esimerkiksi tilakoodeja 100–199 voidaan pitää tarkoitukseltaan vastaavina. Tilakoodit on lueteltu taulukossa 1 ja kattavampi listaus SIP-vastaussanomista on liitteessä 2.

TAULUKKO 1. SIP-protokollan tilakoodit (Johnston 2001, 76)

<b>Tilakoodi</b>	<b>Luokka</b>	<b>Kuvaus</b>
1XX	Informatiivinen	Pyyntö on vastaanotettu, ja se on käsittelyssä
2XX	Onnistuminen	Pyyntö on ymmärretty ja hyväksytty
3XX	Uudelleenohjaus	Palvelin on suorittanut pyynnön osittain, mutta sen loppuunsaattaminen edellyttää uudelleenohjausta ja jatkotoimenpiteitä
4XX	Asiakaspään virhe	Asiakkaan lähettämä pyyntö oli virheellinen, joten palvelin ei voi toteuttaa sitä
5XX	Palvelimen virhe	Pyyntö on ymmärretty, mutta juuri kyseessä oleva palvelin ei onnistunut sen suorittamisessa
6XX	Globaali virhe	Mikään palvelin ei voi toteuttaa pyyntöä

Kuviossa 3 on esitetty viestien vaihto, kun käyttäjä A haluaa muodostaa yhteyden käyttäjään B asiakas-palvelin-arkkitehtuuriin perustuvassa SIP-verkossa.



KUVIO 3. SIP-puhelun signaointi (Johnston 2001, 25)

Kuviossa olevan esimerkin mukainen SIP-puhelun muodostuminen tapahtuu seuraavalla tavalla:

1. Käyttäjien A ja B päätelaitteet rekisteröityvät välityspalvelimelle lähettämällä REGISTER-pyyntöt.
2. Välityspalvelin kuittaa todennuksen onnistuneeksi OK 200 -viestillä.
3. Käyttäjän A päätelaite lähettää INVITE-kutsun välityspalvelimelle.

4. Palvelin vastaa käyttäjälle A vastaussanomalla TRYING 100. Se ilmaisee, että pyyntö on vastaanotettu ja se on käsittelyssä. Tässä tapauksessa se siis tarkoittaa palvelimen yrittävän muodostaa yhteyttä käyttäjään B.
5. Palvelin välittää INVITE-kutsun käyttäjälle B.
6. Käyttäjän B päätelaite kuittaa saaneensa INVITE-kutsun lähettämällä TRYING 100 -viestin palvelimelle.
7. Päätelaite B alkaa soida ja ilmoittaa siitä palvelimelle informatiivisella RING 180 -viestillä. Palvelin välittää viestin käyttäjän A päätelaitteelle.
8. Käyttäjän B vastattua puhelimeen päätelaite lähettää OK 200 -pyynnön välityspalvelimelle. Palvelin välittää sanoman käyttäjän A päätelaitteelle.
9. Käyttäjän A päätelaite lähettää ACK-kuittauksen palvelimelle, jolloin puhelu muodostuu. Palvelin välittää sanoman käyttäjän B päätelaitteelle.
10. RTP-protokolla välittää äänen datan muodossa SDP-protokollalta saamiensa parametrien mukaisesti.
11. Esimerkissä käyttäjä A katkaisee puhelun, jolloin hänen päätelaitteensa lähettää BYE-viestin välityspalvelimelle, joka välittää sen edelleen käyttäjän B päätelaitteelle.
12. Käyttäjän B päätelaite lähettää ACK-kuittauksen välityspalvelimelle, joka välittää sen edelleen käyttäjän A päätelaitteelle. Puhelu on nyt päättynyt.

### 4.3.3 SIP-verkon protokollat

SIP ei ole sateenvarjostandardi kuten H.323, vaan siinä on itsessään toteutettuna tarvittavat toiminnot. Lisäksi se tarvitsee toimiakseen RTP, RTCP, RTSP ja RSVP-protokollat.



Yhteyksien kuvausten, kuten porttien ja koodekkien, välittämiseen käytetään tekstipohjaista SDP-protokollaa, joka lähettää tiedot UDP-paketteina. Sillä lähetetään yhteyden kuvaamisessa tarvittavat tiedot. Se välittää muun muassa informaation siirrettävästä mediasta. (Porter ym. 2006, 167.)

SIP käyttää H.323:n tavoin RTP-protokollaa datan eli kuvan, äänen ja videon siirtämiseen. RTCP-protokolla varmistaa RTP:n lähettämien UDP-pakettien perillemenon. Median siirtämisen reaaliaikaiseen kontrollointiin käytetään puolestaan RTSP-protokollaa. Sillä hallitaan mediavirtaa eli käytännössä aloitetaan, pysäytetään ja lopetetaan IP-verkosta siirtyvän ääni- ja videovirran siirtyminen. (Porter ym. 2006, 167–168.)

RSVP on protokolla, jota SIP-verkon laitteet käyttävät resurssien varaamiseen halutulle yhteydelle multimediasyhteyksiä käsitteleviltä reitittimiltä. Se on siis kehitetty palvelunlaadun varmistamiseksi. Sitä käytetään kuitenkin harvoin, koska kyseinen protokolla vaatii tuen verkon laitteilta. (Porter ym. 2006, 225–226.)

## 5 CISCO UNIFIED COMMUNICATIONS -JÄRJESTELMÄ

### 5.1 Cisco Unified Communications Manager

Cisco Unified Communications Manager (CUCM) on Cisco Systemsin ohjelmistopohjainen puhelujenprosessointijärjestelmä. Tuotteen viimeisin versio on 8.0. Sen edeltäjiä ovat Cisco Unified CallManager, Cisco CallManager ja Selsius-CallManager. (Lovell 2002, 11; Cisco Unified Communications Manager 2010.)

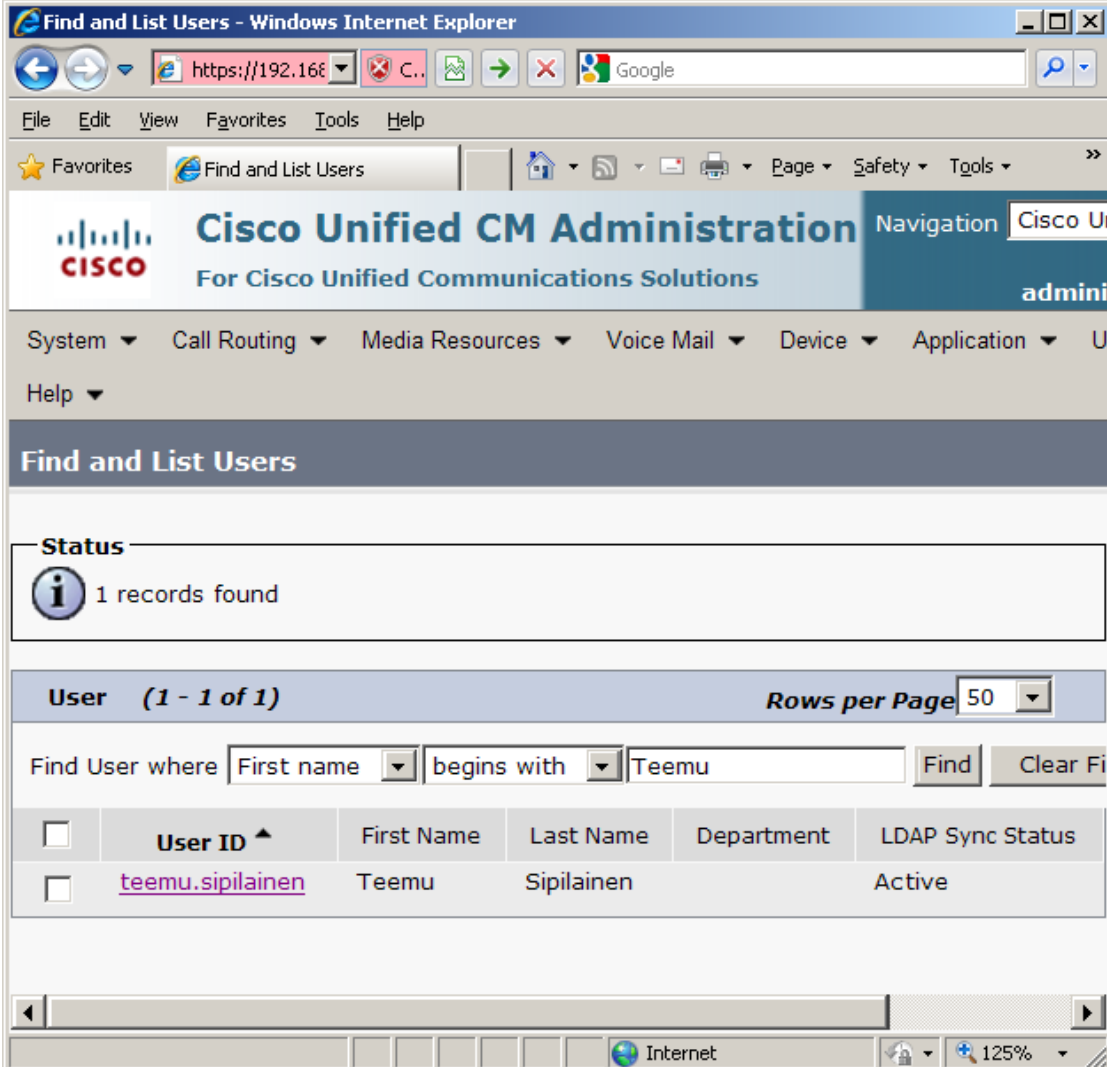
CUCM yhdistää VoIP-verkon komponentit, kuten IP-puhelimet, yhdyskäytävät, konferenssisillat ja puhepostilaatikot. Se käyttää SCCP-protokollaa signaalointiin IP-puhelimien kanssa ja H.323-, SIP- ja MGCP-protokollia välittäessään puheluita yhdyskäytävälle. CUCM:n tehtävä on käsitellä soitetut puhelut niiden puhelinnumerojen perusteella ja ohjata yhdyskäytävää vastaanottamaan ja siirtämään puheluita IP-verkossa tai IP- ja PSTN-verkkojen välillä. (Cisco Unified Communications Manager Version 8.0 n.d.)

CUCM asennetaan joko Cisco Media Convergence Server (MCS) -palvelimelle tai Ciscon hyväksymälle muun valmistajan, kuten HP:n tai IBM:n, palvelimelle. Yksittäinen serveri voi hallita satoja agenteja. Järjestelmä on mahdollista klusteroida asentamalla se toiselle samanlaiselle alustalle. Tällä voidaan lisätä kokoonpanon vikasietoisuutta. Aktiivisen laitteen hajotessa passiivinen ottaa vastuun ja alkaa toimia sen tilalla, jolloin viallinen osa voidaan vaihtaa puhelujärjestelmän toiminnan siirtämisestä. Aktiivisia ja passiivisia laitteita voi olla useampiakin, jolloin järjestelmä voi parhaimmillaan hallita jopa 60 000:ta puhelinta. (Cisco Unified Communications Manager Version 8.0 n.d.; Lovell 2002, 11–12, 17–21.)

Järjestelmän Express-versio on IOS-pohjainen IP-PBX, joka voidaan asentaa tiettyihin Ciscon valmistamiin verkon aktiivilaitteisiin. Se on tarkoitettu pienyrityksille ja suurempien yritysten sivutoimipisteille. CUCM Express (CUCME) tukee SCCP:tä käyttäviä IP-

puhelimia ja tarjoaa runsaat analogiset ja digitaaliset puheluominaisuudet. (Cisco Unified Communications Manager 2010.)

CUCM-järjestelmässä on mahdollisuus myös CLI-komentorivin käyttöön. Viimeisimmisissä versioissa CLI-komentorivin käyttöä on pyritty vähentämään ja enää sitä ei käytetä järjestelmän hallinnointiin vaan vianselvitykseen. Kaikki järjestelmään tapahtuvat säädöt tehdään kuviossa 4 näkyvän WWW-käyttöliittymän avulla. (Cisco Unified Communications Manager Version 8.0 n.d.)



The screenshot shows the Cisco Unified CM Administration web interface in Internet Explorer. The page title is "Find and List Users". The status bar indicates "1 records found". The search criteria are: "Find User where" with "First name" selected, "begins with" selected, and "Teemu" entered in the search field. The search results table is as follows:

<input type="checkbox"/>	User ID ^	First Name	Last Name	Department	LDAP Sync Status
<input type="checkbox"/>	<a href="#">teemu.sipilainen</a>	Teemu	Sipilainen		Active

KUVIO 4. Cisco Unified Communications Managerin WWW-käyttöliittymä

Suurempia muutostöitä varten on tarjolla BAT-työkalu, jonka avulla järjestelmään voidaan tuoda tai sieltä viedä suurempia määriä tietoa. Suurien puhelin- ja käyttäjämäärien lisäykset hoituvat siis tällä työkalulla. (Lovell 2002, 275.)

## 5.2 Cisco Unified Contact Center Express

Cisco Unified Contact Center Express (CCX) laajentaa CUCM-ympäristöä palvelukeskustoiminnoilla. Contact Service Queue -komponentti lisää järjestelmään ACD-ominaisuudet, jolloin asiakkaiden soittaessa ACD-numeroon puhelut ohjautuvat jonosta vapautuville agenteille. (Cisco Unified Contact Center Express 8.5 n.d.)

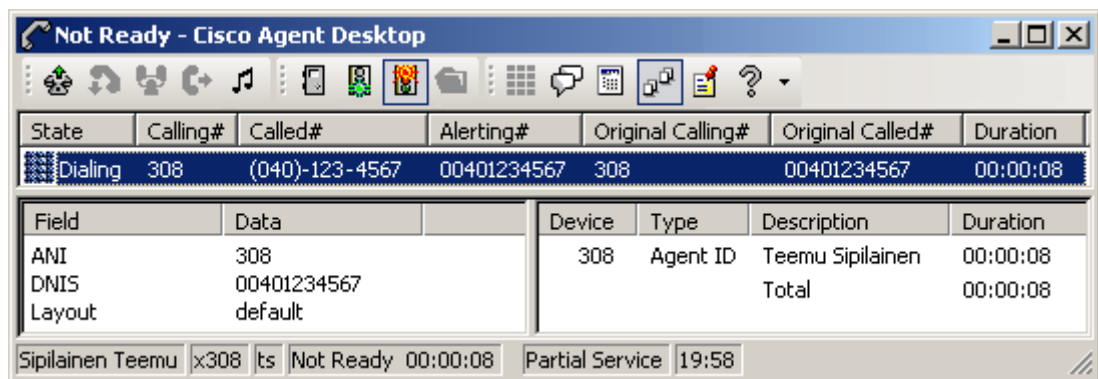
Puhelut voidaan yhdistää agenteille erilaisiin ehtoihin perustuen. Ne voidaan reitittää agenteille soittajan tekemien päätösten perusteella. Asiakas voi kuulla nauhoitteen, jonka perusteella hän tekee valintoja puhelimensa numeronäppäimillä. Järjestelmä lukee syötteet ja ohjaa puhelun tietyille agentille tai tiettyyn ryhmään. Puhelut voidaan ohjata agenteille myös päivämäärään tai kellonaikaan perustuen. Lisäksi heille voidaan asettaa tietty pisteytys, jolloin puhelut ohjautuvat aina parhaan pisteytyksen omaavalle käyttäjälle. (Mt.)

Ympäristöön voidaan integroida Supervisor Agent Desktop ja Agent Desktop -sovellukset. Supervisor Agent Desktop -ohjelmalla esimies voi hallita käyttäjän tilatietoja, valvoa palvelukeskuksen statistiikkaa, tarkkailla agenttien toimintaa, osallistua heidän puheluihinsa ja nauhoittaa niitä. Agent Desktop -ohjelmalla käyttäjä voi muun muassa hallita tilatietojaan. Kyseinen ohjelma on esitelty tarkemmin luvussa 5.3. (Mt.)

## 5.3 Cisco Agent Desktop

Cisco Agent Desktop (CAD) on ohjelmisto, jolla käyttäjä käyttää Cisco Unified Contact Center -puhelinjärjestelmää. Kyseisellä ohjelmalla käyttäjä kirjautuu puhelinjärjestelmään ja ilmoittaa olevansa varattu (Not Ready) tai valmis vastaanottamaan puheluja (Ready). Chat-ikkunasta käyttäjä näkee, ketkä kollegat ovat kirjautuneena järjestelmään

ja missä tilassa he ovat. Puhelun aikana on siis mahdollista keskustella kollegoiden kanssa keskusteluikkunan kautta tai yhdistää puhelu suoraan heille. Ohjelma mahdollistaa myös henkilökohtaisen yhteystietoluettelon ylläpidon ja pääsyn tarkastelemaan oman organisaation luetteloa. Lisäksi statistiikkaikkunasta on mahdollista tarkastella viimeimpien soitettujen ja vastaanotettujen puheluiden kestoja, ajankohtia ja puhelinnumeroita sekä Ready- ja Not Ready -tiloissa käytettyä aikaa. Kuvio 5 havainnollistaa tilannetta, jossa agentti on soittanut matkapuhelinnumeroon omasta alanumerostaan. (Cisco Agent Desktop for Cisco Unified Contact Center Express 8.5 n.d.)



KUVIO 5. Cisco Agent Desktop -ohjelman käyttöliittymä

Agent Desktop -ohjelma ohjaa osittain myös Cisco -IP-pöytäpuhelinta: Kun käyttäjä soittaa puhelun ohjelman Dial Padilla eli numerovalitsijalla näppäilyyn numeroon, puhelu kytkeytyy vastaanottajan ja pöytäpuhelimen välille. Kun saapuva puhelu alkaa hälyttää pöytäpuhelimessa, soittajan tiedot ilmestyvät ohjelmaikkunaan. Tällöin käyttäjä voi tarkistaa, mille linjalle soittaja on soittanut, ja vastata sen mukaan. Tämä on hyödyllinen ominaisuus asiakaspuhelinpalvelussa, jossa vastaanotetaan puheluita useammalla eri linjalla. Tällainen tilanne voi olla esimerkiksi vakuutusyhtiön asiakaspalvelijalla, joka työskentelee sekä henki- että tapaturmavakuutusosastoilla, joilla molemmilla on omat asiakaspuhelinnumeronsa. (Mt.)

## 5.4 Päätelaitteet

### 5.4.1 Cisco IP Communicator

Cisco IP Communicator on Microsoft Windows -pohjainen ohjelmistopuhelin, joka vastaa ominaisuuksiltaan Ciscon valmistamia IP-pöytäpuhelimia. Sillä onnistuvat puhelunsiirrot ja konferenssipuhelut kuten muillakin Ciscon puhelinpäätelaitteilla. Luurin sijasta käyttäjä käyttää mikrofonia ja kuulokkeita tai kaiuttimia kommunikointiin vastapuolen kanssa. Lisäksi kuvapuhelut ovat mahdollisia tietokoneeseen liitettävän web-kameran avulla. (Cisco IP Communicator 7.0 n.d.)



KUVIO 6. Cisco IP Communicator

Kuviossa 6 näkyvää käyttöliittymää käytetään tietokoneella hiiren ja näppäimistön avulla. Näppäinten lisäksi myös näytön painikkeet ovat hiirellä toimivia. Kuvion oletusnäytön lisäksi ohjelmaa voidaan käyttää kompaktimmassa näkymässä, jolloin vain tärkeimmät painikkeet ovat sijoitettuina puhelimen näytön alareunaan. Näyttö-näkymässä puhelinta käytetään enimmäkseen näppäimistöllä.

IP Communicator on erinomainen vaihtoehto tietokoneella töitä tekevälle etä- tai toimistotyöntekijälle. Etätyöntekijä voi muodostaa VPN-yhteyden yrityksen verkkoon kotoa tai maailmalta, minkä jälkeen kollegoille voi soittaa ilmaiseksi ja asiakkaille edullisesti. Ohjelmaa voi pitää päällä aina kun tietokonettakin, eikä se haittaa päivän aikana tietokoneella tapahtuvaa työskentelyä. Lisäksi se ei vie pöytätilaa tai kuluta sähköä. Ciscon listahintakin ohjelmalle on vain 90 dollaria, johon sisältyy ulkoinen web-kamera. (Mt.)

### 5.4.2 Cisco Unified IP Phone -puhelimet

Cisco valmistaa useita IP-puhelimia, joita se omista puhelinjärjestelmissään tukee. Sarja on nimeltään Cisco Unified IP Phone, ja se koostuu pöytäpuhelimista, langattomista puhelimista ja konferenssipuhelimista. Niiden hinnat ovat muutamia satoja dollareita. Kuviossa 7 on Cisco 7942G -IP-puhelin.



KUVIO 7. Cisco Unified IP Phone 7942G (n.d.)

6900-sarjan puhelimet ovat pienillä näytöillä varustettuja peruspuhelimia. Monirivisillä mustavalkonäytöillä varustettuja malleja ovat muun muassa 7906G, kuviossa näkyvä 7942G ja 7960G. Mallit 9971, 9951 ja 8961 ovat 24-bittisillä värinäytöillä varustettuja

pöytäpuhelimia. 9971:ssä on lisäksi WLAN-ominaisuudet. (Cisco Unified IP Phones Guide 2010.)

Cisco Unified IP Phone -sarjan langattomia puhelinmalleja ovat Wireless 7921G ja 7925G. Niissä on värinäytöt ja ne toimivat langattomassa WLAN-lähiverkossa 802.11 a/b/g -standardeilla. Konferenssipuheluja varten ovat saatavilla mallit Conference Station 7936 ja 7937. Niissä on mikrofonit, jotka välittävät puheen useammankin metrin päästä laitteesta, ja ulkoiset kaiuttimet, jotta kaikki huoneessa olijat kuulevat konferenssiin puhelimitse osallistuvien puheen. (Mt.)

Osa pöytä- ja konferenssipuhelimista tukee Power over Ethernet -virransyöttöä, jolloin erillistä, ulkoista virtalähdettä ei tarvita. PoE-ominaisuuden hyödyntäminen vaatii tuen laitteelta, johon puhelin verkkokaapelilla kytketään. Yleensä aivan halvimmissa lähiverkon laitteissa ei tätä ominaisuutta ole, mutta monipuolisemmissä kytkimissä PoE-portteja on useita. Yhden laitteen lisääminen verkkoon vie kytkimestä yleensä yhden portin, mutta tämä on otettu suunnittelussa hyvin huomioon: Puhelin sijoitetaan usein tietokoneen viereen, joten puhelimesta on kaksi verkkoliitäntää kytkentöjä varten. Toisesta portista puhelin liitetään lähiverkkoon ja toiseen porttiin kytketään tietokoneen parikaapeli.

## 5.5 PSTN-yhdyskäytävä

PSTN-yhdyskäytävä siirtää puhelua PSTN- tai ISDN-verkoista VoIP-verkkoihin ja toisinpäin. Se siis muuttaa signaalin toisesta verkosta toiseen sopivaksi. Yleensä niihin voidaan asentaa moduuleita sen mukaan, kuinka monta PSTN- tai ISDN-linjaa niihin halutaan kytkeä. Lisäksi niissä on normaali LAN-liitäntä.

PSTN-yhdyskäytävällä on merkittävä rooli myös puhelinnumerojen lähettämisessä ja vastaanottamisessa linjalla. Esimerkkinä olkoon kuvitteellinen tilanne, jossa organisaatio on tilannut operaattorilta PRI-liittymän, sata puhelinnumeroa (09-1234 500 - 09-1234 599), ja yhden yrityspuhelinnumeron (030 987 6543). Operaattori reitittää omassa lähiverkossaan nuo sata puhelinnumeroa ja yhden yrityspuhelinnumeron organisaation puhelinlinjoille. Nyt organisaation PSTN-yhdyskäytävällä voidaan valita, mitä numerolle tehdään. Tässä tapauksessa laite ottaa yrityksen numeroon 030 9876 543 tulevan puhelun

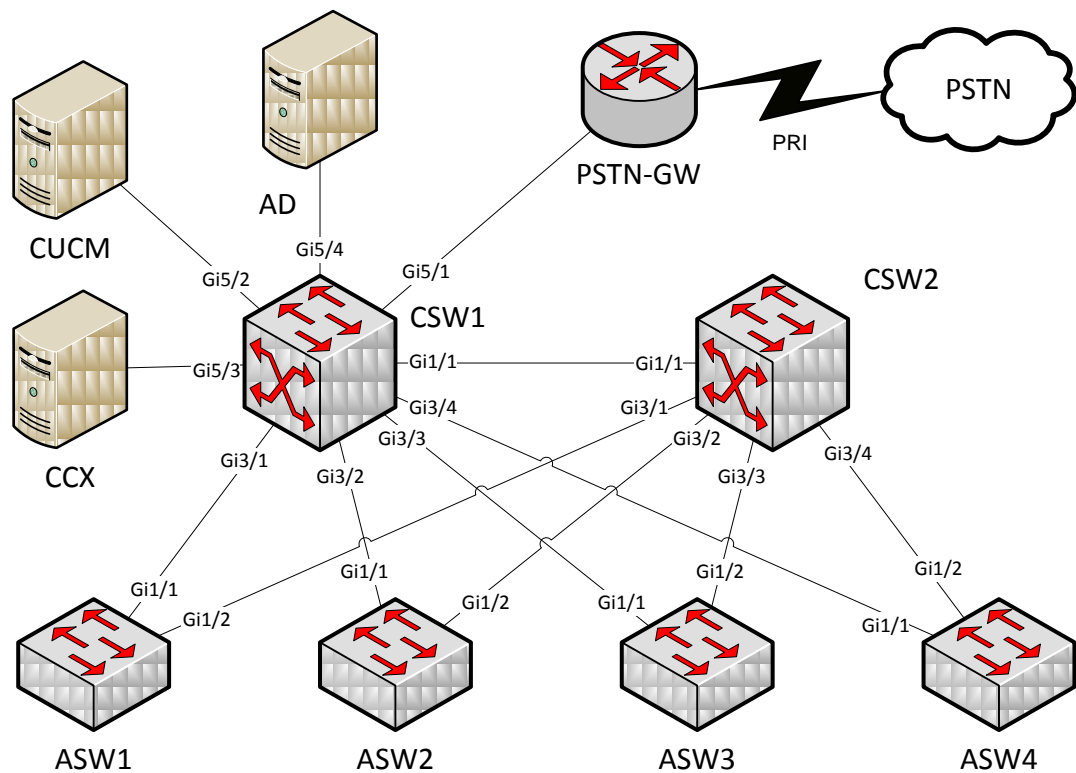


vastaa, kirjoittaa sen kohdepuhelinnumeron uusiksi muotoon 09-1234 500, ja siirtää puhelun eteenpäin Unified Communications Manager -laitteelle. CUCM välittää sitten puhelun eteenpäin, ja puhelin alkaa soida esimerkiksi vaihteenhoitajan pöydällä ja soittajan puhelinnumero ilmestyy hänen Agent Desktop -ohjelmaansa tietokoneen ruudulle.

## 6 TESTIYMPÄRISTÖ

### 6.1 Verkko

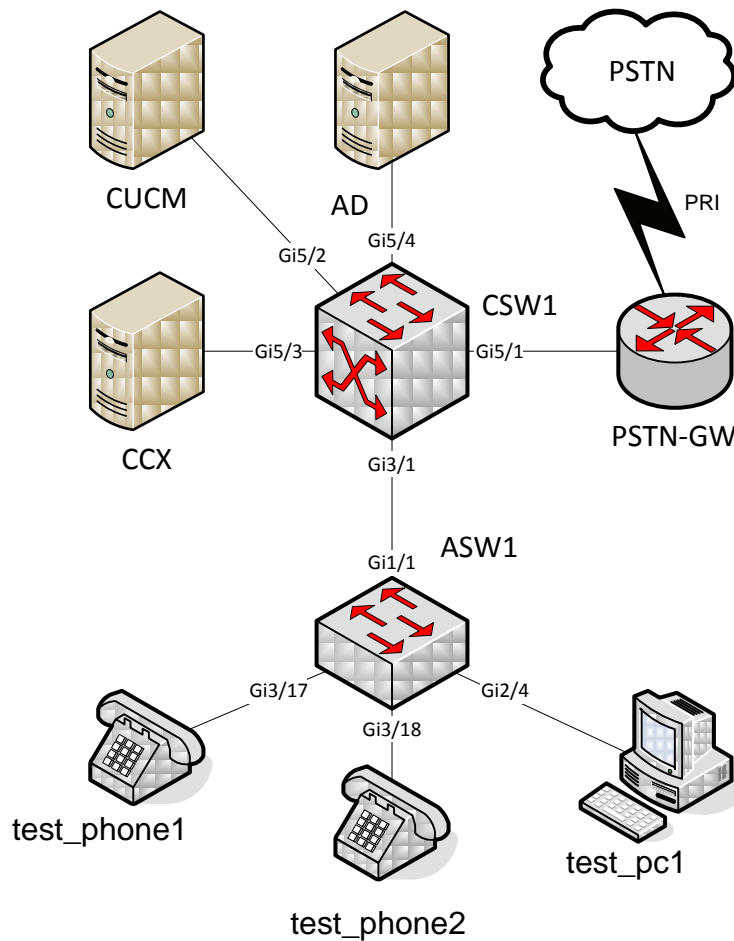
Eräs vaatimus testiympäristölle oli se, että Ciscon VoIP-puhelimet tulisi voida liittää järjestelmään sekä Palvelukeskuksen tiloissa että VoIP-asiantuntijoiden työhuoneissa. Tämän vuoksi testijärjestelmä integroitiin osaksi Cygaten Espoon toimiston tietoliikenneverkkoa. L2-tason verkkokuva toimistoverkosta on nähtävissä kuviossa 8.



KUVIO 8. Toimistoverkon L2-verkkokuva

Puhelimet liitettiin rakennuksen Palvelukeskuksen puoleisessa siivessä työtilojen verkopistokkeiden kautta toimiston ristikytkentätilojen ASW1-työryhmäkytkimeen. Tältä kytkimeltä on edelleen yhteys toimiston runkokytkimiin, joista toiseen, CSW1-

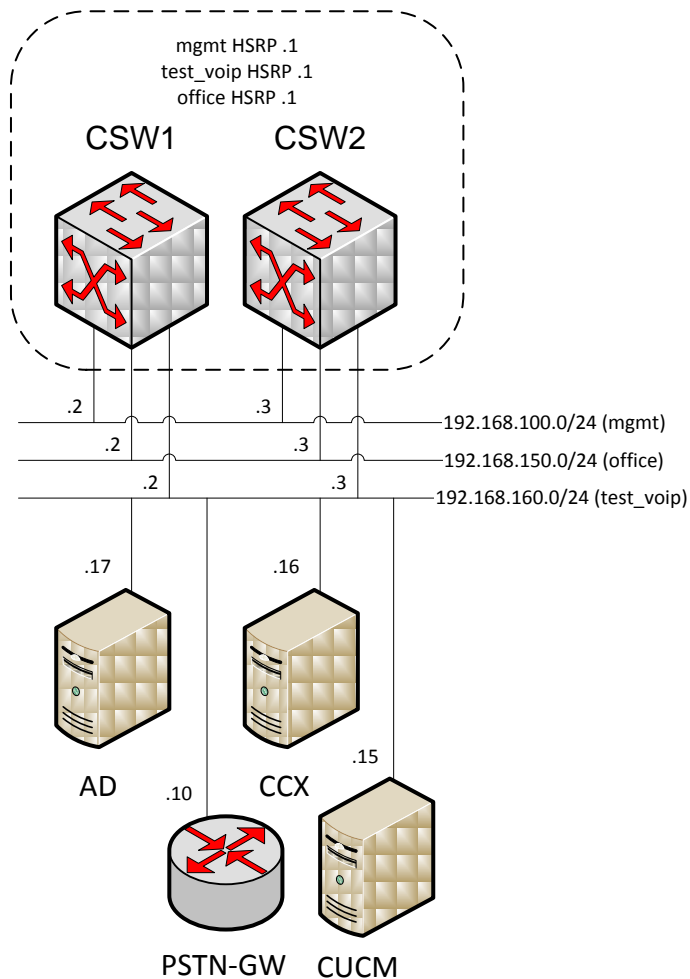
kytkimeen, CUCM- ja CCX-laitteet sekä PSTN-yhdyskäytävä olivat kytkettyinä. Lisäksi rakennuksen asiantuntijasiiven työhuoneista on yhteys muiden työryhmäkytkimien kautta runkokytkimiin ja niiden kautta testipuhelinjärjestelmän laitteisiin. Kuviossa 9 on esitettyä testijärjestelmän rakenne.



KUVIO 9. Testijärjestelmän L2-verkkokuva

Testiympäristöä varten työryhmä- ja runkokytkimille lisättiin uusi VLAN 160, jonka nimeksi annettiin `test_voip` ja jolle määritettiin aliverkkoavaruus `192.168.160.0/24`. Kyseinen VLAN konfiguroitiin työryhmäkytkimien niihin portteihin, joihin puhelimet haluttiin liittää. Lisäksi kyseinen VLAN vaihdettiin runkokytkimien niihin portteihin, joihin CUCM- ja CCX-laitteet sekä PSTN-yhdyskäytävä olivat liitettyinä. Lisäksi kyseiset VLANit lisättiin työryhmä- ja runkokytkimien väliseen runkolinkkiin. Testityöasemana toimi tavallinen jokapäiväisessä käytössä oleva tietokone, joten sitä varten ei

tarvinnut luoda uutta VLANia. Kuviossa 10 on esitettyä L3-tason verkkokuva, josta nähdään testijärjestelmän rakenne reitityksen kannalta.



KUVIO 10. Toimistoverkon ja testijärjestelmän L3-verkkokuva

#### Testijärjestelmän laitteet tiivistetysti

- runkokytkimet, 1 kpl, Cisco Catalyst WS-C4507R
- työryhmäkytkimet, 1 kpl, Cisco Catalyst WS-C4503
- Cisco Unified Communications Manager
- Cisco Unified Contact Center Express (ei käytetty testeissä)
- Microsoft Windows Server with Active Directory
- PSTN-yhdyskäytävä
- Cisco Unified IP Phone 7941

- Cisco Unified IP Phone 7960
- Cisco Unified IP Communicator
- Windows XP -työasema
- hallinta-PC

PSTN-yhdyskäytävää käytettiin testeissä, kun puheluja soitettiin matkapuhelimeen tai siitä testijärjestelmän puhelimiin. PSTN-yhdyskäytävä kuitenkin esitellään tässä työssä, koska sillä on merkittävä rooli melkein kaikissa VoIP-verkoissa.

Microsoft Windows Serveriä ja sen Active Directoryä käytettiin, kun käyttäjät lisättiin järjestelmään. Kyseistä tuotetta ei esitellä tässä työssä, koska sillä ei ollut testiympäristön kannalta mitään muuta roolia eikä se liity itse VoIP-tekniikkaan millään lailla.

Laitteiden todelliset asetukset sisältävät IP-osoitteita, käyttäjätunnuksia ja laitteiden kuvauksia. Lisäksi niistä voidaan päätellä verkon topologia. Tietoturvasyistä täydelliset asetuslistaukset on jätetty tästä dokumentista pois. Vain tärkeimmät asetukset on esitetty, ja niissäkin IP-osoitteet ja verkkojen nimet on muutettu.

## 6.2 Työryhmäkytkin

Testauksessa käytettävät IP-puhelimet tulee voida liittää testijärjestelmään niissä tiloissa, joissa on muutenkin pääsy toimistoverkkoon. Palvelukeskuksen tietokoneet olivat kytettyinä ASW1-kytkimeen, johon myös puhelimet liitettiin. Tässä tapauksessa siis riitti konfiguroida kyseisen laitteen kaksi porttia VLANiin 160 (test\_voip). Tätä varten valittiin portit laitteen kolmannesta moduulista, koska ne pystyvät syöttämään puhelimille virtaa PoE-ominaisuutensa vuoksi. Jos puhelimia myöhemmin lisätään järjestelmään muualla toimistossa, vastaavat kytkinporttien asetukset tehdään tässä samassa yhteydessä.

Seuraavassa listauksessa on esitetty erään IP-puhelimelle varatun portin asetukset:

```
interface GigabitEthernet3/17
  description test_phone1
  switchport trunk encapsulation dot1q
  switchport trunk native vlan 150
  switchport trunk allowed vlan 150,160
  switchport mode trunk
  switchport voice vlan 160
  qos trust device cisco-phone
  qos trust cos
  auto qos voip cisco-phone
  tx-queue 3
    priority high
    shape percent 33
  spanning-tree portfast trunk
  service-policy output autoqos-voip-policy
  ip dhcp snooping limit rate 50
end
```

Edellä olevasta asetuslistauksesta voidaan huomata, että ASW1:n porttiin kytkettävä IP-puhelin muodostaa kytkimen kanssa linkin, jolla on sallittuna liikennöinti kahdesta eri VLANista. Asetuksilla voidaan siis vaikuttaa siihen, mihin virtuaalilähiverkkoihin puhelin ja sen PC-porttiin kytkettävä työasema kuuluvat. Tässä tapauksessa sekä puhelimet että työasema liitettiin suoraan työryhmäkytkimen portteihin.

Toimistoverkko eli VLAN 150 (office) on olemassa oleva virtuaalilähiverkko, ja Palvelukeskuksessa on jo siihen liitettyjä työasemia. Seuraavassa on esimerkki työasemaportin asetuksista:

```
interface GigabitEthernet2/1
  switchport access vlan 150
```

```

switchport mode access
no cdp enable
spanning-tree portfast
ip dhcp snooping limit rate 50
end

```

Lisäksi työryhmä- ja runkokytkimien välisessä runkolinkissä ei ollut määriteltynä etukäteen, mitä virtuaali-LANEja sillä sai liikennöidä, joten oletuksena sillä kulki siis kaikki VLANit. Seuraavassa listauksessa ovat ASW1-kytkimen runkolinkin portin asetukset:

```

interface GigabitEthernet1/1
description CSW1-gi3/1
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
carrier-delay msec 0
qos trust cos
auto qos voip trust
tx-queue 3
    bandwidth percent 33
    priority high
    shape percent 33
service-policy output autoqos-voip-policy
ip dhcp snooping trust
end

```

Muutoksia edellä listattuihin asetuksiin ei siis tarvinnut tehdä.

### 6.3 Runkokytkin

Toimiston verkon perustana on kaksi reitittävää ja klusterissa toimivaa Cisco Catalyst 4507R -kytkintä. Testijärjestelmältä ei edellytetä vikasietoisuutta, joten PSTN-

yhdyskäytävä sekä CUCM- ja CCX-palvelimet olivat kytkettyinä ainoastaan normaalitalanteessa aktiivisena toimivaan kytkimeen eli CSW1:een. Seuraava on asetuslistaus siitä portista, johon Cisco Unified Communications Manager oli kytketty:

```
interface GigabitEthernet5/2
  description CUCM
  switchport access vlan 160
  switchport mode access
  load-interval 30
  qos trust cos
  auto qos voip trust
  tx-queue 3
    priority high
  spanning-tree portfast
  service-policy output autoqos-voip-policy
end
```

CCX:n ja PSTN-yhdyskäytävän porttien asetukset eivät juuri eroa edellä olevasta, joten niitä ei tässä esitetä. Myös CSW1- ja ASW1-kytkimien runkolinkkien porttien asetukset ovat melko samanlaiset, joten niitäkään ei tässä listata.

IP-osoitteiden jakaminen puhelimille toteutettiin DHCP:llä. Käytännöllinen tapa jakaa IP-osoitteita on DHCP-palvelun konfiguroiminen aktiiviseen CSW1-kytkimeen. Siihen luotiin test\_voip-niminen DHCP-pool, joka jakaa osoitteita 192.168.160.0/24-aliverkkoavaruudesta. DHCP-asetukset ovat nähtävissä seuraavassa listauksessa:

```
ip dhcp pool test_voip
  network 192.168.160.0 255.255.255.0
  default-router 192.168.160.1
  option 150 ip 192.168.160.15
  lease 2
```



Toisaalta testiverkon CSW1-kytkimelle, PSTN-yhdyskäytävälle sekä CUCM- ja CCX-laitteille oli varattu staattiset osoitteet test\_voip-VLANista, joten edellä mainitusta DHCP-poolista poistettiin varmuuden vuoksi aliverkon 20 ensimmäistä IP-osoitetta seuraavalla asetuksella:

```
ip dhcp excluded-address 192.168.160.1 192.168.160.20
```

Toimistoverkon työasemien IP-osoitteiden jakamisesta huolehtii erillinen palvelin, joten siihen ei tarvinnut kiinnittää huomiota. Koska kytkimille oli jo asetettuna VLAN 150 (office) työasemia varten, riitti VLAN 160 (test\_voip) -virtuaaliverkon lisääminen päätelaitteportteihin GigabitEthernet5/1, 5/2 ja 5/3. Runko- ja työryhmäkytkimen välisessä linkissä oli jo ennestään sallittuna kaikkien VLANien liikennöinti. Lisäksi reititystä varten luotiin virtuaali-interface VLAN160.

## 6.4 Cisco Unified IP Phone 7940, 7960 ja IP Communicator

Testeissä käytettiin Cisco Unified IP Phone 7940 ja 7960 -IP-puhelimia. Ne toimivat verkkovirran lisäksi myös Power over Ethernet (PoE) -sähkönsyötöllä. Niissä on kaksi ethernet-porttia, joista toinen on portti kytkintä ja toinen päätelaitteportti työasemaa varten. Lisäksi puhelinlaitteeseen voidaan kytkeä kuulokemikrofoni normaalin puhelinluurin rinnalle.

Taulukosta 2 selviävät laitteiden tiedot ja tärkeimmät asetukset.

TAULUKKO 2. Testauksessa käytettyjen päätelaitteiden tiedot ja asetukset

Nimi	test_phone1	test_phone2	test_phone3
IP-osoite	192.168.160.101	192.168.160.102	192.168.160.103
Alanumero	543	542	541
Malli	IP Phone 7960	IP Phone 7940	IP Communicator
Tyyppi	Pöytäpuhelin	pöytäpuhelin	ohjelmistopuhelin
tarvittava lisenssimäärä	4	4	3

IP-puhelinlaitteet liitettiin ASW1-kytkimen kolmanteen moduuliin. Tämä tehtiin sen vuoksi, että kyseisen moduulin porteissa on Power over Ethernet -ominaisuus. Puhelimet saivat käyttövirtansa siis suoraan kytkimestä eikä erillisiä virtalähteitä tarvittu. Lisäksi kyseiset portit konfiguroitiin puhelimia varten hallintaverkossa (mgmt) olevalla tietokoneella.

Käynnistyessään puhelin lähettää DHCP-pyynnön oletusyhdyskäytävälle, joka joko käsittelee sen tai välittää eteenpäin. DHCP palauttaa puhelimelle tarvittavat osoitetiedot, kuten vapaan IP-osoitteen, aliverkkomaskin, oletusyhdyskäytävän. IP-puhelimien tapauksessa DHCP kertoo myös TFTP-palvelimen eli yleensä CUCM:n osoitteen, josta puhelimen tulee hakea profiilitiedostonsa. Asetuslukituksen poistamalla tarvittavat IP-osoitteet voi syöttää puhelimeen myös käsin.

Testeissä puhelimet lisättiin järjestelmään kahdella tavalla: DHCP:llä ja staattisilla IP-osoitteilla. Ensimmäisessä vaihtoehdossa CSW1-kytkimeen konfiguroitiin DHCP-palvelin, ja puhelimet asetettiin hakemaan osoitteensa DHCP:n avulla. Puhelimet saivat itselleen vapaat osoitteet test\_voip- eli 192.168.160.0/24-aliverkosta ja TFTP-palvelimen osoitteeksi CUCM:n osoitteen 192.168.160.15.

Toisessa tapauksessa DHCP-asetukset poistettiin kytkimestä ja asetuslukitukset puhelimista. Tämän jälkeen osoitteet syötettiin niihin käsin. Ne siis konfiguroitiin puhelimen oman näytön ja näppäinten avulla. Puhelimille asetettiin aiemmin käyttämättömät IP-osoitteet test\_voip-aliverkosta ja oletusyhdyskäytäväksi CSW1-kytkimen test\_voip- eli VLAN 160 -interfacen IP-osoite. TFTP- ja CallManager-palvelimiksi asetettiin CUCM:n IP-osoite.

Vaikka puhelimet olivat liitettyinä verkkoon ja niiden IP-osoiteasetukset olivat kunnossa, ne eivät voineet vielä rekisteröityä testijärjestelmään. Puhelimet piti vielä lisätä CUCM-serverille luomalla niille yksilölliset profiilit. Lisäksi ne resetoitiin Communications Managerin WWW-käyttöliittymän kautta. Tämän jälkeen ne hakivat juuri luodut yksilölliset asetustiedostot palvelimelta TFTP-protokollaa käyttäen.

## 6.5 Cisco Unified Communications Manager

Alkuperäinen tarkoitus oli, että Cisco Unified Communications Manager -ohjelmisto asennetaan testijärjestelmää varten puhtaalle palvelinalustalle. Ylimääräisiä laitteita ei kuitenkaan vapautunut eikä uusia hankittu aikataulun sallimissa puitteissa, joten työssä jouduttiin hyödyntämään entisen toimistojärjestelmän CUCM- ja CCX-palvelimia sekä PSTN-yhdyskäytävää. Niihin oli jo aiemmin tehty erinäisiä testikokoonpanoja, joita ei haluttu poistaa. Tämän vuoksi laitteita käytettiin yhteisenä alustana sekä asiantuntijoiden aiemmille että tämän työn aikana tehtäville uusille testauksille, joten ohjelmistoasennuksia ei voitu tehdä alusta alkaen uudelleen.

CUCM kytkettiin toimistoverkon CSW1-kytkimen porttiin, joka konfiguroitiin VLAN 160 -päätelaitoportiksi. Palvelimelle annettiin IP-osoitteeksi 192.168.160.15. Sen tekniset tiedot on listattu taulukossa 3.

TAULUKKO 3. CUCM-testipalvelimen tekniset tiedot

Malli	MCS 7825H
Versio	7.0.1.11000-2
Proessori	Intel Pentium 4, 3.40 GHz
Muisti	2048 Mt
Käyttöjärjestelmän versio	UCOS4.0.0.0-7
Kiintolevy	Maxtor (Y080M0), 76 293 Mt, SATA I

Vaikka puhelimet oli jo lisätty verkkoon, ne täytyi vielä lisätä Communications Manager -palvelimelle luomalla niitä varten puhelinkohtaiset profiilit. Asetukset perustuvat puhelinten malliin (tässä tapauksessa 7960, 7940 ja IP Communicator), niiden MAC-osoitteisiin, puhelinprofiiliin ja alanumeroprofiiliin syötettäviin yksilöllisiin asetuksiin.

Kun puhelimet oli lisätty verkkoon ja CUCM-järjestelmään, tehtiin tarvittavat testit ja laadittiin työn tavoitteena olleet ohjeistukset. Esimerkiksi aiemmin selostetusta puhelimen lisäämisestä Cisco Unified Communications Manager -järjestelmään on laadittu ohjeistus, joka on nähtävissä liitteessä 4.

## 6.6 Cisco Unified Contact Center Express

Cisco Unified Contact Center Express (CCX) oli asennettuna Cisco Systemsin MCS-7825 -palvelimeen, jonka käyttöjärjestelmänä toimi Microsoft Windows Server 2003 Standard Edition SP1. Laitteessa on 3,4 GHz kellotaajuudella toimiva Intel Pentium 4 suoritin, kaksi gigatavua keskusmuistia ja kaksi yhden gigabitin verkkokorttia.

Contact Center Express -palvelin suunniteltiin ja liitettiin osaksi testijärjestelmää, mutta sitä ei testauksissa kuitenkaan voitu hyödyntää, koska ACD-jonoa ei voitu luoda järjestelmän vähäisen puhelinmäärän takia.

## 7 TESTIT

Testien ajaksi verkkoon liitettiin kolme päätelaitetta, joista kaksi olivat Cisco IP Phone 7940 ja 7960 -pöytäpuhelimia ja yksi Cisco IP Communicator -ohjelmistopuhelin.

Kun puhelimet oli liitetty verkkoon, kytkimien portit konfiguroitiin niitä varten. Ohjelmistopuhelin asennettiin työasemaan, ja vaaditut asetukset määritettiin. Puhelimet lisättiin vielä CUCM-järjestelmään. Tämän jälkeen tarkistettiin puhelinlaitteista ja -ohjelmasta sekä palvelimesta, että kaikki päätelaitteet olivat rekisteröityneet oikein. Ongelmia ilmeni vain ohjelmistopuhelimen kanssa, koska sen oletusasetukset eivät riittäneet. Pöytäpuhelinprofiilit luodaan laitteiden MAC-osoitteiden perusteella, mutta ohjelmistopuhelimen tapauksessa on käytettävä työaseman verkkokortin MAC-osoitetta.

Ensimmäisessä testissä puhelut muodostettiin molempien pöytäpuhelimien välillä. Aluksi test\_phone1-laitteella soitettiin test\_phone2:n alanumeroon ja sitten toisinpäin. Puhelut muodostuivat ja puhe välittyi laitteiden välillä.

Toisessa testissä puhelut soitettiin test\_phone2-pöytäpuhelimien ja test\_phone3-ohjelmistopuhelimen välillä ilman ongelmia. Ohjelmistopuhelin oli asennettuna työasemaan, jonka mikrofoni ja kaiuttimet toimivat perinteisen luurin korvikkeena moitteetta.

Testien kolmannessa vaiheessa test\_phone3-ohjelmistopuhelimeen lisättiin erilaisia soitonsiirtoja tavallisessa GSM-verkossa toimivaan matkapuhelimeen. Testit tehtiin jokaisen soitonsiirron asettamisen jälkeen erikseen. Käytetyt soitonsiirtotyypit ovat nähtävissä seuraavassa listassa:

- Forward All - siirtää kaikki puhelut
- Forward No Answer - siirtää puhelut, joihin ei vastata määritetyn ajanjakson aikana
- Forward Unregistered - siirtää puhelut, jos päätelaite ei ole rekisteröityneenä CUCM-järjestelmään esimerkiksi päätelaitteen sammuttamisen tai verkkokaapelin irrottamisen vuoksi

Tiedot määritettiin laitteen alanumeron asetuksiin. Matkapuhelinnumeron eteen oli lisättävä ulkovalintanumero ”0”, koska puheluohjaukset siirsivät puhelut järjestelmästä ulos. Lopuksi soitettiin testipuhelut test\_phone2-pöytäpuhelimesta test\_phone3-ohjelmistopuhelimeen. Eri testauskerroilla puheluihin vastattiin joko heti tai annettiin soida pitempään ja odotettiin puhelun siirtymistä matkapuhelimeen järjestelmässä asetetun ajan kuluttua. Lisäksi ohjelmistopuhelin suljettiin erään testin ajaksi. Puhelut soivat odotetusti IP Communicatorissa ja matkapuhelimessa määritettyjen soitonsiirtojen mukaisesti.

Testien aikana tarkkailtiin myös puhelujen laatua. Puheyhteyden annettiin olla päällä 15 minuutin ajan, kun puhelu soitettiin pöytäpuhelimesta toiseen, pöytäpuhelimesta ohjelmistopuhelimeen, ja kun puhelun annettiin siirtyä ohjelmistopuhelimesta matkapuhelimeen. Yhteys ei katkennut kertaakaan eikä äänenlaadussa havaittu ongelmia. Testien todettiin onnistuneen.

Tämän jälkeen Cisco Unified Communications Manager -järjestelmän WWW-käyttöliittymästä otettiin kuvankaappauksia. Niitä käytettiin, kun laadittiin ohjeet käyttäjien, puhelimien ja alanumeroiden lisäämiselle järjestelmään. Lisäksi osittain tehtyihin havaintoihin perustuen laadittiin perustestausprosessin luonnos, jota voidaan käyttää VoIP-puhelinjärjestelmien käyttöönoton yhteydessä niiden toiminnan tarkistamiseen ja prosessin kehittämiseen.

## 8 PERUSTESTAUSPROSESSI

Järjestelmän käyttöönoton yhteydessä tulisi testata ainakin seuraavat asiat:

- soittaminen järjestelmästä ulos:
  - puhelun pitäisi onnistua
  - vastaanottajan pitäisi nähdä soittajan oikea puhelinnumero
- soittaminen sisään järjestelmään:
  - puhelun pitäisi onnistua
  - vastaanottajan pitäisi nähdä soittajan oikea puhelinnumero
- soittaminen järjestelmän sisällä
  - puhelun pitäisi onnistua
  - vastaanottajan pitäisi nähdä soittajan oikea puhelinnumero
- soittaminen vaihteeseen
  - puhelun pitäisi onnistua
  - puhelun pitäisi ohjautua vaihteeseen sääntöjen mukaan, esimerkiksi jos vastaanottaja on varattu tai ei ole rekisteröityneenä järjestelmään
- soittaminen ACD-numeroihin
  - puhelimen pitäisi soida määrättyjen sääntöjen mukaan (esim. vuorotellen) vapailla, Ready-tilassa olevilla agenteilla
  - jos vapaita agenteja ei ole, puhelun pitäisi mennä jonoon
  - kun agentti vapautuu, puhelun pitäisi ohjautua hänelle
- soittaminen Hunt List -numeroihin
  - puhelimen pitäisi soida listan määräämässä järjestyksessä määrätyn ajan jokaisella listan henkilöllä, kunnes puheluun vastataan
- puhelinvastaajien toiminta
  - vastaamattoman puhelun pitäisi ohjautua puhelinvastaajaan, johon pitäisi pystyä jättämään viesti, joka pitäisi voida kuunnella jälkikäteen
- konferenssipuhelujen toiminta
  - konferenssipuhelujen pitäisi toimia häiriöttä useamman puhujan kesken
- soittaminen yleisiin hätänumeroihin
  - puhelun pitäisi yhdistyä oman alueen hätäkeskukseen

## 9 POHDINTA

Cygaten Palvelukeskuksen toimintaidea perustuu osittain siihen, että kaikki sen työntekijät hallitsevat kaikkia teknologioita, joita asiakkaiden yhteydenotot koskevat. Cisco Unified Communications -järjestelmä on kuitenkin hyvin laaja ja toisaalta siihen kohdistuvien muutospyyntöjen määrä sekä tehtävien laajuus ja monimutkaisuus ovat jatkuvasti lisääntyneet. Osittain näistä syistä CUCM-järjestelmää koskeva ohjeistus katsottiin riittämättömäksi tulevaisuutta ajatellen. Tämän vuoksi päätin syventyä järjestelmän toimintaan ja päivittää yleisimpiä muutostöitä koskevat Palvelukeskuksen dokumentit.

Samaan ajankohtaan ajoittui myös Palvelukeskuksen Cisco Unified Contact Center -ratkaisun käyttöönotto ja vanhan Telepo Business Communications Solutions -järjestelmän alasajo. Opinnäytetyön erääksi osatehtäväksi otin dokumentaation luomisen uuden puhelinjärjestelmän käyttöä varten. Ohjeistuksen sisällöksi valitsin yleisimmät järjestelmän toiminnot sekä erityisesti puhelujen siirron ja konferenssipuheluiden muodostamisen useamman puhujan kesken.

Alusta asti oli selvää, että jo pelkästään aiheeseen liittyvän teorian ja Unified Communications -järjestelmän toiminnan selvittäminen ja kuvaaminen tulisivat viemään paljon aikaa. Lisäksi testijärjestelmän suunnittelu ja toteutus sekä uusien ohjeistusten luominen ja vanhojen päivittäminen vaatisivat myös pitkäjänteistä työtä. Tutustuttuani alan kirjallisuuteen totesin Voice over IP -teknologiaan ja Cisco Unified Communications -järjestelmään liittyviä opinnäytetöitä olevan lainattavissa useiden eri oppilaitosten kirjastoista. Näistä voidaan mainita erityisesti Jani Liesmäen opinnäytetyö Voice over IP ja Cisco Unified Contact Center (Tampereen AMK 2007), joka käsittelee kyseisen puhelinjärjestelmän rakennetta ja VoIPin teoriaa laajemmin. Anssi Virkamäen IP-puhe ja Christian Söderblomin IP-puheen muutoksenhallinta (Jyväskylän AMK 2009) -opinnäytteet tarkastelevat VoIP-puhelinjärjestelmään siirtymisen aiheuttamia vaatimuksia yrityksen tietotekniikan ja tietoturvan kannalta. Tässä päädyinkin lopputulokseen, jossa opiskelin laajemmin aiheeseen liittyviä asioita, mutta selvitin raportissani vain välttämättömimmät asiat teoriasta, järjestelmästä, tehdystä työstä ja sen tuloksista.



Testijärjestelmä ja varsinaiset testit suunniteltiin tehtäväksi kolmella pöytäpuhelimella ja kolmella ohjelmistopuhelimella. Tällöin olisi voitu luoda ACD-numero, jonka toimintaa ja jonotusta voitaisiin testata useammalla yhtäaikaisella soitolla. Puhelimien lisääminen CUCM-järjestelmään edellyttää, että palvelimella on kyseisen puhelinmallin asentamiseen vaadittava määrä vapaita lisenssejä. Kun puhelimia lisättiin järjestelmään, huomattiin, että lisenssejä oli käytettävissä vain kolmen puhelimen asentamiseen. Näin ollen testit jouduttiin suunnittelemaan uusiksi. Järjestelmään saatiin liitettyä kaksi pöytäpuhelinia ja vain yksi ohjelmistopuhelin, eikä ACD-jonon luomista pidetty enää järkevänä. Tämän vuoksi siihen liittyviä testauksia ei voitu suorittaa käytännössä, eikä järjestelmään suunnitellulle ja asennetulle CCX-palvelimelle ollut enää käyttöä.

Eräänä tavoitteena oli Palvelukeskuksen oman puhelinjärjestelmän raportointityökalun käyttöönotto ja dokumentointi. Tämä jäi tekemättä sen vuoksi, että keskusteluja ei ole vielä käyty siitä, kenen vastuulla puhelinjärjestelmästä saatavien raporttien tuottaminen on ja miten niitä käytettäisiin laadun tarkkailussa. Asiasta on kuitenkin jo keskusteltu.

Kaiken kaikkiaan opinnäytetyön alkuperäiset tavoitteet täyttyivät hyvin, eikä uusia päämääriä ollut tarvetta asettaa työn edetessä. Suurin osa suunnitelluista testeistä pystyttiin suorittamaan ja ohjeistukset saatiin tehtyä.

Opinnäytetyötä ja sen liitteinä olevia muutamia ohjedokumentteja ei voida pitää työn lopullisina tuloksina. Ne toimivat korkeintaan hyvänä alkuna ja lähtökohtana mahdollisten lisädokumenttien laatimiselle ja aiheen jatko-opiskelulle. Järjestelmän perusteiden ja usein toistuvien rutiinien opettelu onnistuu hyvin työssä tehtyjen ohjeistusten avulla. Asioiden syvällisemmän ymmärtämisen kannalta paras vaihtoehto on tietysti aiheeseen liittyvän teorian laaja-alainen opiskelu ja käytännön harjoittelu.

## LÄHTEET

Cisco Agent Desktop for Cisco Unified Contact Center Express 8.5. n.d. Tekniset tiedot. Viitattu 15.11.2010. <http://www.cisco.com/>, Products & Services, Voice and Unified Communications, All Products, Cisco Agent Desktop, Product Literature, Data Sheets, Cisco Agent Desktop for Cisco Unified Contact Center Express 8.5.

Cisco IP Communicator 7.0. n.d. Tekniset tiedot. Viitattu 14.11.2010. <http://www.cisco.com/>, Products & Services, Voice and Unified Communications, All Products, Cisco IP Communicator, Product Literature, Data Sheets, Cisco IP Communicator 7.0.

Cisco Unified Contact Center Express 8.5. n.d. Tekniset tiedot. Viitattu 15.11.2010. <http://www.cisco.com/>, Products & Services, Voice and Unified Communications, All Products, Cisco Unified Contact Center Express, Product Literature, Data Sheets, Cisco Unified Contact Center Express 8.5.

Cisco Unified Communications Manager. 2010. Wikipedia: Vapaa tietosanakirja. Viitattu 12.11.2010. Muokattu 10.11.2010. [http://en.wikipedia.org/wiki/Cisco\\_Unified\\_Communications\\_Manager](http://en.wikipedia.org/wiki/Cisco_Unified_Communications_Manager).

Cisco Unified Communications Manager Version 8.0. n.d. Tekniset tiedot. Viitattu 15.11.2010. <http://www.cisco.com/>, Products & Services, Voice and Unified Communications, All Products, Cisco Unified Communications Manager, Product Literature, Data Sheets, Cisco Unified Communications Manager Version 8.0.

Cisco Unified IP Phone 7942G. n.d. Kuvio. Viitattu 10.11.2010. <http://www.cisco.com/>, Products & Services, Voice and Unified Communications, All Products, Cisco Unified IP Phone 7900 Series, Product Literature, Data Sheets, Cisco Unified IP Phone 7942G.

Cisco Unified IP Phones Guide. 2010. Tekniset tiedot. Päivitetty 8.7.2010. Viitattu 15.11.2010. <http://www.cisco.com/>, Products & Services, Voice and Unified Communications, All Products, Cisco Unified IP Phone 7900 Series, Product Literature, At-a-Glance, Cisco Unified IP Phones Guide.

Cygate. n.d. Cygaten kotisivut. Viitattu 1.10.2010. <http://www.cygate.fi/>, Yritys.

Davidson, J. & Peters, J. 2002. Voice Over IP. Helsinki: Edita Publishing.

Davidson, J., Peters, J., Bhatia, M., Kalidindi, S. & Mukherjee, S. 2007. Voice over IP Fundamentals. 3. p. USA: Cisco Press.

H.323 Protocols Suite. 2010. Viitattu 18.10.2010. <http://www.protocols.com/pbook/h323.htm>.

Johnston, A. 2001. SIP: Understanding the Session Initiation Protocol. USA: Artech House.

Lovell, D. 2002. Cisco IP Telephony. 2. p. USA: Cisco Press.

Näin toimii gsm-matkapuhelinverkko. n.d. Tietoliikenteen ja tietotekniikan keskusliitto FiCom ry:n tiedote. Viitattu 2.11.2010. <http://www.ficom.fi/>, Tietoa toimialasta, Tekniikkaa suomeksi, Näin toimii gsm-matkapuhelinverkko.

Porter, T., Baskin, B., Chaffin, L., Cross, M., Kanclirz, J., Rosela, A., Shim, C. & Zmolek, A. 2006. Practical VoIP Security. Canada: Syngress Publishing

Puhelinverkko. 2010. Wikipedia: Vapaa tietosanakirja. Viitattu 20.10.2010. Muokattu 23.9.2010. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Puhelinverkko>.

RFC 3261. 2002. SIP: Session Initiation Protocol. Rosenberg, J., Schulzrinne, H., Camarillo, G., Johnston, A., Peterson, J., Sparks, R., Handley, M. & Schooler, E. Julkaistu 6/2002. Viitattu 4.4.2010. <http://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt>.

Volotinen, V. 1999. Tietoliikenne: Televerkot ja päätelaitteet. WSOY: Porvoo.

## LIITTEET

### Liite 1. H.323-protokollat

Alla on listattu H.323-sateenvarjoprotokollan alaisuudessa toimivat protokollat Protocols.com-sivuston (2010) mukaan:

DVB	digitaalisen videon lähetys (Digital Video Broadcasting)
H.225	kapeakaistaiset videopuhelut
H.225 Annex G	Annex G -verkkojen välinen liikenne
H.225E	
H.235	tietoturva ja todennus
H.323SET	
H.245	kanavanvaraus, koodekkineuvottelu, yhteyden hallinta
G.711, G.722, G.723.1, G.729, GSM, GSM-EFR	puhekoodekit
H.261, H.263, H.264	videokoodekit
H.450.1	lisäpalvelut (supplementary services)
H.450.2	puhelunsiirto (call transfer)
H.450.3	puhelun ennakkosiirto (call diversion)
H.450.4	puhelun pito (call hold)
H.450.5	puhelun pysäköinti (call park)
H.450.6	koputus (call waiting)
H.450.7	"viesti odottaa"-tieto (message waiting indication)

H.450.8	liittymien tunnistus (name identification)
H.450.9	puhelun odotus (call completion)
H.450.10	ehdollinen kutsunsiirto (call offer)
H.450.11	rinnankytkentä (call intrusion)
H.450.12	ANF-CMN lisäpalvelu ECMA-250, ISO/IEC 15771:1998
H.261	videovirta
H.263	RTP-protokollan bittivirta
Q.931	ISDN-puhelunmuodostus
RAS	rekisteröityminen
RTCP	RTCP-protokolla (RTP Control protocol)
RTP	RTP-protokolla (Real-Time Transport Protocol)
T.38	IP-verkon faksipalvelu
T.125	MCS-protokolla (Multipoint Communication Service Protocol)

## Liite 2. SIP-vastaussanommat

RFC3261-dokumentissa (2002, 181–192) on määritelty SIP-vastaussanommat ja niiden luokat:

### 1xx - Informational Responses

- 100 Trying
- 180 Ringing
- 181 Call Is Being Forwarded
- 182 Queued
- 183 Session Progress

### 2xx - Successful Responses

- 200 OK

### 3xx - Redirection Responses

- 300 Multiple Choices
- 301 Moved Permanently
- 302 Moved Temporarily
- 305 Use Proxy
- 380 Alternative Service

### 4xx - Client Failure Responses

- 400 Bad Request
- 401 Unauthorized
- 402 Payment Required - *varattu tulevaisuuden tarpeita varten*
- 403 Forbidden
- 404 Not Found - *käyttäjää ei löydetty*
- 405 Method Not Allowed
- 406 Not Acceptable
- 407 Proxy Authentication Required
- 408 Request Timeout - *käyttäjä ei paikannettu ajoissa*
- 410 Gone - *käyttäjä paikannettiin kerran, mutta se ei ole enää tavoitettavissa*
- 413 Request Entity Too Large
- 414 Request-URI Too Long
- 415 Unsupported Media Type
- 416 Unsupported URI Scheme
- 420 Bad Extension - *SIP-protokollan laajennusta ei tueta*
- 421 Extension Required

- 423 Interval Too Brief
- 480 Temporarily Unavailable
- 481 Call/Transaction Does Not Exist
- 482 Loop Detected
- 483 Too Many Hops
- 484 Address Incomplete
- 485 Ambiguous
- 486 Busy Here
- 487 Request Terminated
- 488 Not Acceptable Here
- 491 Request Pending
- 493 Undecipherable *Could not decrypt S/MIME body part*

#### 5xx - Server Failure Responses

- 500 Server Internal Error
- 501 Not Implemented - *SIP-pyyynnön metodia ei ole toteutettu*
- 502 Bad Gateway
- 503 Service Unavailable
- 504 Server Time-out
- 505 Version Not Supported - *palvelin ei tue käytettävää SIP-protokollan versiota*
- 513 Message Too Large

#### 6xx - Global Failure Responses

- 600 Busy Everywhere
- 603 Decline
- 604 Does Not Exist Anywhere
- 606 Not Acceptable

## Liite 3. Palvelukeskuksen puhelinjärjestelmän käyttöohjeet

Palvelukeskuksen työntekijä käyttää puhelinjärjestelmää Cisco IP Phone 7942G -IP-puhelimella sekä Cisco Agent Desktop -sovelluksella. Tässä ohjeessa käydään läpi tärkeimmät puhelimen ja sovellusohjelman toiminnot ja ominaisuudet.

### Kirjautuminen puhelimeen

Alla olevassa kuvassa on Cisco IP Phone 7942G -IP-puhelinlaite<sup>1</sup>, joita Palvelukeskuksen työntekijät käyttävät:



1. Kirjautuminen puhelinjärjestelmään alkaa painamalla **Services**-näppäintä



---

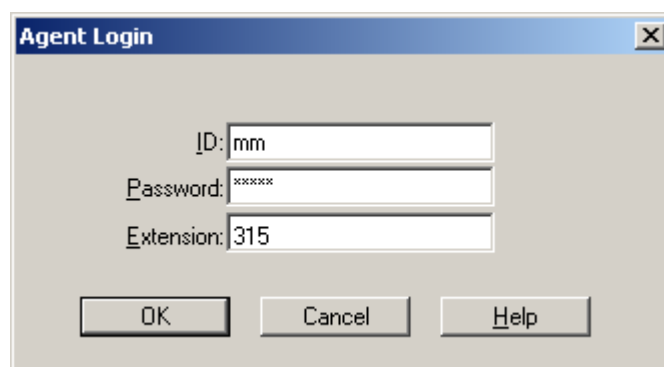
<sup>1</sup> Kuvan lähde: Cisco Unified IP Phone 7942G. n.d. Puhelimen tekniset tiedot. Viitattu 10.11.2010.  
[http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/voicesw/ps6788/phones/ps379/ps8535/product\\_data\\_sheet\\_0900aecd8069bb68.html](http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/voicesw/ps6788/phones/ps379/ps8535/product_data_sheet_0900aecd8069bb68.html)



2. Tämän jälkeen avautuvasta luettelosta valitaan **ExtensionMobilityLoginPrimary**. Valinta hyväksytään painamalla **Select**-näppäintä eli puhelimen näytöllä lukevan Select-sanan alapuolella olevaa näppäintä.
3. **Login**-ruutuun kirjoitetaan UserID muodossa *etunimi.sukunimi*. Kirjautuminen onnistuu nopeammin käyttämällä käyttäjän etunimen ja sukunimen ensimmäisistä kirjaimista muodostuvaa lyhennettä esim. *es* tai *esu* riippuen siitä, onko sama lyhenne jo käytössä jollakin toisella henkilöllä. Käyttäjätunnus tai sen lyhenne kirjoitetaan numeronäppäimiä painelemalla kuten tekstiviestiä kirjoitettaessa. **PIN** on jokaisella käyttäjällä henkilökohtainen.
4. Onnistuneen kirjautumisen jälkeen näytöllä näkyy ylimmän linjanäppäimen kohdalla käyttäjän alanumero ja nimi. Matti Meikäläisellä voisi näkyä esimerkiksi ”315 Meikäläinen Matti”.
5. **Uloskirjautuminen** tapahtuu Services-näppäintä painamalla, valitsemalla avautuvasta valikosta **ExtensionMobilityLoginPrimary** ja vastaamalla **Yes** kysymykseen Logout etunimi.sukunimi.

## Kirjautuminen Agent Desktop -sovellukseen

6. Kirjautuminen Cisco Agent Desktop -sovellukseen alkaa klikkaamalla Window-sin työpöydän kuvaketta **Cisco CC Agent Desktop**. Agent Login -ikkuna avautuu:

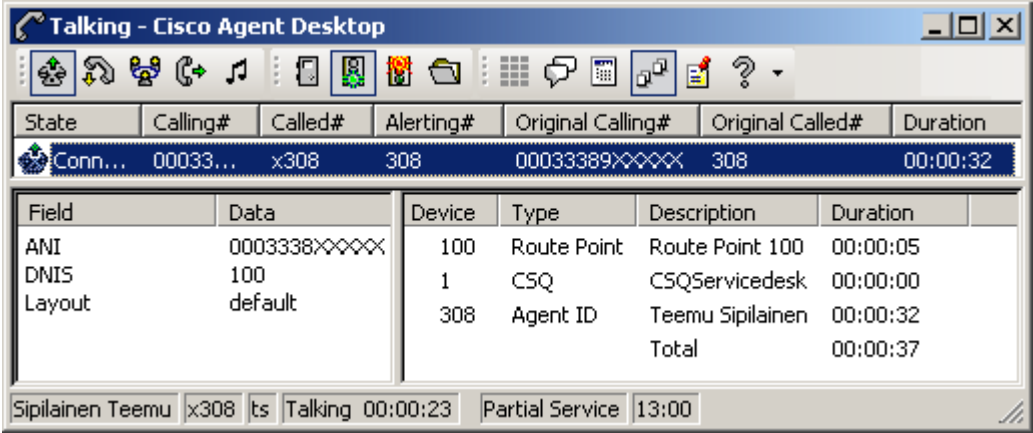


The image shows a screenshot of a Windows-style dialog box titled "Agent Login". The dialog has a blue title bar with a close button (X) on the right. The main area is light gray and contains three text input fields. The first field is labeled "ID:" and contains the text "mm". The second field is labeled "Password:" and contains "\*\*\*\*\*". The third field is labeled "Extension:" and contains "315". At the bottom of the dialog, there are three buttons: "OK", "Cancel", and "Help".

7. Ohjelmaan kirjaudutaan syöttämällä **tunnus** ID-kenttään, **salasana** Password-kenttään ja **alnumero** Extension-kenttään. Salasana on oletuksena sama kuin PIN-koodi. Alanumeron voi tarkistaa puhelimen näytöltä oman nimen edestä.
8. Kun ohjelmaan ja Cisco Unified Contact Center Express -järjestelmään on kirjauduttu onnistuneesti, käyttäjä on Not Ready -tilassa, jolloin hän ei voi vastaanottaa puheluita, vaan ne menevät Ready-tilassa oleville asiantuntijoille tai muussa tapauksessa jonoon. Kun käyttäjä painaa Ready-näppäintä, Palvelukeskuksen kaikille eri asiakaslinjoille saapuvat puhelut välittyvät hänen pöytäpuhelimensa ja Agent Desktop -ohjelmaansa.

## Vastaaminen

Vastaaminen tapahtuu puhelimen Answer-painikkeella. Soittajan tiedot näkyvät parhaiten Agent Desktop -ohjelmasta



The screenshot shows the 'Talking - Cisco Agent Desktop' window. At the top, there is a toolbar with various icons. Below the toolbar is a table with columns: State, Calling#, Called#, Alerting#, Original Calling#, Original Called#, and Duration. The first row shows a connection state with the following values: Conn..., 00033..., x308, 308, 00033389XXXXX, 308, and 00:00:32.

Below this table is another table with columns: Field, Data, Device, Type, Description, and Duration. The data rows are as follows:

Field	Data	Device	Type	Description	Duration
ANI	0003338XXXXX	100	Route Point	Route Point 100	00:00:05
DNIS	100	1	CSQ	CSQServiceDesk	00:00:00
Layout	default	308	Agent ID	Teemu Sipilainen	00:00:32
				Total	00:00:37

At the bottom of the window, there is a status bar with the following information: Sipilainen Teemu, x308, ts, Talking 00:00:23, Partial Service, 13:00.

Agent Desktop -ohjelmasta nähdään soittajan puhelinnumero. CSQ-kohdasta voidaan tarkistaa, mihin yritykseen soittaja soittaa. Ohjelmasta voidaan myös havaita, jos puhelu tulee jonkun toisen yhdistämänä.

## Soittaminen

Järjestelmästä soitetaan valitsemalla vastaanottajan puhelinnumeron eteen numerosarjalla olevien esimerkkien mukaan, näppäilemällä varsinainen puhelinnumero ja painamalla sitten puhelimen Dial-painiketta.

Alla olevasta listauksesta selviää puhelujen soittamisessa käytetyt soittosäännöt:

- Järjestelmän sisällä puhelut soitetaan näppäilemällä kolminumeroinen alanumero ja painamalla Dial-painiketta.
- Järjestelmästä ulospäin soitettaessa varsinaisen puhelinnumeron eteen näppäillään numerosarjalla olevien sääntöjen mukaan ja lopuksi painetaan Dial-painiketta:
  - 0 tai 80 + vastaanottajan puhelinnumero: Vastaanottaja näkee puhelun tulevan Palvelukeskuksen yrityspuhelinnumerosta 1 eli 020 123 4560 (numero kuvitteellinen).
  - 81, 82, jne. + vastaanottajan puhelinnumero: Vastaanottaja näkee puhelun tulevan Palvelukeskuksen yrityspuhelinnumerosta 2, 3, jne. eli numerosta 020 123 4561, 020 123 4562, jne. (numerot kuvitteellisia).
  - 0 00 tai 80 00 + maatunnus + vastaanottajan puhelinnumero. Esim. soitettaessa numeroon 0 00 1 23 456 7890 tai 80 00 1 23 456 7890, puhelu lähtee Yhdysvaltoihin (suuntanumero +1 korvautuu numerosarjalla 00 1) ja vastaanottaja näkee puhelun tulevan Palvelukeskuksen yrityspuhelinnumerosta 1 eli 020 123 4560 (numero kuvitteellinen).
  - 81 00, 82 00, jne. + maatunnus + vastaanottajan puhelinnumero. Esim. soitettaessa numeroon 81 00 1 23 456 7890, puhelu lähtee Yhdysvaltoihin (suuntanumero +1 korvautuu numerosarjalla 00 1) ja vastaanottaja näkee puhelun tulevan Palvelukeskuksen yrityspuhelinnumerosta 2 eli 020 123 4561 (numero kuvitteellinen).

## Puhelunsiirto

Puhelu voidaan siirtää kollegalle seuraavasti:

- Paina puhelimen Transfer-painiketta puhelun aikana.
- Näppäile kollegan alanumero. Esimerkiksi siirrettäessä puhelu Matti Meikäläiselle näppäile 315, jolloin Matin puhelin alkaa soida välittömästi.
  - Jos odotat kunnes kollega vastaa, voit puhua ensiksi hänen kanssaan, jolloin asiakas ei kuule keskusteluanne. Kun painat Transfer-näppäintä, asiakkaan puhelu ohjautuu kollegalle, jolloin oma yhteytesi asiakkaaseen ja kollegaan katkeaa.
  - Jos painat Transfer-painiketta ennen kuin kollega vastaa, asiakkaan puhelu siirtyy soimaan kollegan puhelimesta ja oma yhteytesi asiakkaan puheluun katkeaa.


## Konferenssipuhelut

Jos olet soittanut tai vastaanottanut puhelun, voit muodostaa konferenssipuhelun useamman henkilön kesken seuraavien ohjeiden mukaan:

- Paina ensin ”more”-näppäintä ja sitten ”Confrn”-näppäintä, jonka jälkeen kuulet valintääänen.
- Näppäile kolmannen henkilön puhelinnumero ja odota hetki. Puhelin alkaa hälyttää automaattisesti vastaanottajalla. Tarvittaessa on käytettävä aiemmin ohjeessa mainittuja soittosääntöjä puhelinnumeron edessä.
- Kun kolmas henkilö vastaa, puhelu muodostuu sinun ja kolmannen henkilön välille. Toinen henkilö ei kuule keskusteluanne.
- Paina ”Confrn”-näppäintä uudestaan, minkä jälkeen kolmas henkilö liittyy konferenssipuheluun, ja kaikki kolme kuulevat toisensa.
- Uusien henkilöiden lisääminen konferenssipuheluun tapahtuu kuten aiemmin: Ensiksi painetaan ”more” ja sitten ”Confrn”. Sen jälkeen näppäillään henkilön

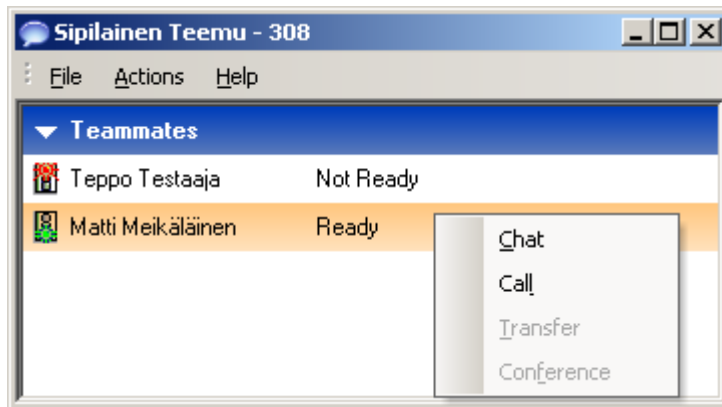
puhelinnumero, odotetaan puhelimen soimista, ja vastauksen jälkeen henkilö otetaan mukaan keskusteluun ”Confn”-näppäimellä.

- Henkilön voi poistaa konferenssipuhelusta painamalla ensin ”more” ja sitten

”ConfList”. Sen jälkeen poistettava henkilö valitaan nuolinäppäimillä  ja kyseisen henkilön puhelu katkeaa ”remove”-näppäimellä.

- Jos linjanäppäin alkaa vilkkua keltaisena, se tarkoittaa sitä, että kyseisellä linjalla oleva (konferenssi)puhelu on pidossa, ja siihen voi palata painamalla keltaisena palavaa linjanäppäintä.
- Konferenssipuhelu lopetetaan ”End call”-näppäimellä.

## Cisco Desktop Agent -ohjelman tarkemmat ominaisuudet



Chat-ikkunasta voidaan todeta kahden muun asiantuntijan olevan kirjautuneena puhelinjärjestelmään. Toinen heistä on valmis (Ready) vastaanottamaan puheluita ja toinen ei (Not Ready). Painamalla valikon Chat-kohtaa keskusteluikkuna avautuu. Sen välityksellä voi keskustella kollegan kanssa. Call-kohtaa painamalla muodostuu normaali sisäpuhelu hänen ja soittajan välille.

The screenshot shows a window titled "Agent Real Time Displays" with a menu bar containing "File". Below the menu bar is a toolbar with a refresh icon and a dropdown menu labeled "Real Time Displays" with "Agent ACD State Log Display" selected. The main area contains a table with the following columns: "Start Time", "Agent State", "Wrap-up Data", "Reason Code", and "State Duration". The table lists 17 rows of agent activity from 07:06:55 to 11:01:23. The states include Login, Not Ready, Ready, Reserved, and Talking. Reason codes include 0 and 32760 (Logon) or 32763 (Ring no answer). The state duration is shown in HH:MM:SS format. At the bottom of the window, it says "Real Time Display: Active".

Start Time	Agent State	Wrap-up Data	Reason Code	State Duration
07:06:55	Login		0	00:00:04
07:06:59	Not Ready		32760 (Logon)	00:06:37
07:13:37	Ready		0	00:33:51
07:47:28	Not Ready		0	00:00:01
07:47:28	Ready		0	00:03:24
07:50:52	Reserved		0	00:00:20
07:51:13	Not Ready		32763 (Ring no answer)	00:02:04
07:53:17	Ready		0	00:36:41
08:29:58	Reserved		0	00:00:20
08:30:17	Not Ready		32763 (Ring no answer)	00:03:48
08:34:05	Ready		0	00:29:21
09:03:27	Not Ready		0	00:17:34
09:21:00	Ready		0	00:33:56
09:54:57	Reserved		0	00:00:15
09:55:11	Talking		0	00:01:51
09:57:03	Ready		0	00:34:20
10:31:22	Not Ready		0	00:30:01
11:01:23	Ready		0	00:30:55

Real Time Display: Active

Ohjelman Agent Real Time Displays -ikkunan alasetoivalikon kohdasta Agent ACD State Log Display käyttäjä näkee, milloin hän on ollut palvelulinjalla kirjautuneena ja milloin ei. Lisäksi se kertoo, milloin käyttäjä on ollut varattuna, jolloin hän on ollut valitsemassa puhelinnumeroa, juuri soittanut jollekin, puhunut puhelua jonkun kanssa tai sitten hänen puhelimensa on alkanut soida.

Start Time	Direction	Answered	Calling Party	Called Party	Call Duration
07:50:52	Inbound	No	00200XXXX	308	00:00:20
08:29:58	Inbound	No	0001656XXXXX	308	00:00:20
09:54:56	Inbound	Yes	0040595XXXX	308	00:02:06
12:25:33	Outbound	Yes	308	8302042XXXX	00:01:14
12:34:13	Inbound	Yes	00200XXXX	308	00:00:52
12:42:34	Inbound	Yes	0001656XXXXX	308	00:03:13
13:00:30	Inbound	Yes	0003338XXXXX	308	00:03:47
13:13:15	Outbound	Yes	308	810044152XXXX	00:00:46
13:14:03	Outbound	Yes	308	810044152XXXX	00:06:09

Real Time Display: Active

Agent Call Log Display kertoo käyttäjän oman puheluhistorian. Ikkunasta voidaan havaita käyttäjän oma alanumero ja ulkoapäin tulevien puheluiden puhelinnumerojen etunolla. Lisäksi voidaan huomata, että soittaja on kolmessa puhelussaan käyttänyt valintasääntöjä. Ensimmäisessä tapauksessa hän on soittanut kotimaan 020-alkuiseen yritysnumeroon ja vastaanottajalle on näkynyt Palvelukeskuksen yrityspuhelinnumero 4. Kahdessa jälkimmäisessä tapauksessa hän on soittanut ulkomaille Iso-Britanniaan, jonka ulkomaantunnus on 44. Vastaanottajalle on näkynyt yrityspuhelinnumero 2.

Agent Real Time Displays							
File							
Real Time Displays Agent Statistics							
Calls Presented	Calls Handled	Avg Talking	Max Talking	Total Talking	Avg Ready	Max Ready	Total Ready
6	4	00:02:19	00:03:38	00:09:18	00:16:42	00:36:41	04:14:43
Real Time Display: Active							

Avg Not Ready	MaxMax Not Ready	ToteTotal Not Ready	Avg After C	Avg After Call Work	Max After Call Work	Total After Call Work
00:09:19	00:43:32	01:51:50		00:00:00	00:00:00	00:00:00

Agent Statistics -kohdasta nähdään статистиikkaa, jota järjestelmä on kerännyt puhelimeen ja Agent Desktop -sovellukseen kirjautumisen jälkeen.

Agent Real Time Displays	
File	
Real Time Displays Contact Service Queue Statistics	
Calls Waiting	Current Oldest
0	00:00:00
Real Time Display: Active	

Contact Service Queue Statistics -kohdasta nähdään, että asiakkaita ei ole jonossa eli kaikki puhelut ovat asiantuntijoiden käsittelyssä tai puheluita ei ole tällä hetkellä ollenkaan.



## Liite 4. Käyttäjän, puhelimen ja alanumeron lisääminen Cisco Unified Communications Manager -järjestelmään

### Kirjautuminen järjestelmään

Kirjaudu Cisco Unified Communications Manager -järjestelmään administrator-tunnuksella ja sen salasanalla.

### Käyttäjän lisääminen

Mene **User Management** -valikon **User/Phone Add** -sivulle. Järjestelmä saattaa antaa ilmoituksen *“The add function is disabled because the user directory is sync with LDAP”*. Silloin järjestelmä on integroituna LDAPin eli yleensä Microsoft Windows Active Directoryn (AD) kanssa. Tällöin käyttäjätietoja ei tarvitse erikseen lisätä, vaan CUCM saa ne automaattisesti LDAPista.

Muussa tapauksessa avautuu sivu, jossa käyttäjätiedot voi syöttää käsin järjestelmään. Tällöin käyttäjän tietoihin syötetään **käyttäjätunnus**, **salasana**, **PIN-koodi**, **etunimi** ja **sukunimi**. Lisäksi käyttäjälle määritetään **puhelin tyyppi**, **MAC-osoite**, **alanumero** ja **puhelinumero**, jonka halutaan näkyvän ulospäin soitettaessa vastaanottajalle. Puhelimen ja alanumeron asetukset konfiguroidaan jälkikäteen.

Asiakasjärjestelmissä CUCM on yleensä integroituna AD:n kanssa, jolloin asiakas huolehtii itse käyttäjän lisäämisestä Active Directoryyn. Palvelukeskuksen vastuulle jää näissä tapauksissa puhelinten lisääminen ja yhdistäminen käyttäjien profiileihin ja alanumeroiden lisääminen puhelinten profiileihin.


## Puhelimen lisääminen

Puhelinprofiilin lisääminen kannattaa tehdä kopioimalla jokin valmis profiili. Ensiksi siirytään **Device**-valikon **Phone**-sivulle. Tämän jälkeen etsitään sopiva puhelinprofiili laitteen tyyppiin (*Device Type*) perustuvalla hakulauseella ja painetaan **Find**-nappia.

**Phone (1 - 1 of 1)**

Find Phone where  begins with

Select item or enter search te

<input type="checkbox"/>	Device Name(Line) ^	Description	Device Type	Device Protocol
<input type="checkbox"/>	 <a href="#">SEP001280B5AED9</a>	Maija Meikalainen	Cisco 7960	SCCP

Klikkaa laitteen nimeä, jolloin saat sen ominaisuudet näkyviin. Paina sivulla olevaa **Copy**-painiketta, jolloin puhelimen tiedot kopioituvat uuden puhelinprofiilin asetuksiksi. Muuta **MAC-osoite** oikeaksi ja puhelimen kuvaus (**Description**) haluamaksesi.

**Cisco Unified CM Administration** For Cisco Unified Communications Solutions

Navigation Cisco Unified administr

System Call Routing Media Resources Voice Mail Device Application User Ma

**Phone Configuration** Related Links: Back To Find/List

Save

**Status**  
 Status: Ready

**Phone Type**  
 Product Type: Cisco 7960  
 Device Protocol: SCCP

**Device Information**

MAC Address*	0002B9AFBE36
Description	Meikalainen Matti
Device Pool*	Default <a href="#">View Details</a>
Common Device Configuration	< None > <a href="#">View Details</a>
Phone Button Template*	Standard 7960 SCCP-CCX service
Softkey Template	Standard User HGLG
Common Phone Profile*	Standard Common Phone Profile
Calling Search Space	< None >
AAR Calling Search Space	< None >
Media Resource Group List	< None >
User Hold MOH Audio Source	< None >

Paina **Save**-painiketta.

## Alanumeron lisääminen

Kun olet lisäämässä alanumeroa, avaa jonkin toisen käyttäjän alanumeron asetukset toiseen selainikkunaan näkyviin ja ota mallia niistä. Näin saadaan alanumeron kuvaukset oikeisiin kenttiin ja soitonsiirrot toimimaan heti alusta alkaen.

Klikkaa Phone Configuration -sivulla tekstiä **Line [1] - Add a new DN** ja syötä alanumeron tiedot eli **Directory Number**, **Description**, **Alerting Name**, **ASCII Alerting Name**. Kyseiset kentät näkyvät seuraavassa kuvassa:

The screenshot displays a web-based configuration interface for a phone line. At the top, under the 'Status' section, there is an information icon and the text 'Status: Ready'. Below this, the 'Directory Number Information' section contains several fields: 'Directory Number\*' with the value '543', 'Route Partition' with a dropdown menu set to 'Internal', 'Description' with 'Meikalainen Matti', 'Alerting Name' with 'Meikalainen Matti', and 'ASCII Alerting Name' with 'Meikalainen Matti'. There is a checked checkbox for 'Allow Control of Device from CTI'. The 'Associated Devices' field contains the text 'SEP0002B9AFBE36' and has a collapse icon (two downward-pointing chevrons) below it. The 'Dissociate Devices' field is currently empty.

Call Forward and Call Pickup Settings -kohtaan syötetään mahdollisten puheluohjausten tiedot. Mahdolliset puheluohjaukset näkyvät seuraavassa kuvassa:

Call Forward and Call Pickup Settings		
	Voice Mail	Destination
Calling Search Space Activation Policy		
Forward All	<input type="checkbox"/> or	<input type="text"/>
Secondary Calling Search Space for Forward All		
Forward Busy Internal	<input type="checkbox"/> or	<input type="text"/>
Forward Busy External	<input type="checkbox"/> or	<input type="text"/>
Forward No Answer Internal	<input type="checkbox"/> or	<input type="text"/>
Forward No Answer External	<input type="checkbox"/> or	<input type="text"/>
Forward No Coverage Internal	<input type="checkbox"/> or	<input type="text"/>
Forward No Coverage External	<input type="checkbox"/> or	<input type="text"/>
Forward on CTI Failure	<input type="checkbox"/> or	<input type="text"/>
Forward Unregistered Internal	<input type="checkbox"/> or	<input type="text"/>
Forward Unregistered External	<input type="checkbox"/> or	<input type="text"/>
No Answer Ring Duration (seconds)		<input type="text" value="5"/>

Näistä tärkeimmät ovat

- *Forward All*, joka siirtää kaikki puhelut
- *Forward Busy Internal/External*, joka siirtää puhelun, jos numero on varattu
- *Forward No Answer Internal/External*, joka siirtää puhelun, jos siihen ei vastata sekä
- *Forward Unregistered Internal/External*, joka siirtää puhelut, jos puhelin ei ole jostain syystä rekisteröityneenä järjestelmään.

Seuraavaksi syötetään kuvaavat tekstit kohtiin **Display (Internal Caller ID)**, **ASCII Display (Internal Caller ID)**, **Line Text Label** ja **ASCII Line Text Label**.

Display (Internal Caller ID)	<input type="text" value="Meikalainen Matti"/>
ASCII Display (Internal Caller ID)	<input type="text" value="Meikalainen Matti"/>
Line Text Label	<input type="text" value="Meikalainen Matti"/>
ASCII Line Text Label	<input type="text" value="Meikalainen Matti"/>

Paina **Save**-painiketta.

Etsi käyttäjä User Management -valikon End User -kohdan takaa avautuvalla haulla. Avaa käyttäjän asetukset painamalla Device Associations, Controlled Devices -kohdan vieressä olevaa Device Association -painiketta.

Etsi puhelin nimen, kuvauksen tai linjanumeron perusteella. Laita väkänä lisäämäsi uuden puhelinprofiilin kohdalle ja paina **Save Selected/Changes**. Nyt puhelin on liitetty käyttäjälle. Klikkaa rivin alussa olevaa puhelimen kuvaa.

Phone Configuration -sivu avautuu. Paina **Reset**-painiketta ja tämän jälkeen **Restart**,. Tällöin puhelin lataa uudet asetukset, mutta ei käynnisty uudelleen, joten käynnissä olevat puhelut eivät katkea.

Nyt kaiken pitäisi olla kunnossa.

## Pikaohje

1. Kirjautu järjestelmään administrator-tunnuksella
2. Etsi sopiva puhelinprofiili uuden puhelinprofiilin pohjaksi Device-valikon Phone-sivulta. Käytä puhelimen mallia hakuehtona.
3. Klikkaa puhelimen asetukset auki ja paina Copy-painiketta
4. Muuta MAC-osoite ja kuvaus (Description) uutta puhelinlaitetta vastaaviksi
5. Klikkaa Line [1] - Add a new DN
6. Täytä alanumero, sopivat kuvaukset ja puheluohjaukset
7. Etsi käyttäjä User Management -valikon End User -kohdasta.
8. Paina Device Association -painiketta, etsi lisäämäsi puhelinprofiili, merkitse se ja paina Save Selected/Changes
9. Mene puhelimen asetuksiin ja lataa laitteeseen uudet asetukset painamalla Reset-painiketta, ja sen jälkeen avautuvassa ikkunassa Restart-painiketta