

TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN TOIMIALA

Tietotekniikka

Tietoliikennetekniikka

INSINÖÖRITYÖ

**CITRIX-TERMINAALIPALVELUJEN PERUSTEET JA HYÖDYT YRITYKSELLE –
ESIMERKKINÄ AURINKOMATKAT OY**

Työn tekijä: Sami Sinkko

Työn valvoja: Yliopettaja Kari Järvi

Työn ohjaaja: Tietohallintojohtaja Risto Mäntynen

Työ hyväksytty: __. __. 2006

ALKULAUSE

Tämä insinöörityö tehtiin Oy Aurinkomatkat – Suntours Ltd Ab:lle. Työn ajatuksena on selvittää Aurinkomatkojen näkökulmasta niitä hyötyjä, joita Citrix-ympäristöön siirtyminen tuo yrityksen liiketoiminnalle. Työ on on pyritty tekemään objektiivisesti eikä se ole Citrix-tuote-esittely, vaan työssä kohdataan tekniset ja arkkitehtuuriset seikat siitä näkökulmasta, mitä Aurinkomatkat hyötyy uudesta järjestelmästä.

Haluan kiittää projektissa mukana olleita henkilöitä: työn valvojaa Kari Järveä ja Aurinkomatkojen tietohallintojohtaja Risto Mäntystä siitä, että he tekivät työstäni mahdollisen. He innoittivat minua tekemään tämän lopputyön kannustamalla, motivoimalla ja tarjoamalla aiheen, josta koen olevan hyötyä tulevaisuudessa. Samoin haluan kiittää vaimoani Hanna Sinkkoa tuesta työn ja opiskeluni aikana. Kiitos kuuluu myös vanhemmilleni, jotka ovat olleet tukenani koko opintaipaleellani. Lisäksi seuraavat henkilöt ovat olleet lopputyön aikana tärkeitä haastattelujen, kysymysten tai materiaalin kautta johtamassa työn asiataustaa oikeaan suuntaan ja antamassa oikeaa kriittistä palautetta sekä vastauksia, kun niitä olen tarvinnut: Janne Ohlenberg (Suomen Matkatoimiston järjestelmäpäällikkö), Petri Lehtosuo (SCKY Oy:n puheenjohtaja, Enfo Oy:n asiakaspalvelupäällikkö), Jaakko Aaltonen (WM Data Oy, Citrix-asiantuntija), Marja Talikka (Lappeenrannan yliopiston kirjasto) ja Kaija Venäläinen (WM Data Oy, systeemisuunnittelija).

Lopuksi kiitän vielä opinto-ohjaajani Marja Koskuaa ja tietoliikennetekniikan yliopettaja Olavi Ahoa henkilökohtaisen opintosuunnitelman tekemisessä opiskelujeni aikana. Jyväskylästä Helsinkiin siirtymiseni johdosta jouduin miettimään kaikki opinnot näiden henkilöiden kanssa.

Helsingissä 12.11.2006

Sami Sinkko

INSINÖÖRITYÖN TIIVISTELMÄ

Tekijä: Sami Sinkko	
Työn nimi: Citrix-terminaalipalvelujen perusteet ja hyödyt yritykselle – esimerkkinä Aurinkomatkat Oy	
Päivämäärä: 23.11.2006	Sivumäärä: 63 sivua
Koulutusohjelma: Tietotekniikka	Suuntautumisvaihtoehto: Tietoliikennetekniikka
Työn valvoja: Yliopettaja Kari Järvi	
Työn ohjaaja: Tietohallintojohtaja Risto Mäntynen	
<p>Tämän insinöörityön lähtökohtana on lähestyä Citrix-tekniikkaa ja sen tuomia hyötyjä ja mahdollisuuksia Oy Aurinkomatkat – Suntours Ltd Ab:n kannalta. Työssä tarkastellaan Citrix-tekniikkaa, joka luo pohjan Citrix-tuotteiden toiminnalle. Keskeisenä aiheena toimii ICA-protokolla, jonka ympärille nivoutuu järjestelmän tehokkuus. Työssä tuodaan esille tyyppillisiä Citrix-arkkitehtuurisia ratkaisuja eri etäyhteydenluonti tavoilla.</p> <p>Perustekniikan lisäksi työssä käydään läpi Citrix-tuotteita, joiden kautta selviävät tämän päivän Citrixin tarjoamat palvelut. Jotta ero Windowsin tarjoamien etäyhteyseratkaisujen välillä selvenee, on järkevää vertailla Windows-terminaalipalveluita Citrix-terminaalipalveluihin. Lähtökohtaisesti vertailen RDP-protokollaa ICA-protokollaan, jossa selviää ICA:n kyvykkyys monipuolisempiin palveluihin.</p> <p>Aurinkomatkojen suunta on kohti mobiilimpaa ympäristöä, koska matkatoimistojen henkilöstö on jatkuvasti liikkeessä. Tarkastelen ICA-käyttöliittymän käyttöönottoa älypuhelimessa ja tarkastelen muutamia laitevaihtoehtoja.</p> <p>Työn lopussa tutkitaan, kuinka langaton verkko kannattaisi toteuttaa Aurinkomatkojen uudessa ympäristössä tulevaisuutta ajatellen.</p> <p>Citrix-tekniologia tuo uusia mahdollisuuksia Aurinkomatkoja ajatellen. ICA-käyttöliittymä tukee lähes kaikkia tämän päivän järjestelmiä. Se istuu hyvin Nokian uusiin älypuhelmiin, toimii hyvin selainpohjaisena ja asentuu kätevästi työkoneisiin sekä kannettaviin. Tarvittaessa yhteyden Citrix-palveluihin saa myös VPN-yhteydellä, josta muutkin sisäverkon palvelut ovat käytettävissä. Citrixin vastaus kustannustehokkuuteen, sen tuomiin mahdollisuuksiin ja käytettävyyteen ilmenee Aurinkomatoille vasta vuoden tai kahden kuluttua. Tällä hetkellä tärkeimmät sovellukset, kuten käytössä oleva varausjärjestelmä, ovat tuottaneet ongelmia etäohjelmajakeluna. Kun vanha ympäristö saadaan toimimaan Citrixin kautta uudessa ympäristössä, kapenee Aurinkomatkojen hybridi-ympäristö keskitetympään järjestelmään. Tämä tuo aivan uusia mahdollisuuksia Aurinkomatkojen IT-infrastruktuurille.</p> <p>Työ toteutui suurimmaksi osaksi kirjallisuustutkimuksena.</p>	
AVAINSANAT: Citrix, etätyöskentely, ICA-protokolla, ICA-käyttöliittymä, RDP-protokolla, RC-5 algoritmi, ICA-PPT, terminaalipalvelut, mobiiliympäristö, WLAN.	

ABSTRACT

Name: Sami Sinkko	
Title: The Citrix Terminal Services and Benefits for the Enterprise, Aurinkomatkat	
Date: November 11, 2006	Number of pages: 63 pages
Degree Programme: Information technology Engineering	Specialisation: Telecommunications
Työn valvoja: Kari Järvi, Principal Lecturer	
Supervisor: Risto Mäntynen, Data Administration Manager	
<p>In this study the main goal is to approach Citrix services by asking how a Finnish travel agency, Aurinkomatkat Ltd, will benefit of the Citrix solution in their new IT environment. This study examines Citrix technology which is the basis of all Citrix products. The main issue is the Independent Client Architecture (ICA) protocol that enables the effectiveness of Citrix. The study presents typical Citrix architectural solutions and the different ways to access to Citrix services. The study was done as desk research.</p> <p>The study takes a look at Citrix products, which is more than just a remote access solution. New products like NetScaler and EdgeSight take Citrix services to a new level by solving basic problems of IT infrastructure in companies'. The gap between the Windows terminal solutions and the Citrix solution is getting smaller as Citrix and Microsoft have built a strong cooperation partnership. Still Citrix have its own visions and strategies and continues the development of its solutions such as access solution, software virtualisation, netmonitoring and heavier programs such as Autocad remote software delivery for the future. The study also examines differences between the ICA and Remote Desktop Protocol (RDP) protocols.</p> <p>By implementing the Citrix access solution Aurinkomatkat will gain easier access and better availability of company's systems towards more mobile environment. This is the reason why the study considers also ICA services in the mobile equipment, such as the ICA client for Nokia Communicator 9300i/9500. Finally this study examines what would be the sensible way to build a WLAN network in the company's new IT environment.</p> <p>The Citrix technology will bring new opportunities, new network solutions and new innovations to the environment of Aurinkomatkat. When all the company's business critical applications can be run from Citrix server farm, the mobile working opportunities will rise. This would bring possibilities to move away from the hybrid environment to the new centralized IT infrastructure, which would be easier to manage and control.</p>	
KEYWORDS: Citrix, terminal services, ICA protocol, ICA client, RDP, RC-5, ICA-PPT, WLAN, remote work, mobile environment.	

SISÄLLYS

ALKULAUSE

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

TERMIT JA LYHENTEET

1	JOHDANTO	1
2	AURINKOMATKAT JA SIIRTYMINEN UUTEEN JÄRJESTELMÄÄN	2
2.1	Yritysesittely	2
2.2	Aurinkomatkojen transitio keskitettyyn järjestelmään	2
3	CITRIX-YMPÄRISTÖ	4
3.1	Citrixin historia	5
3.2	Toiminta Citrix-ympäristössä	7
3.2.1	<i>Mitä Citrix on?</i>	7
3.2.2	<i>Miten Citrix toimii?</i>	8
3.3	Citrix tuotteena	11
3.3.1	<i>Citrixin tuoteperhe</i>	11
3.3.2	<i>Citrix-tuotteet ominaisuuksineen</i>	13
4	CITRIX-TEKNIikka	18
4.1	ICA-Protokolla	18
4.2	Citrix ICA Priority Packet Tagging (ICA-PPT)	21
4.3	Salaaminen terminaaliyhteyden aikana	29
4.3.1	<i>RSA SecurID -kortti</i>	30
4.3.2	<i>RC-5-algoritmi</i>	31
4.4	Pakkaaminen ICA-terminaaliyhteyden aikana	35
4.5	Thin Client -päätelaiteratkaisuna Citrix-ympäristössä	36

4.6	VPN-yhteyden kautta pääsy Citrix-palveluihin	38
4.7	Palomuuuri Citrix-arkkitehtuurissa	39
5	CITRIX VS. WINDOWS SERVER 2003 -YMPÄRISTÖ	41
5.1	ICA vs. RDP	42
5.1.1	<i>ICA- ja RDP-protokollien sisältämien ominaisuuksien vertailutaulukot</i>	43
5.1.2	<i>ICA- ja RDP-protokollien sisältämien ominaisuuksien selitykset</i>	47
5.2	ICA- ja RDP-protokolla – nyt ja tulevaisuudessa	50
5.2.1	<i>Päivitykset ICA- ja RDP-protokollissa</i>	50
5.2.2	<i>ICA-käyttöliittymän lisäominaisuuksia</i>	51
6	MOBIILILAITTEIDEN JA WLAN-VERKON SISÄLTYTTÄMINEN AURINKOMATKOJEN UUTEEN YMPÄRISTÖÖN	52
6.1	Nokian päätelaitteiden synkronointi Citrix-ympäristöön	52
6.1.1	<i>ICA-käyttöliittymä Nokian series 80 -laitteisiin</i>	53
6.1.2	<i>Aurinkomatkojen matka kohti mobiilimpaa ympäristöä</i>	54
6.1.3	<i>Mobiilipuolen laitevaihtoehdot ja laitehankinnat</i>	55
6.2	WLAN-verkon rakentaminen Aurinkomatkojen uuteen ympäristöön	55
7	KUINKA AURINKOMATKOJEN TYÖNTEKIJÄ KÄYTÄNNÖSSÄ VOI CITRIX-PALVELUITA HYÖDYNTÄÄ TYÖSSÄÄN?	57
8	YHTEENVETO	59
	VIITELUETTELO	61

TERMIT JA LYHENTEET

- AD *Active Directory* on monipuolinen käyttäjätietokanta ja hakemistopalvelu, joka sisältää tietoa käyttäjistä, tietokoneista ja verkon resursseista. Active Directory -hakemistopalvelu mahdollistaa keskitetyn resurssien jakamisen käyttäjille ja sovelluksille sekä tarjoaa selkeän tavan nimetä, kuvata, paikallistaa, hallita ja suojata käytössä olevia verkon resursseja.
- ASP *Application Service Provider* on verkon yli tapahtuvaa liiketoimintaa, jossa tarjotaan ostajille tietokoneisiin liittyviä palveluita. Koko ajan kasvavan ASP-tekniikan ympärille on kietoutunut myös omia palveluntarjoajia ja sovellusratkaisuja liiketoiminnan eri tarpeisiin. Verkkokaupan ympärille on kehitetty myös ASP-malli, jonka mukaan ASP-ratkaisu on järkevä toteuttaa.
- BRC *Business Recovery Client* on liiketoiminnan tiedonvarmistuspalvelu, jonka tehtävänä on ottaa automaattisesti varmistukset Cltrix-palvelinperheen pääpalvelimella olevista tapahtumista ja muutoksista. Tämä serveri-farmin lisävarmistustekniikka maksimoi ohjelmien käytettävyyden ja järjestelmän vakauden.
- DHCP *Dynamic Host Configuration Protocol* on verkkoprotokolla, jonka yleisin tehtävä on jakaa IP-osoitteita uusille lähiverkkoon kytkeytyville laitteille. DHCP-palvelin voi jakaa käyttäjälle myös muita asetuksia, kuten oletusyhdyksikäytävän ja nimipalvelimen IP-osoitteet.
- DMZ *Demilitarized Zone*. Demilitarisoitu vyöhyke, DMZ, on IP-verkon segmentti, joka yleensä sisältää resursseja Internet-käyttäjille, kuten Web- ja FTP-palvelimia. Se toimii neutraalina alueena lähiverkon ja yleisen verkon välillä ollen se osa yrityksen verkkoa, joka halutaan näyttää ulkomaille.
- CID *Client Identification* eli käyttäjän todentaminen. Esimerkiksi tulostamiseen erikoistuneet ohjelmat käyttävät käyttäjän

todennukseen tulostus-CID:ä, joka määrittelee käyttäjälle varatut tulostuspalvelut.

- EDGE *Enhanced Data rates for GSM Evolution* on teknologia, jonka avulla langattomilla laitteilla saavutetaan jopa nelinkertainen nopeus verrattuna olemassa oleviin GSM- ja GPRS-laitteisiin nähden. EDGE:n teoreettinen maksimi siirtonopeudelle on yli 300 kbps. Käytännössä EDGE:llä päästään maksimissaan 150 kbps:ään keskiarvon jäädessä noin 100 kbps:ään. Tämä tarkoittaa 2-3 kertaista nopeutta GPRS-dataan verrattuna.
- GPRS *General Packet Radio Service* on GSM-verkossa toimiva pakettikytkentäinen tiedonsiirtopalvelu, jota käytetään pääasiassa langattoman Internet-yhteyden muodostamiseen matkapuhelimen tai GPRS-sovittimen avulla. GPRS:n maksimaalinen tiedonsiirtonopeus on tämän hetken tietoliikennekorteilla 53,6 kbps. Käytännössä tästä luvusta jäädään jopa alle puoleen, sillä puhe on GSM-verkossa korkeammalla prioriteetilla kuin data. Pahimmilla ruuhka-alueilla dataa saattaa liikkua selvästi alle 10 kbps eli alle 20 % maksimaalisesta nopeudesta.
- HSDPA *High-Speed Downlink Packet Access* on sama asia UMTS-verkolle kuin EDGE on GSM-verkolle. HSDPA lisää UMTS-verkon kapasiteettia nelinkertaistamalla yhteysnopeuden nopeuteen 1,8 Mbps. HSDPA-verkot avattiin Suomessa vuonna 2006.
- ICA *Independent Computing Architecture* on Citrix Systemsin kehittämä terminaaliyhteydelle suunnattu protokolla. Protokolla on tarkoitettu lähettämään dataa palvelimen ja käyttöliittymän välillä, mutta se ei nojaudu vain yhteen toimintaperiaatteeseen. Protokollaa kehitetään jatkuvasti eteenpäin yhä tehokkaammaksi. Siksi se onkin Citrix-terminaaliyhteyden tehokkuuden tärkein kulmakivi.
- ICA-PPT *Citrix ICA Priority Packet Tagging* on Citrix ICA-protokollan ominaisuus (MetaFrame 1.8 Feature Release 1:stä ja MetaFrame XP:stä eteenpäin olevat versiot), joka tunnistaa ja

varustaa tuntomerkillä ICA-protokollan sisältämän virtuaalikanavan. Ominaisuuden avulla virtuaalikanavassa luotuun dataan pystytään tekemään merkintöjä sen data-tärkeyden perusteella. Näin ollen tämä ominaisuus, jota kutsutaan ICA-pakettien priorisointimerkinnäksi (ICA Priority Packet Tagging, ICA-PPT), tarjoaa kyvyn priorisoida ICA-istunnot.

IMA *Independent Management Architectur* on uusi käsite Citrix-arkkitehtuurista. Tärkein edistysaskel on datakolektorit (Data Collectors), joiden tehtävänä on pitää ajantasalla lisenssi- ja ohjelmainformaatiota sekä muita palvelin-farmin toiminnalle tärkeitä tietoja. Se pitää myös sisällään joukon sovelluslaajennuksia, jotka on tarkoitettu nopean ja tehokkaan ohjelmistojakelun takaamiseksi Citrix-järjestelmässä.

IMS *Installation Management Services* eli asennuksen hallintapalvelut tarjoavaa Citrix-sovellusten pakkamiseen ja niiden julkistamiseen tarvittavat työkalut kasvavassa palvelin-farmissa.

IPX *Internetwork Packet Exchange* on reitittävä tietopakettipohjainen tietoliikennekäytäntö, joka toimii OSI-mallin verkkokerroksessa, IPX/SPX-protokollapinossa. IPX/SPX-protokollapino on Novell Netware-lähiverkkojärjestelmän tukema tekniikka. IPX:n käyttö on suppeutunut vähäiseksi sen jälkeen, kun internetbuumi teki TCP/IP-teknologiasta maailmanlaajuisen. Tähän on johtanut myös se, että Novellin NetWare versio 5 jälkeen Novell on tukenut sekä IPX:ää, että TCP/IP-tekniikkaa.

LAN *Local Area Network* eli lähiverkko on rajoitetulla maantieteellisellä alueella toimiva tietoliikenneverkko, esimerkiksi yhden talon koneiden muodostama tietokoneverkko tai yksittäisen yrityksen yhden toimipisteen verkko. Lähiverkon tiedonsiirtonopeus on useimmiten 4 - 1000 megabittia sekunnissa. Lähiverkkoja yhdistetään toisiinsa alueverkoilla, jotka voivat olla toteutettuina esimerkiksi Frame Relay- tai ATM

-tekniikoilla. Lähiverkon tärkeimpiä aktiivilaitteita ovat kytkin, reititin ja toistin.

NAT *Network Address Translation* on IP-verkossa tapahtuva menettely, jossa sisäverkon yksityiset osoitteet muunnetaan liikennöitäessä julkisiin verkkoihin virallisiksi IP-osoitteiksi. Muutos voidaan suorittaa yksi-yhteen tai limittämällä useat sisäverkon osoitteet yhden rekisteröidyn IP-osoitteen taakse. Menettelyn tarkoituksena on parantaa tietoturvaa yksityisessä verkossa ja vapauttaa sisäverkko rajallisen osoitemäärän ongelmasta.

NetBEUI *NetBIOS Extended User Interface* on Microsoftin LAN Manager -verkkokäyttöjärjestelmän ohjelmointirajapinta, joka julkaistiin vuonna 1985. NetBEUI on verkkoprotokolla, jota käytetään tavallisesti pienissä osastokohtaisissa lähiverkoissa. NetBIOS:in tarjotessa palveluita lähiverkonohjelmille NetBEUI on protokolla, joka toimii työvälineenä kyseisiin palveluihin.

NetBIOS *Network Basic Input/Output System* on IBM:n alunperin käyttämä rajapinta Hughes LAN Systemsin (entinen Sykes) valmistamalle verkkokortille. Nykyisin se on mikroverkossa ohjelmarajapintamäärittely, joka antaa mikroverkkoa hyväkseen käyttävän ohjelman ottaa yhteyden ja siirtää tietoa toisille verkon asemille.

OSI *Open System Interconnection*. OSI-malli on seitsenkerroksinen malli verkkoyhteydestä. Yksinkertaistettu näkymä on tehty viittaukseksi siihen, missä kerroksessa mikäkin toiminto tapahtuu. OSI-mallin kerrokset ovat:

1. fyysinen kerros (*Physical Layer*)
2. siirtoyhteys- tai siirtokerros (*Data Link Layer*)
3. verkkokerros (*Network Layer*).
4. kuljetuskerros (*Transport Layer*)
5. istuntokerros (*Session Layer*)

6. esitystapakerros (*Presentation Layer*)

7. sovelluskerros (*Application Layer*).

- PN *Program Neighbourhood* on ICA-käyttöliittymän näkymä, jossa ovat esillä kaikki käyttäjälle määritetyt sovellukset.
- QoS *Quality of Service* on termi, jolla tarkoitetaan tietoliikenteen luokittelua ja priorisointia. Priorisoinnin perusteella osaa liikenteestä voidaan hidastaa tai jopa pudottaa kokonaan pois, mikäli linjojen välityskyky ei riitä. Liikennettä voidaan priorisoida sovellusten, käyttäjien tai käytettyjen tietokoneiden perusteella.
- QoS-tekniikoita on kahdenlaisia. Luokittelutekniikat keskittyvät QoS-tiedon jakamiseen ja liikenteen luokitteluun, kun taas suodintekniikat ovat erilaisia algoritmeja itse reitittimissä, jotka toteuttavat itse suodatusta ja priorisointia.
- RAS *Remote Access Server* on lähiverkossa toimiva etäkäyttöpalvelin, johon liittyvät myös sen sisältämät ohjelmat. RAS-palvelimeen voidaan ottaa yhteys yleisen data- tai puhelinverkon kautta.
- RAS *Remote Access Service*- palveluista puhuttaessa viitataan Windows-ympäristöön liittyvästä palvelusta, jolla käyttäjät saavat yhteyden haluttuun lähiverkkoon.
- RCC *Ready Connect Client* eli yhteydenottovalmis käyttöliittymä on konfiguroitava ICA-käyttöliittymä, johon voi ennalta määrätä IP-osoitteet, palvelimet, puhelinnumerot ja yhteydenottoasetukset ennen ensiasennusta.
- RDP *Remote Desktop Protocol* on monikanavainen protokolla, joka antaa käyttäjän ottaa etäyhteys etäpalveluihin, yhdistäen tietokoneen Microsoftin terminaalipalveluihin. RDP-käyttöliittymiä on tehty Windows 3.11 -versiosta eteenpäin ja näiden lisäksi myös Mac OS X -, Linux- ja FreeBSD -käyttöjärjestelmille. Palvelin kuuntelee RDP:n perusasetuksena TCP-porttia 3389.

- RMS** *Resource Management Services* eli suorituskyvyn hallintapalvelut Citrixin suorituskyvyn hallintapalvelut pitävät sisällään verkon kantokyvyn suunnittelun lisäksi myös sovellusten jälkitarkastelua palvelin pohjaisessa tietojenkäsittely-ympäristössä. RMS tarjoaa reaaliaikaista monitorointia ohjelmien hallinnointiin ja käyttäjien sekä järjestelmän suorituskyvyn osalta. Sillä saavutetaan se, että saadaan pidettyä Presentation- ja terminaalipalvelmien suorituskyky koko ajan mahdollisimman optimaalisella tasolla. RMS toimii myös joustavasti ODBC-tietokantojen sekä "off the shelf" -tutkimuslaitteiden ja tutkimusohjelmien kanssa.
- RSA** *Rivest-Shamir-Adleman*. Rivestin, Shamirin ja Adlemanin kehittämä julkisen avaimen salakirjoitusmenetelmä, jossa salaus- ja purkufunktiona käytetään modulo-m -aritmetiikassa laskettavia eksponenttifunktioita. Menetelmä julkaistiin 1970-luvun lopulla Yhdysvalloissa, ja se on edelleen yksi maailman parhaista salakirjoitusmenetelmistä.
- SaaS** *Software as a Service* on palvelumalli, joka on luotu ohjelmatoimittajia varten tekemään ja toteuttamaan ohjelmatoimitusta järkevästi. Kuten nimikin kertoo, malli pyrkii näkemään ohjelmatoimituksen kokonaisvaltaisena palveluna. Ohjelmia tuottavat yritykset, jotka tarjoavat asiakkailleen ylläpitoa, tuotetukea ja teknistä apua saavat mallin avulla näkemyksen siitä, kuinka niiden kannattaisi ohjelmien liiketoiminta luoda. Näin ollen SaaS eroaa puhtaasta kaupankäyntijäätelusta siinä, että malli on luotu kokonaisvaltaiseen palveluun, jossa lisäpalvelut ovat käyttäjien lisäarvona sovelluksen käytön kannalta.
- SPX** *Sequenced Packet Exchange* on OSI-mallin kuljetuskerroksessa toimiva protokolla, jonka on kehittänyt Novell NetWare. Kuten IPX, SPX:kin on tietopakettipohjainen protokolla, jota käytetään yhteydettömään tietoliikenteeseen. SPX tarjoaa yhteydellisiä palveluita kahden verkon solmupisteen välillä. SPX:ää käytetään pääasiallisesti käyttäjän ja palvelimen välisiin sovelluksiin.

- SSDL** *Symmetric Digital Subscriber line* on DSL-tekniikka, jolla siirretään dataa tavallista puhelinlinjaa käyttäen. DSL:n nopeus perustuu korkeiden taajuuksien käyttöön. Tavallinen modeemi käyttää taajuuskaistaa 300–3400 hertsin alueella, DSL taas 23 000–1 100 000 hertsin taajuusalueella. SDSL:n ominaispiirre on tiedonsiirron symmetrisyys: sen tiedonsiirtonopeus on sama sekä tulevaan suuntaan ja lähtevään suuntaan. SDSL sopii ympäristöihin, joissa tiedonsiirrolta vaaditaan molemmin puolista hyvää yhteysnopeutta.
- SSL** *Secure Sockets Layer* on salausprotokolla, jolla voidaan suojata Internet-sovellusten tietoliikenne IP-verkkojen yli. Se on nykyisin yksi tavallisimpia tapoja suojata tietoliikennettä. Tavallisin TLS:n käyttötapa on suojata WWW-sivujen siirtoa HTTPS-protokollalla. Uusin TLS-versio 1.0 (korvaa vanhemmat SSL-versiot) määritellään standardissa RFC 2246.
- TCP/IP** *Transmission Control Protocol / Internet Protocol* on usean tietoverkkoprotokollan yhdistelmä, jota käytetään Internet-liikennöinnissä. IP-protokolla on alemman tason protokolla, joka vastaa päätelaitteiden osoitteistamisesta ja pakettien reitittämisestä verkossa. Sen päällä voidaan ajaa useita muita verkko- tai kuljetuskerroksen protokollia, joista TCP-protokolla on yleisin. Se vastaa kahden päätelaitteen välisestä tiedonsiirtoyhteydestä, pakettien järjestämisestä ja hukkuneiden pakettien uudelleenlähetyksestä. Vaikka TCP/IP-protokollaperheeseen kuuluu monia muitakin protokollia, pääosa liikennöinnistä tapahtuu TCP-yhteyksinä IP-protokollien päällä. Tämän takia protokollaperhe yleensä tunnetaan nimellä TCP/IP.
- TDTCP** *Transmission driver in Transmission Control Protocol* toimii, kuten nimikin jo viittaa, TCP-protokollan lähetysohjaimena.
- TS CAL** *Terminal Service Client Access License* on Windowsin terminaalipalvelujen lisenssiavaimen nimi. Avain täytyy hankkia jokaiselle verkon käyttäjälle. Verkon käyttäjämäärän noustessa lisensoijalla on ostettava, jotta terminaalipalvelujen käyttö on

oikeutettua. Oston jälkeen TS CAL -määrää nostetaan Windows-palvelimelta, mikä samalla tarkoittaa lisenssien käyttöönottoa.

- UDP *User Datagram Protocol* on internet-protokollien ydinprotokollia. UDP:n avulla ohjelmat voivat lähettää pieniä tietopaketteja toiselle ohjelmalle. Paketit sisältävät kohteen osoitteen ja muut tarvittavat tiedot varsinaisen datan lisäksi. UDP ei ole varma pakettien välittäjäprotokolla, koska pakettien perillemeno ei varmisteta. Tässä piileekin UDP:n tehokkuus. UDP:ta käytetään esimerkiksi palvelimilla, jotka vastaavat pieniin kyselyihin suuren käyttäjä määrän omaavassa ympäristössä. Näitä ovat esimerkiksi DNS, TFTP, VoIP ja online-pelit.
- UMTS *Universal Mobile Telecommunications Services Telephony* on kokonaan uuden sukupolven 3G-teknologiaa. UMTS-verkko on täysin erillinen GSM-verkosta. UMTS:n teoreettinen maksimi siirtonopeudelle on yli 384 kbps. Käytännössä UMTS-yhteydellä päästään maksiminopeuteen ja jopa yli, jos alueella on sopiva UMTS-tukiasema. GPRS-dataan verrattuna nopeus on kahdeksankertainen, EDGE-dataan verrattuna 3-4-kertainen.
- UPD *Universal Printer driver* on yleinen tulostusohjain, joka on pyritty kehittämään niin, että se tukee yleisimpiä tulostinmalleja.
- VPN *Virtual Private Network* on tapa, jolla kaksi tai useampia yrityksen verkkoja voidaan yhdistää julkisen verkon yli muodostaen näennäisesti yksityisen verkon. Nykyisin VPN-määritelmä on laajennettu koskemaan myös yksittäisten etätyöasemien liittämistä yrityksen verkkoon.
- WAN *Wide Area Network* eli laajaverkko on tiedonsiirtoverkko, joka peittää laajoja maantieteellisiä alueita. Laajaverkko yhdistää lähiverkot sekä kaupunkiverkot yhdeksi suureksi verkoksi, ääritapauksena toimii Internet.

- WBT *Windows-based terminal* on terminaalikäyttöön erikoistunut tietokone tai PDA-laite, jossa on käyttöliittymä Windows Terminal Server -yhteydenottoa varten.
- WLBS *Windows Load Balancing Services* on kuormituksen tasauspalvelu, jota Microsoft on tukenut Windows 2000 Server -ympäristön jälkeen.
- WTS *Windows Terminal Service* on Windows-järjestelmien sisälle rakennettu terminaalipalvelu, joka mahdollistaa terminaaliyhteydet järjestelmän sisällä. WTS vaatii jokaiselle Windows käyttäjälle oman lisenssin (ks. TS CAL) terminaaliyhteyttä varten. Poikkeuksena ovat kuitenkin Windows 2000 Server- ja Windows Server 2003 -ympäristöt, joiden Remote Desktop -palvelu tukee kahta samanaikaista yhteyttä.

1 JOHDANTO

Tämän työn lähtökohtana on syventyä Citrix-ympäristöön ja muutosprosessiin kyseisen järjestelmän käyttöönottavalle yritykselle. Työ tarkastelee transitiota uuteen keskitettyyn järjestelmään, joka luo uusia mahdollisuuksia yrityksen liiketoiminnalle. Citrix-tekniikan ja Citrix-ympäristön tarkastelun lisäksi käyn työssä läpi myös mobiili- ja WLAN-vaihtoehtoja Citrix-käyttäjäympäristöön. Citrix-tekniikoiden lisäksi tarkastelen vielä Windows-palvelinratkaisun ja Citrix-ratkaisun eroja. Lopuksi tutkin, miten langatonverkko sopii uuteen ympäristöön ja kuinka se kannattaisi toteuttaa.

Aurinkomatkojen tulevaisuus on kohti mobiilimpaa ympäristöä, koska käyttäjät ovat usein liikkeellä konttorin ulkopuolella. Myös matkustustaminen on luonnollisesti lomamatkayrityksen arkipäivää ja käyttäjiä on Aurinkomatkoilla ympäri maapalloa. Jotta Aurinkomatkojen etäkäyttäjät pääsevät käsiksi yrityksen sovelluksiin ja tietoihin vaivattomasti ja turvallisesti, Citrix on hyvä vaihtoehto. Citrix-käyttöliittymän käyttö älypuhelimien tai kämmentietokoneen kautta on mahdollista niihin soveltuvien käyttöliittymien avulla. Citrixin kotisivuilta voi helposti ladata eri Citrix-käyttöliittymiä (ICA-clientit), joiden avulla saadaan aikaan istunto Citrix-palvelimien kanssa. Käyttäjä voi myös itse hakea tarvittaessa puuttuvan ICA-protokollaversioon, jotta käytössä oleva laite tukee käytettävää protokollaa. Käyttöliittymä on kooltaan kevyt ja vaivaton käyttää. Luotu etäyhteys on turvallinen tie yrityksen tietoihin ja sovelluksiin.

Citrixin myötä yrityksen tietoliikenne tapahtuu käytännössä yhden solmukohdan kautta suoraan Citrix-palvelimien kanssa. Citrix-palvelimet tarjoavat kaikki yrityksen ohjelmistot ja tiedostot työasemille käyttäjien tarpeiden mukaisesti. Tieto liikkuu täysin tietoliikennepohjaisesti käyttäjän ja Citrix-palvelimen välillä. Informaatio on pakattu tehokkaasti, jotta tietoliikenne ei kuormittuisi käyttäjien käyttäessä yhtäaikaan eri Citrix-palveluita palvelinkerroksilta. Jotta lisääntyvä tietoliikenne ei aiheuttaisi yritykselle tietosuojallisia riskejä, tieto on salattu tehokkaasti Citrix-palvelun sisällä. Salaustapoja on monia ja hallinnoijat voivat itse päättää, miten eri yrityksen yhteydet suojataan. Etäyhteydelle Citrix on tehnyt oman protokollan, joka käyttää tehokkaasti väylän kapasiteettia. Protokollaa

kutsutaan ICA-protokollaksi. Se tekee yhteistyötä TCP/IP-protokollan kanssa sekä monen muun tiedonvälitykseen liittyvän ohjaimen parissa, jotta tiedonvälitys sujuisi joustavasti.

Citrixin myötä yrityksen tietojen varmistukset saadaan keskitetyksi yhteen paikkaan. palveluntarjoajan on helppo hoitaa etäyhteydellä tapahtuvien palveluiden jako keskitetysti ja organisoidusti. Tämä tuo tietoturvaa ja tehokkuutta yrityksen liiketoiminnalle. Aurinkomatkat on ostanut Citrix-palvelut WM Data Oy:ltä, joka ylläpitää olemassaolevaa järjestelmää.

Työ on tehty Oy Aurinkomatkat – Suntours Ltd Ab:lle syksyllä 2006.

2 AURINKOMATKAT JA SIIRTYMINEN UUTEEN JÄRJESTELMÄÄN

2.1 Yritysesittely

Aurinkomatkat tunnetaan lauseestaan: ”Aurinkomatkat – yli 40 vuotta Aurinkomatkoja” ja aurinkoisesta logostaan (kuva 1).



Kuva 1. Aurinkomatkojen logo.

Syksyllä 1963 perustettu Oy Aurinkomatkat – Suntours Ltd Ab on Suomen suurin kohdematkojen järjestäjä. Aurinkomatkat vie vuosittain 330 000 lomailijaa eri puolille maailmaa - 40 maahan, 150 lomakohteeseen ja 900 hotelliin. Ulkomaille suuntautuville valmismatkoille osallistuvista suomalaisista lähes 40 % valitsee Aurinkomatkat matkanjärjestäjäksi. Aurinkomatkat kuuluu Finnair-konserniin. Liikevaihto oli vuonna 2005 oli 240 miljoonaa euroa. Yhtiössä työskentelee 300 henkilöä, joista noin 170 henkilöä lomakohteissa. Lisäksi Aurinkomatkalla palvelee noin 330 valtuutettua matkatoimistoa eri puolilla Suomea. [7.]

2.2 Aurinkomatkojen transiio keskitettyyn järjestelmään

Ennen Citrix-ympäristöön siirtymistä Aurinkomatkalla on NT-palvelinratkaisu, joka pohjautuu kiinteisiin IP-osoitteisiin. Palvelinympäristöön kuuluu noin 270 työasemaa, joista kannettavia on 120.

Kannettavista 30 on Suomessa ja loput ulkomaiden kohteissa. Lisäksi pääkonttorilla on yhteensä noin 20 tulostinta. Vanhan ympäristön kolme NT4-palvelinta (pääpalvelin ja kaksi sivupalvelinta) kattoivat koko yrityksen tietoliikenteen. Yleisesti ottaen NT4 ei ole vielääkään vanhaa tekniikkaa, sillä Windows NT4 -järjestelmä on yhä monen suomalaisen yritysverkon selkäranka. Veteraani on kuitenkin lähdössä eläkkeelle, joten Aurinkomatkoilla olikin jo korkea aika pohtia seuraajan hankintaa.

NT4-tukipalvelut loppuivat

Microsoft lopetti NT4-palvelintuen vuoden 2004 lopussa, jonka jälkeen edes kriittisiä tietoturvapäivityksiä ei siihen enää tuotettu. NT4-työasematuki loppui kesällä 2004. Huomioitavaa on myös se, että Office 97 -tuotetuki loppui jo keväällä 2004. Pahimmillaan tämä tarkoittaa sitä, että maailmalla kiertävä tietokonemato, joka käyttää NT4:ssä olevaa tietoturva-aukkoa, leviää yrityksen verkkoon, koska Microsoft ei enää tee korjauksia NT4-ympäristöön. Tällöin on mahdollista, ettei edes virustorjuntaohjelma pysty estämään madon leviämistä. Näin madosta tulee jatkuva riesa lähiverkossa. [1.]

Aurinkomatkojen siirtyminen uuteen ympäristöön on suhteellisen järkevää, koska edellä esitetyt pakottavat tietoturvasyyt ovat jo riittävä peruste uusiin investointeihin - onhan nykyinen järjestelmä on jo seitsemän vuotta vanha. Myös taloudelliset syyt on hyvä peruste investoinnille toiminnan tehokkuuden kannalta. [1.]

Yleisesti päivityksen yhteydessä kannattaa katsoa tulevaisuuteen ja miettiä tuotteiden vakiointia pitemmäksi ajanjaksoksi ja arvioida normaalin kolmen vuoden sijaan neljän tai jopa viiden vuoden leasing-aikaa konehankinnoille. NT4- ja Office 97 -ympäristöillä tultiin toimeen jopa seitsemän vuotta. Miksei sama voisi toistua merkittävästi nykyaikaisemmilla tuotteilla ja huomattavasti tehokkaammilla laitteistoilla? Tähän kysymykseen Aurinkomatkat etsii vastausta Citrix-pohjaisesta ratkaisusta, joka mahdollistaa tulevaisuudelle monimuotoisemman laitekirjon, etäohjelmajakelun ja sitä kautta siirtymisen uusiin haasteisiin. [1.]

NT4-palvelimesta ulkoistettuun palveluun

Aurinkomatkat siirtyy vuosien 2006-2007 vaihteessa ulkoistettuun tietoliikennetarkaisuun yrityksen tietohallinnon päätettyä siirtyä WM-Datan tarjoamaan Citrix-pohjaiseen järjestelmään. Yrityksen kaikki koneet muutetaan uuden ympäristön mukaisesti ja tuotetuki tulee tästä lähtien WM-Datalta. WM-Data tarjoaa Windows 2003 -palvelinympäristön päälle rakennetun Citrix-pohjaisen järjestelmän, joka kattaa AD-tuen (mukaan lukien nimi- eli dns-palvelimen ja DHCP-palvelimen), Citrix-palveluiden tarjonnan (Citrix-sovellukset, palvelimet, tietoturva, tietojen varastoinnin ja varmistamisen), hallinnoinnin ja teknisen tuen. [1.]

Joustavuutta DHCP-palvelulla

Uusi ympäristö siirtyy DHCP- (Dynamic Host Configuration Protocol) verkkoprotokollaan, jonka yleisin tehtävä on jakaa IP-osoitteita uusille lähiverkkoon kytkeytyville laitteille. Käytännössä käyttöönoton yhteydessä määritetään TCP/IP-asetukset niin, että kiinteiden IP-osoitteiden sijaan DHCP-palvelin jakaakin IP-osoitteet. Ylläpitäjä antaa tietyn IP-osoiteavaruuden, jolloin jokainen laite pyytää käynnistyksen yhteydessä DHCP-palvelimelta oman IP-osoitteen. Annettu osoite on voimassa ennalta määrätyn ajan. Menettely yksinkertaistaa asiakaskoneiden asetusten hallintaa huomattavasti, koska esimerkiksi yksittäisten käyttäjien verkkoyhteyksiin ei tarvitse asettaa lähiverkkoyhteysasetuksia. [1.]

DHCP-palvelimen tehtävänä on siis jakaa satunnainen vapaa osoite olemassa olevasta IP-osoiteavaruudesta. Yleisesti DHCP on toteutettu siten, että jaettava osoite sidotaan kiinteäksi DHCP-palvelimella käyttäen hyväksi työaseman ainutkertaista fyysistä MAC-osoitetta. DHCP-palvelin voi jakaa asiakkaille myös muita asetuksia, kuten oletusyhdyskäytävän ja nimipalvelimen IP-osoitteen. Käytännössä DHCP-palvelin voi jakaa lähes mitä tahansa asetuksia, kuten reitittimille käyttöjärjestelmän lataamiseen käytetyn TFTP-palvelimen osoitteen. [1.]

3 CITRIX-YMPÄRISTÖ

"Viime vuosina suomalaisyritykset ovat suosineet etäkonttoreissa Citrix-etäkäyttöratkaisuja", kertoo tietojärjestelmiä rakentavan ja ylläpitävän Appelsiini Finland Oy:n käytettävyyspalvelujen johtaja Marko Mäki

Tietokone-lehdessä. [4]. Hän toteaa myös, että ”Citrix on suosittu siksi, että se ratkaisee kaksi ongelmaa yhdellä iskulla: etäkonttorin tietotekniikka yksinkertaistuu, mutta samalla ratkeaa myös etätyön ongelma ja sovellukset toimivat yhtä hyvin kotoa laajakaistayhteyden yli” [4].

3.1 Citrixin historia

Citrix Systems Inc. (Nasdaq:CTXS), on yhdysvaltalainen teknologiayritys, joka sijaitsee Fort Lauderdaleassa, Floridassa. Sillä on toimialueita myös Englannissa, Australiassa ja Intiassa. Citrix on suurimmaksi osaksi ohjelmistotalo. Citrix tarjoaa tuotteita, jotka on suunnattu tarjoamaan suojattu yhteys sovelluksille, joita käyttäjät käyttävät yrityksessä tai sen ulkopuolella. [3.]



Kuva 2. Citrix-logo.

Citrix (kuva 2) perustettiin vuonna 1989 entisen IBM:n kehittäjän Ed Iacobuccin aloittamana. Citrixin alkuperäinen nimi oli Citrus, mutta se vaihdettiin kyseisen nimen omistavan yhtiön toimesta trademark-oikeuksien takia. Ensimmäinen tuote yrityksellä oli Citrix MultiUser, joka pohjautuu IBM:n OS/2-käyttöjärjestelmän projektiin. Tästä seurasi ensimmäinen onnistunut projekti WinView. Tämä tuotos tarjosi myöhemmin etäyhteyden DOS- ja Windows 3.1 -sovelluksiin niin, että etäyhteyden pystyi ottamaan moneen käyttäjään samanaikaisesti. Vuonna 1995 Microsoft lisensoi NT-lähdekoodin Citrixille ja samana vuonna Citrix alkoi myydä WinFrame-järjestelmää, joka perustui Windows NT 3.51 -järjestelmään. [3.]

Citrix tuli julkiseksi pörssiin vuonna 1995 nimellä CTXS Nasdaq. Ensimmäisenä päivänä myynti tuplaantui. WinFramen ja sen hetkisen Windows NT 3.51 pohjalta Citrixin tulevaisuus näytti valoiselta. On tärkeää mainita, että Citrix on lisensoinut kaikki NT 3.51 -järjestelmät ja tehnyt muutokset monikäyttäjääjon saavuttamiseksi. Vuoden 1997 alussa Citrix oli

uhattuna, koska Microsoft ei enää halunnut Citrixin julkaisevan omaa versiota NT:stä. Microsoft veti takaisin lisenssioikeuden NT:hen ja halusi itse ratkaista Windows NT -monikäyttöprosessin (multi-user for Windows NT) ja saada siihen yksinoikeuden. Microsoft sijoitti omaan monikäyttöprosessitutkimukseen ja erääseen siihen perehtyneeseen ranskalaiseen yritykseen, mutta epäonnistui tutkimuksissaan. [3.]

Myöhemmissä neuvotteluissa Microsoft hyväksyi Citrixille lisenssioikeuden Citrix-tekniikalle Windows NT 4.0 -palvelimeen. Tämä tuotti Windows Terminal Server Edition:in. Syntyneitä tuotteita, joka pohjautui 4.0-lisenssiin, alettiin myydä Windows-laajenuksena, joka sai nimen MetaFrame. Tämä täydentävä yhteistyö Microsoftin kanssa jatkui Windows 2000 Server- (Citrixin vastaava tuote: Metaframe XP) ja Windows Server 2003 (Citrixin vastaava tuote: Presentation Server) -tuotteisiin. Ydintekniikka eli ICA-protokollaa Microsoft ei kuitenkaan ostanut Citrixiltä, vaan hankki vastaavan protokollan toiselta yhtiöltä. Tätä RDP-protokollaa (Remote Desktop Protocol) Microsoft käyttää edelleenkin. [3.]

Suurin osa menestyksestä pohjautuu Citrix MetaFrameen, jota tällä hetkellä kutsutaan Citrix Presentation Server:ksi. Tällä hetkellä sen tuoteperhe on suuri. Tarkoituksena on tarjota kaikille mahdollisille tietokoneille mahdollisuus saada Citrix käyttöönsä.

Joulukuussa 2003 Citrix hankki asiantuntijoita 225 miljoonalla USA:n dollarilla. Se osti marraskuussa 2004 ja kesällä 2005 Net6- ja Netscaler-nimiset yritykset 350 miljoonalla USA:n dollarilla. Tämä antoi Citrixille mahdollisuuden käyttää eri tekniikoita, kuten sovelluspalvelujen lähetyksen teknisiä ratkaisuja (ASP, SaaS) sekä turvallisia verkkoyhteyksiä (SSL, VPN) ja edetä sitä kautta taas uusille markkina-alueille. Toukokuussa 2006 Citrix osti Orbital Datailta oikeuden edetä WAN:in optimointiin liittyvälle markkina-alueelle. [3.] Lisäksi Citrix on ollut tämän vuosikymmenen aikana liikekumppani Microsoftin kanssa kehittäen tuotteita, jotka ovat yhteydessä Microsoftin Active Directory:n (AD) toimialueturvallisuusmalliin. Tällä hetkellä Citrix ja Microsoft tekevät yhteistyötä tarjotakseen käyttäjälle hyvät edellytykset käyttää Windows Vista -käyttöjärjestelmää [29]. Viisivuotisen sopimuksen mukaan Citrixin tuotteet tukevat myös Windows Server:in tulevaa Longhorn-versiota.

3.2 Toiminta Citrix-ympäristössä

3.2.1 Mitä Citrix on?

Citrix on etätyöhön erikoistunut yritys, jonka tavoitteena on tarjota tuotteidensa käyttäjille mahdollisuuden tehdä työtä missä tahansa. Citrix tarjoaa ratkaisun sovellusten ja käyttäjien väliselle tietoliikenteelle, tarjoten yritykselle koko pääsynhallintaratkaisun etätyöskentelyä varten (Application Delivery). Citrix-ratkaisu asennetaan olemassa olevan järjestelmän päälle. Se voidaan asentaa esimerkiksi Windows Server 2003 -ympäristöön tuoden näin Citrixin tuomat edut ja palvelut. Citrix käyttää Windowsin Remote Desktop -protokollan (RDP) sijaan Citrixin itse kehittämää omaa protokollaa. Erona perinteiseen "yksi kone kerrallaan" -etäyhteysajatteluun Citrix tarjoaa monille eri käyttäjille samanaikaisesti mahdollisuuden ottaa etäyhteys terminaalipalvelimen kautta Windows-terminaali palveluihin (Windows Terminal Service). Citrixin etäyhteydessä käytettävän protokollan nimi on Independent Computing Architecture -protokolla (ICA). Se on tehty siten, että palvelin pystyy kommunikoimaan Citrix-istunnossa olevan ICA-käyttöliittymän käyttäjän kanssa (ICA-client).

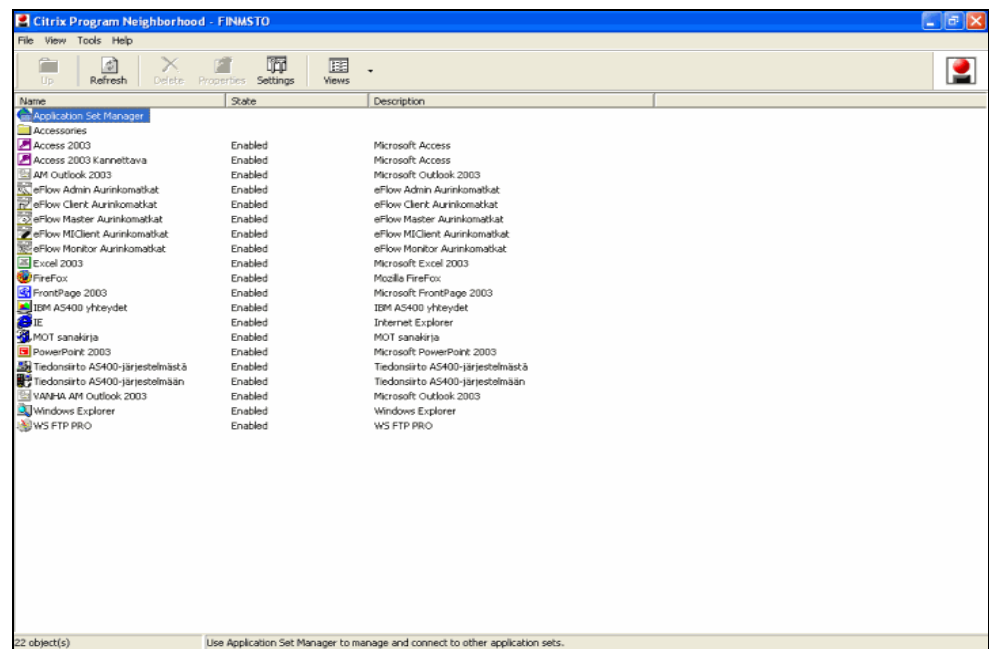
Molemmat etäyhteysprotokollat, ICA ja RDP, ovat erittäin tehokkaita kevytasiakas (Thin Client) -protokollia. Ne on tehty toimimaan hyvin pienikaistaisillakin yhteyksillä. Päätehtävänä molemmilla protokollilla on välittää työpöytänäkömä etäyhteyksineeltä käyttäjäkoneelle ja käyttäjäkoneella tehdyt operaatiot palvelimelle. Operaatioita voivat olla esimerkiksi hiiren liikutukset, näppäimistön painallukset ja näkymän vaihdot. Terminaalipalvelimen tehtävänä on pitää käyttäjäkone päivitettyinä kaikkien työasemalla etäyhteyden aikana tehtyjen muutoksien suhteen. ICA-käyttöliittymä haetaan tarvittaessa esimerkiksi joko sovitusta jaetusta kansioista tai suoraan Citrix'in kotisivuilta (www.citrix.com/download/ica_clients.asp).

Erona Windowsin terminaalipalveluihin (Windows Terminal Services), jotka toimivat ainoastaan Windowsissa tai Internet Explorerilla, Citrixin ICA-käyttöliittymää voidaan käyttää lähes kaikilla yleisimmillä käyttöjärjestelmillä ja selaimilla. Citrix on tehnyt myös ActiveX-version, jolloin Citrix-palveluiden yhteydenotto toimii suoraan Internet Explorer -selaimella. Citrixiltä löytyy toimivat versiot myös Netscape- ja Java-ympäristöön. Myöhemmin tässä

työssä käsittelen syvemmin ICA-protokollaa ja vertailen RDP-protokollan ja ICA-protokollan välisiä eroja. [8, s. 18.]

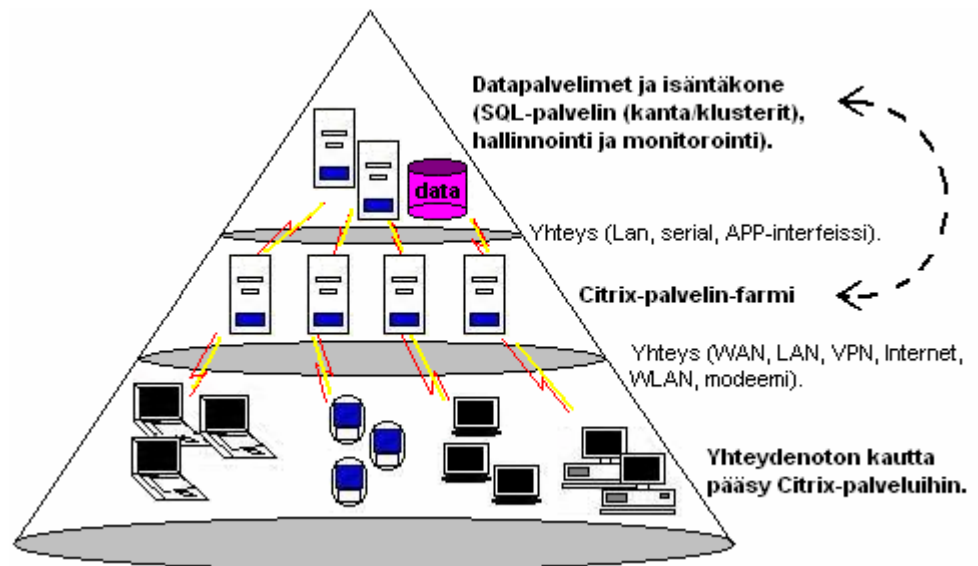
3.2.2 Miten Citrix toimii?

Citrix-kehittäjätiimin idea siitä, että käyttäjät saavat kaikki sovellukset ja kaupantekoon liittyvät informaatiot käyttäen palvelin pohjaista teknologiaratkaisua (riippumatta siitä missä käyttäjä sijaitsee ja miten hän on liittynyt verkkoon), on käsitteenä kiinnostava. Yhtiöt, jotka ovat olleet aikeissa muuttaa IT-strategiaansa, ovat huomanneet, että järjestelmät, jotka koostuvat monista erilaisista ratkaisuista sekä palveluista, saadaankin Citrixin kautta yhdeksi kokonaisuudeksi. [8, 23.] Kuvassa 3 on esitetty paikallisen ICA-käyttöliittymän Program Neighbourhood (PN) -näkyvä, jossa sijaitsevat käyttäjälle varatut sovellukset.



Kuva 3 [22]. Program Neighbourhood -ikkuna paikallisella ICA-käyttöliittymällä muodostetun yhteyden jälkeen. Käyttäjälle määritetyt ohjelmat sijaitsevat Citrix-palvelinfarmissa.

Yleisesti ottaen Citrix voidaan käsittää kolmen tason järjestelmänä. Esitettyssä sovelluspyramidissa (kuva 4) järjestelmä pitää sisällään kolme tasoa, jossa alin taso on käyttäjätaso. Tällä tasolla sijaitsevat päätelaitteet ja niille tehdyt sovellukset. Päätelaite voi olla esimerkiksi puhelin, PDA-laite, pöytäkone tai kannettava.



Kuva 4. [8, s. 11] Citrix voidaan käsittää kolmen tason järjestelmä. Kuitenkin yleisesti datapalvelimet ja hallinnointikone ovat monissa toteutuksissa osa Citrix-farmia, jolloin raja ensimmäisen ja toisen portaan välillä häviää.

Koska ICA-käyttöliittymiä on tehty monille eri päätelaitteille, käyttöjärjestelmille ja selaimille, on käyttökelpoisten laitteiden kirjo hyvin suuri. Tämä mahdollistaa sen, että yhteys Citrix-palvelimelle saadaan miltei miltä tahansa verkkoon liitettävältä laitteelta. Laite voi olla käyttäjätasolla myös ns. "tyhmä pääte" (Thin Client), joka saa kaiken tarvittavan tiedon verkon välityksellä. Koneessa ei yleensä ole kiintolevyä, joten joissain tapauksissa käyttöjärjestelmä ladataan verkon välityksellä (normaalisti Thin Client sisältää flash-muistin, jonne kevyt käyttöjärjestelmä on ladattu).

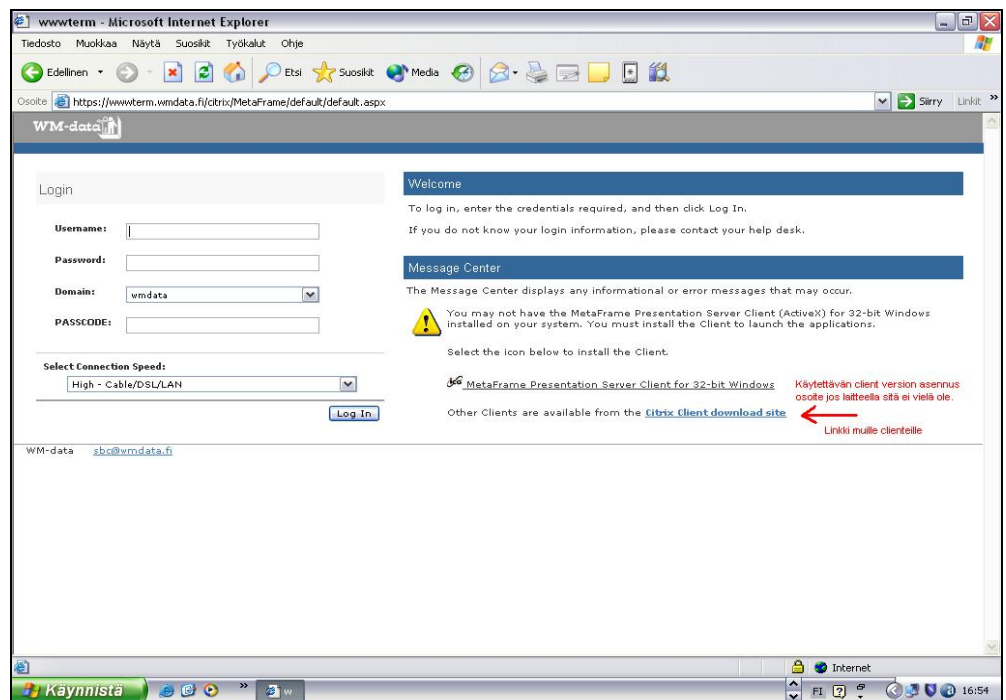
ICA-käyttöliittymä toimii joko paikallisesti asennettuna tai selaimella, eli esimerkiksi kotona töitä tehtäessä vaihtoehdot ovat joko selainpohjainen ratkaisu tai VPN-yhteys. VPN-yhteyden avulla saadaan paikallisesti asennettu käyttöliittymä toimimaan suoraan yrityksen lähiverkon kautta.

Toinen kerros pyramidissa (kuva 4) esittää palvelinperhettä, jota kutsutaan myös palvelinfarmiksi. Siellä sijaitsevat Citrix-palvelimet palveluineen. Toisen kerroksen ja ensimmäisen kerroksen välissä sijaitsee solmukohta, johon kaikki käyttäjät nivoutuvat ottaessaan yhteyttä Citrix-palvelimeen. Palomuurin ja eteisverkon jälkeen käyttäjä saa käyttöönsä hänelle kuuluvat palvelut. [8, s. 10 - 12.]

Kolmannella tasolla on kuvattu isäntäkone, joka hallinnoi ja tarkkailee Citrix palvelinfarmia. Siellä kerätään lisäksi tietoa kaikesta liikenteestä, jota Citrix-ympäristön sisällä tapahtuu [8, s. 10 - 12.]. Citrix-arkkitehtuurikäsitteen

IMA:n (Independent Management Architecture) yksi päätekijöistä ovat datakollektorit (Data Collectors), joiden tehtävänä on pitää ajantasalla lisenssi- ja ohjelmainformaatiota sekä muita palvelinvarmin toiminnalle tärkeitä tietoja. [8, s. 73.] Yleisesti käytetty tietokanta on SQL-palvelin, jonne kyseinen tieto tallentuu. Kolmannelta tasolta toimivat myös tietojen tallennus verkkolevyille ja nauhavarmituksille. Kolmen kerroksen malli on kuitenkin häilyvä, sillä hallinnointikone ja datakollektorit sijaitsevat yleensä Citrix-farmissa. [21.] Citrix-ympäristön rakennetta on kuvattu ja selitetty tarkemmin eri arkkitehtuurien mukaisine vaihtoehtoineen vielä myöhemmin tässä tekstissä.

Citrixin selainpohjaisessa ratkaisussa avataan yrityksen terminaaliyhteyteen varattu Internet-sivusto, josta saadaan tarvittaessa ladatuksi oikea käyttöliittymä yhteydenottoa varten. Sivut on huolella salattu, joten yleisesti käyttäjätunnuksen ja salasanan lisäksi käyttäjä tarvitsee yrityksessä käytetyn avainlukukortin päästäkseen Citrix-palveluihin. Kuvassa 5 on näkymä selainpohjaisesta sisäänkirjautumissivusta.



Kuva 5. Esimerkki sisäänkirjautumissivusta, josta on pääsy Citrix-palveluihin (WM-Data Oy). Tässä sisäisen käyttäjätunnuksen ja salasanan lisäksi käytetään RSA SecureID-avainta.

3.3 Citrix tuotteena

Citrix on tehnyt jo tuotteita vuodesta 1989. Jotta ymmärtäisimme Citrixin tämän hetkistä tilannetta ja toimintastrategiaa, on syytä perehtyä sen tarjoamiin palveluihin ja niihin liittyviin visioihin.

3.3.1 Citrixin tuoteperhe

Citrix-tuotteet ovat laajentuneet kuudeksi tuoteperheeksi, joiden pohjalta se suunnittelee tulevaisuuden sovelluksia käyttäjilleen. Seuraavassa on esitetty Citrix-tuotteiden jako kuuteen tekijään, joista nykyinen tuoteperhe rakentuu.

1. Sovellustoimitus

Yleisajatuksena on pääsy mihin tahansa ohjelmaan nopeimmalla suoriutumisella, korkeimmalla turvallisuudella ja alhaisimmalla hinnalla. Asiakokonaisuus pitää sisällään seuraavat käsitteet:

- ohjelmien virtualisointi, jonka avulla voidaan toimittaa käyttöliittymän ja palvelimen välisiä ohjelmia
- ohjelmien optimointi, jonka tehtävänä on tehostaa web-pohjaisten ohjelmien toimitusta
- ohjelmien tehostaminen työasemaohjelmien toimitukseen
- ohjelman suorittamisen hallinnointi, jolla pyritään tarjoamaan työkalut ja tiedot ohjelmien ylläpitoa varten.

2. Ohjelmien turvallisuus

Yleisajatuksena on valvoa jokaista askelta käyttäjän yhteydenotossa tietokeskuksen ovelle saakka. Asiakokonaisuus pitää sisällään seuraavat käsitteet:

- ohjelmien palomuurit, joiden tehtävänä on suojata selainpohjaisia ohjelmia sovelluskerrokseen kohdistuvilta hyökkäyksiltä
- yksittäisten kirjautumisten hallinta, jonka tavoitteena on keskittää tunnuslukujen kontrollointi kasvattaen näin käyttäjien työtehokkuutta

- SSL VPN -yhteydenotto, jonka avulla tarjotaan pääsy turvallisesti minne tahansa yrityksen lähteisiin internetin yli.

3. Sovellusten toimivuus verkossa

Yleisajatuksena on parantaa ohjelmien suorituskykyä, skaalautuvuutta ja luotettavuutta verkossa. Asiakokonaisuus pitää sisällään seuraavat käsitteet:

- ohjelmakäytön nopeuttaminen (Application Acceleration), jonka tehtävänä on parantaa ohjelmien suorituskykyä pakkaamisen ja välimuistinkäytön kautta
- sovellusliikenteen hallinnointi, jolla lisätään ohjelmien käytettävyyttä ja kapasteettia kehittyneellä kuormantasausjärjestelmällä
- WAN-optimointi, jonka tarkoituksena on parantaa sivukonttorien ohjelmien suorituskykyä.

4. Yhteistyö & tukipalvelut

Yleisajatuksena on tarjota asiakkaille helposti saavutettavat tukipalvelut online-palvelun kautta sekä tarvittaessa auttaa etätukena tietokoneen välityksellä. Asiakokonaisuus pitää sisällään seuraavat käsitteet:

- Web-konferenssit, jotka tarjoavat helpon, halvan ja turvallisen tavan tehdä yhteistyötä sähköisesti
- tekninen etätuki (Remote Technical Assistance), jonka tehtävänä on tarjota suora tukipalvelu verkon yli käyttäjän työkoneelle.

5. Remote PC Access

Yleisajatuksena on taata turvallinen pääsy tietokoneelta internetin yli, missä tahansa käyttäjä liikkuukin ja minne tahansa käyttäjän yhdeyntö tapahtuukin.

6. IP-puhelut

Yleisajatuksena on toimittaa ääni- ja dataohjelmistot IP-puhelimille sekä langattomille laitteille.

3.3.2 Citrix-tuotteet ominaisuuksineen

Seuraavassa tekstiosiossa selvitetään Citrixin tämän hetkiset (19.10.2006, www.citrix.com) päätuotteet ominaisuuksineen.

Citrix Access Gateway, Citrix sisäänpääsyn yhdyskäytävä

Citrix Access Gateway on SSL VPN -ratkaisu, joka toimii pääsynhallintaelimenä Citrix-yhteyksien aikana. Sen avulla voidaan hallita, kenellä on oikeus käyttää yritysresursseja ja mitä he saavat niillä tehdä. Citrix Access Gateway on SSL VPN / IPSec VPN -hybridi, jolla on pyritty saamaan kaikki VPN-tyyppien edut ja poistaamaan VPN:n heikkouksia. Citrix Access Gateway mahdollistaa keskitetyn pääsyn kaikkien palomuurien läpi - tämä helpottaa hallinnointia. Gatewayssä on ratkaistu myös "aina päällä" -tekniikka, joka peittää mahdolliset verkkokatkokset tai -vaihdokset. Citrix Access Gateway tukee VoIP-sovelluksia. Käyttöliittymien levitys on ratkaistu jakamalla ja päivittämällä ne suoraan URL-osoitteesta. [11.]

Citrix Application Gateway, Citrix-sovellusyhdyskäytävä

Citrix Application Gateway on sovellusyhdyskäytävä puhe- ja datasovelluksiin, joka välittää ne tietokonenäytöille ja IP-puhelimiin. Kun Citrix Systems ja Cisco Systems ilmoittivat käynnistävänsä yhteistyön (jonka tavoitteena on integroida yhä paremmin puhe- ja IP-viestintäsovellukset muihin yrityssovelluksiin), Citrix julkaisi kohta uuden Application Gatewayn. [10.] Yhteistyön ensiaskeleina syntyneessä uudessa Citrix Application Gateway:ssä integroituvat Citrix Application Gateway ja Citrix Voice Office -tuotteet Cisco Unified CallManager- ja Cisco Unified Presence -ratkaisujen kanssa. [11.]

The Citrix Application Gateway:tä käytetään yrityksissä tarjoamaan sovelluksia paketoituna ja/tai siirrettynä näytöille ja IP-puhelimien kuulokkeisiin. IP-puhelin ohjelmälähetysten lisäksi Citrix Application Gateway tarjoaa myös kyvyn muuttaa olemassa olevan web-pohjaiset ohjelmat IP-puhelimien näytöiksi. [11.]

Citrix Online -palvelutuotteet

Citrix julkisti uudet Online-tuotteet (GoToAssist, GoToMeeting ja GoToMyPc) helmikuussa 2006. Online-tuotteet ovat niin sanottuja palvelutuotteita eli ne

eivät ole lisensoijia. Ohjelmisto pyörii Citrixin palvelukeskuksessa, ja asiakas hankkii käyttöoikeuden tuotteeseen aina vuodeksi kerrallaan. [11.]

GoToAssist on etätukiratkaisu, joka mahdollistaa virtuaalituen tarjoamisen kenelle tahansa avun tarvitsijan sijainnista riippumatta. Riittää, että tuen tarvitsijalla on verkkoyhteys tai Internet-yhteys mikäli hän on tukea tarjoavan organisaation verkon ulkopuolella. Avunpyyntö voidaan suorittaa puhelimitse tai verkon välityksellä ja tuote sisältää muun muassa jonotus-toiminnon, mikäli kaikki auttajat ovat juuri sillä hetkellä varattuna. GoToAssist sopii parhaiten organisaatioille, jotka tarjoavat tietoteknisiä Helpdesk- ja tukipalveluita asiakkailleen tai omalle organisaatiolleen. [11.]

GoToMeeting on web-pohjainen palvelu, jonka avulla voidaan käyttää reaaliaikaisia työryhmäpalveluita ja osallistumaan online-kokouksiin. Palvelun käynnistäminen ei vaadi mitään esiasennuksia osallistujien koneelle, sillä tarvittava asiakasohjelmisto latautuu osallistujien koneelle juuri ennen virtuaalitapaamisen alkua. [11.]

GoToMyPC laajentaa PC:n käyttömahdollisuuksia tarjoten käyttäjille tietoturvallisen ja helpon yhteyden omalle PC:lle. Palvelun käyttö ei vaadi esiasennuksia etäkäytettävälle tietokoneelle. GoToMyPC sopii parhaiten asiakkaille, joilla ei ole muuta etätyöskentelyratkaisua (esim. Citrix Presentation Server) tai jotka haluavat täydentää olemassa olevaa ratkaisuaan tarjoamalla etäyhteyden erillisiin PC:ihin. [11.]

Citrix GoToWebinar

Citrix GoToWebinar on Citrixin ratkaisu kasvavaan nettikauppaan. GoToWebinar-sovelluksen avulla organisaatiot tuovat informaatiota esille suurelle yleisölle Internetin välityksellä. GoToWebinar on tähdätty tarjoamaan käyttäjilleen helpon tavan hoitaa jatkuvia tapaamisia, suunnittelemaan verkkopresentaatioita, esittelemään yritystä, kouluttamaan ja demonstroimaan yrityksen tarpeiden mukaan. [11.]

Citrix NetScaler

Citrix NetScaler on yrityksen resurssien jakelun optimointiin keskittynyt sovellus. Se käyttää integroitua verkkoratkaisua, joka suojaa ja nopeuttaa sovellusten tarvitsemaa verkkoliikennettä ja on lisäksi hyvin hallittavissa.

Citrix NetScaler on suunniteltu vastaamaan yritysasiakkaiden kasvavia sovellusjakelun tarpeita. Sen ominaisuuksiin kuuluvat muun muassa hyvä skaalautuvuus, tehostettu sovellusten saatavuus, laajennettu tietoturva, yksinkertainen konfigurointi ja hallittavuus sekä tuki uusille sovellustyypeille, kuten IP-puheluille ja pikaviesteille. [11.]

Citrix WANScaler

Citrix WANScaler -sarja vauhdittaa sovellusjakelua etätoimipisteisiin. Citrix WANScaler:in käyttämä dynaaminen ja monitasoinen pakkausteknologia optimoi sovellusten jakelua WAN-verkoissa. WAN-verkkojen optimointiratkaisuista on tulossa kriittinen osa yritysten IT-infrastruktuureita, joten WanScaler on tulevaisuuden ratkaisu etätyöskentelylle, tapahtui se sitten missä tahansa ympäri maapalloa. [11.]

Citrix Password Manager

Citrix Password Manager on yrityskäyttöön tarkoitettu sisäänkirjautumISRatkaisu, jolla kaikkia käyttäjän sovelluksia pääsee käyttämään yhdellä sisäänkirjautumistunnuksella. Password Manager ylläpitää salasanasuojauksen korkeaa tasoa tarjoten samalla käyttäjille pääsyn sovelluksiin riippumatta siitä, onko ne asennettu paikallisesti vai sijaitsevatko ne Citrix-palvelimella. [11.]

Citrix Password Manager:ssa käyttäjät tunnistautuvat vain kerran käyttäjätunnuksella ja salasanalla. Tämän jälkeen Password Manager kirjautuu automaattisesti sisään kaikkiin käyttäjän käytössä oleviin järjestelmiin, jotka on suojattu salasanalla. Se huolehtii myös salasanasäännöistä ja automatisoi tehtäviä, jotka käyttäjän pitäisi suorittaa itse. [11.]

Citrix Presentation Server

Citrix Presentation Server on yritysresurssien virtuaaliseen jakamiseen tarkoitettu ratkaisu. Se tarjoaa yritykselle tietoturvallisen ja keskitetyn arkkitehtuuriratkaisun. Citrix Presentation Server kokoaa kaikki sovellukset yhteen paikkaan ja tarjoaa niihin pääsyn keskitetysti. Citrix Presentation Server toimii Citrix Access Suiten runkona jakaen eri sovelluksia ja niiden toimintoja käyttäjille virtuaalisesti. [11.]

Citrix EdgeSight

Citrix julkisti uusimman ohjelmaversion Citrix EdgeSight -sovellukselle ensimmäinen päivä lokakuuta vuonna 2006. Sovellus on käyttäjien reaaliaikaiseen monitorointiin tarkoitettu ratkaisu, joka tarjoaa näkymän verkon valvojille kaikkiin käyttäjän työskentelyn aikana tapahtuviin asioihin. Näin saadaan tarkkaa tietoa käyttäjien päässä tapahtuvista vika- ja ongelmatilanteista, tapahtuvat ne sitten missä tahansa käytön aikana. Sovelluksesta on kaksi uutta versiota: Citrix EdgeSight 4.2 for Endpoints (paikallinen monitorointi) ja Citrix EdgeSight 4.2 for Presentation Server (Presentation-palvelimen ohjelmajakelun monitorointiin).

Citrix Access Essentials, Citrix keskitetty pääsynhallinta pienyrityksille

Citrix Access Essentials on tarkoitettu pienille yrityksille, joiden koko on väliltä 5 - 75 työntekijää. Citrix Access Essentials mahdollistaa suojatun yhteydenoton yrityksen maksu-, aikataulu-, CRM-, ja laskutusjärjestelmiin sekä muihin Windows-pohjaisiin yritysohjelmiin, jotka toimivat verkon yli selaimella. Tämä tarjoaa pääsyn hitaillekin yhteyksille, ilman että palomuurit ja muut yleisen verkon haitat häiritsevät yhteyttä. Citrix Access Essentials tekee yrityksen järjestelmään pääsyn helposti saavutettaviksi kotoa käsin, liikenteestä ja matkan päältä tarjoten keskitetyn yhteyden. Citrix Access Essentials rakentaa yhteiskäytön ja I/O-ohjauksen, kuten Windows-etäyhteyspalvelutkin yhdistäen TS CAL -lisenssit tuotepakettiin. [11.]

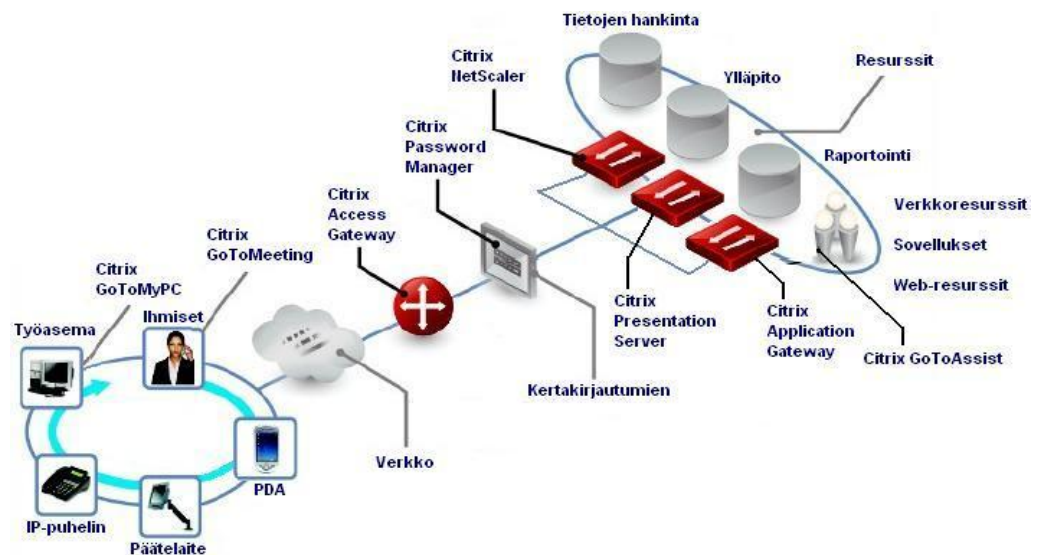
Citrix Access Essentialsin avulla voidaan helposti luoda yksinkertainen, tietoturvallinen ja kustannustehokas pääsy liiketoimintasovelluksiin, jotka pyörivät Windows Server 2003 -palvelimilla [11]. Taulukosta 1 ilmenee miten Citrix Access Essential eroaa Citrix Presentation Server:stä.

Taulukko 1. [28] Citrix Access Essential ja Citrix Presentation Server:in erot.

	Access Essentials	Presentation Server
Lisensointi	Nimetyt käyttäjät (named).	Yhtäaikaiset käyttäjät (concurrent).
Skaalautuminen	Yksi palvelin ja maksimissaan 75 nimettyä käyttäjää.	Skaalautuu tarvittaessa jopa tuhansiin käyttäjiin ja palvelimiin.
Microsoft TS CAL	Sisältää TS CAL:it	TS CAL:it hankitaan erikseen
Ylläpidon uusinta	Ylläpitoa ei voi uusia tauon jälkeen tai hankkia jälkikäteen.	Ylläpidon voi hankkia tauonkin jälkeen.
Päivitykset muihin tuotteisiin	Ei voi päivittää muihin tuotteisiin.	Voi päivittää ylöspäin (Standard-Advanced-Enterprise).
Käyttöoikeudet	Ei voi käyttää sovellusjulkaisuun kolmansille osapuolille.	Mahdollistaa myös sovellusvuokrauksen (ASP).

Kokonaisvaltainen ratkaisu

Citrix-tuotteet pyrkivät kokonaisvaltaiseen ratkaisuun, jolla pyritään ratkaisemaan sovelluksiin ja informaatioon pääsyyn liittyvät ongelmat itsenäisinä tuotteina. Seuraavassa kuvassa (kuva 6) tämän hetkinen kaupallinen kuva Citrix-infrastruktuurista tuotteiden näkökulmasta:



Kuva 6. [18] Citrix Access Platform, jossa tuotteet ovat ripustettuna etäyhteydenoton kaaviokuvaan. Citrix Access Platform on syksyn 2006 yksi kuumimpia puuhenaiteita Citrix-seminaareissa.

4 CITRIX-TEKNIikka

4.1 ICA-Protokolla

ICA-nimi viittaa siihen, että Citrix-ympäristössä tapahtuva tietoliikenne ei ole riippuvainen mistään tietystä järjestelmästä vaan pystyy toimimaan missä ympäristössä tahansa. Erona Windowsin terminaalipalvelujen käyttöliittymään, joka voidaan asentaa vain Windows- tai Internet Explorer -rajapintaan, Citrixin ICA-käyttöliittymä toimii lähes kaikissa yleisimmissä ympäristöissä, käyttöjärjestelmissä ja selaimissa. Näitä ovat esimerkiksi UNIX, Linux, Mac, EPOC, Java, IBM OS/2 ja Dos. Kuten RDP-käyttöliittymä, myös ICA-käyttöliittymä sisältää ActiveX-version, jonka avulla ICA-käyttöliittymä saadaan toimimaan suoraan Internet Explorer -selaimella. Näin ollen molemmissa ratkaisussa voi pääteohjelman sijaan käyttää ladattavalla apletilla terästettyä web-selainta. Citrixin apletti perustuu Javaan ja Microsoftin ActiveX:ään. Java-perustainen RDP-apletti on saatavilla kolmannelta osapuolelta. [8, s. 18 -19.]

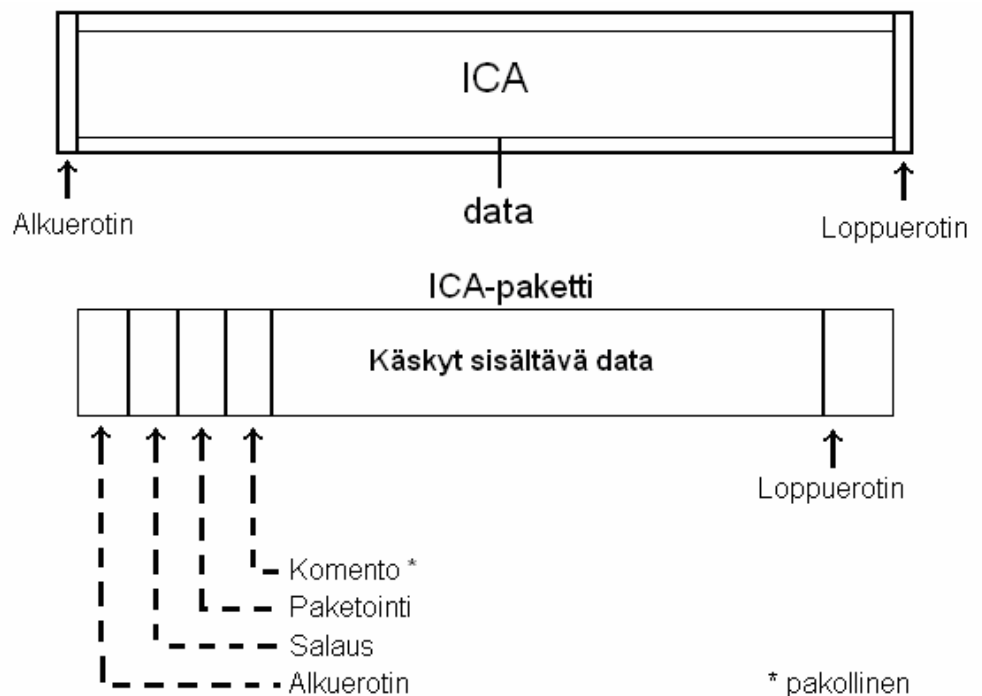
Asiakasyhteyden hallinnassa käytettävä ICA-protokolla on optimoitu äärimmäisen kevyeksi käyttäen oliopohjaista lähestymistapaa. Työpöytä ei lähetetä kokonaisuudessaan bittikarttana, vaan työpöydällä näkyvien kohteiden piirtokomennot välitetään verkon kautta käyttäen Windows-ympäristön sisäänrakennettuja GDI-grafiikkakutsuja. Ainoastaan valokuvat ja muut vastaavat bittikartoista muodostuvat objektit joudutaan välittämään sellaisenaan ja ne kuormittavatkin pääteyhteyttä. Uudelleen käytettäessä nekin tosin löytyvät nopeasti työaseman välimuistista. [8, s. 33; 36; 39.]

Windows 2000 -palvelimen mukana tulevat päätepalvelut eivät käytä Citrixin luomaa ICA-protokollaa, vaan Microsoft luottaa omaan RDP-protokollaan. Se ei ole kuitenkaan yhtä tehokas kuin ICA-protokolla, mutta riittää hyvin nopeissa paikallisverkoissa eli siellä, missä Microsoftin tarjoamat asiakasohjelmistotkin toimivat. Hajautetumpaa käsittely-ympäristöä tarvitsevat käyttäjät jäävät Citrixin asiakkaiksi. [23.]

Tiiviin ja tehokkaan ICA-protokollan avulla Windows-työpöytä voidaan välittää käyttäjälle jopa modeemyhteyden kautta. ICA:n minimivaatimus yhteysnopeudelta on noin 10 kbit/s - 20 kbit/s, joten se ei aiheuta suuria rajoitteita yhteyden suhteen.

ICA-paketti

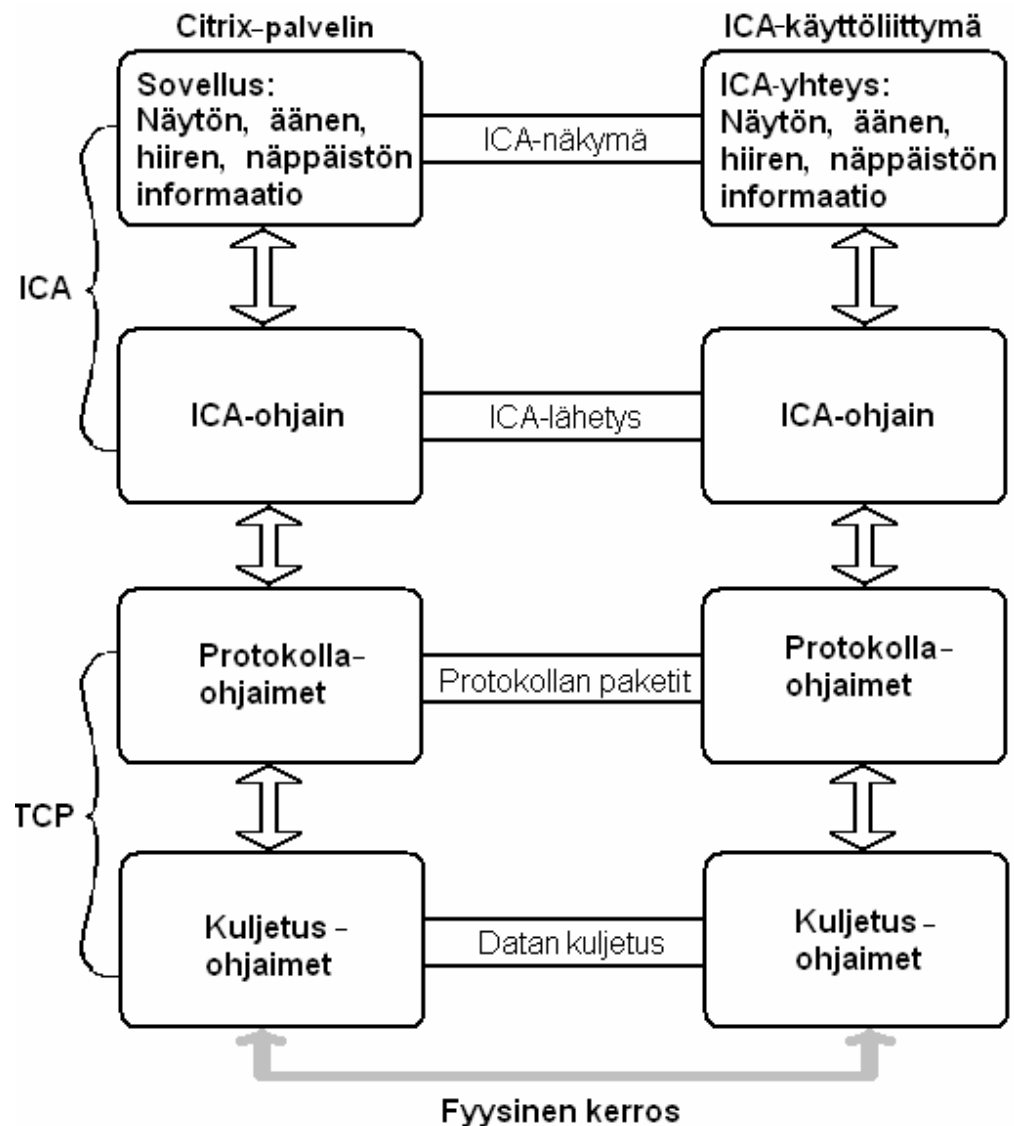
ICA-paketti, joka lähetetään TCP:n avulla maailmalle, sisältää kehykset, joiden sisään tieto on pakattu. Kehykset synkronoivat jatkuvasti virtaavan datan, mikä on tärkeää vastaanottajan kannalta. Paketin alussa olevan otsikon jälkeen on määriteltä, mitä salausta ja pakkausta pakettiin on käytetty (nämä eivät kuitenkaan ole pakollisia tietoja). Tämän jälkeen tulee tärkein, eli komento, joka kertoo mistä paketin sisältävät komennot alkavat. Loppuerotin kertoo, mihin paketti päättyy. Seuraava piirros esittää kaaviokuvan ICA-paketista (kuva 7).



Kuva 7. [16, s. 32] ICA-paketti. Ylempänä kuvassa sijaitsee ICA-data kehysten sisällä. Alapuolelta taas nähdään mitä ICA-paketti pitää sisällään.

Kuten kuvan 7 piirroksesta havaitaan, ICA-data on sijoitettu alku- ja loppuerottimen väliin. Toisessa kuvan 7 kaaviokuvassa ICA-paketti on hajotettu palasiksi, josta ilmenee, että ennen dataa paketti sisältää käskyn ja tarvittavat tiedot paketin avaamista varten.

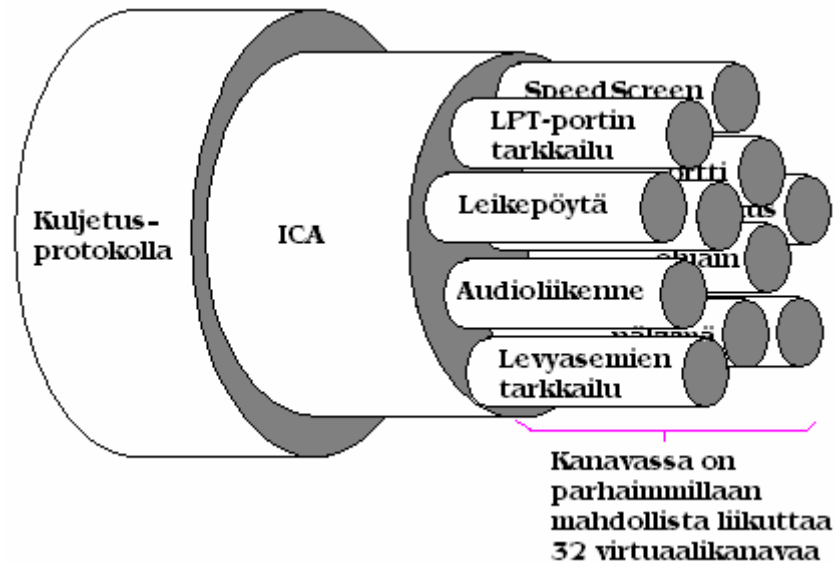
ICA-paketti kapseloidaan kuljettamalla se muutaman ajurin läpi. Nämä paketoivat ja pakkaavat ICA-paketin sekä tekevät sille alku- ja loppuerottimet lähetystä varten. Seuraavassa kuvassa (kuva 8) on esitetty, miten protokollien välinen yhteistyö toimii ja miten Citrix-palvelimen ja käyttöliittymän välinen data liikkuu istunnon aikana. [16, s. 33.]



Kuva 8. [16, s. 33] Lähetysohjainten välinen yhteystyö esitettynä käyttöliittymän ja palvelimen välisessä istunnossa .

Virtuaalikanavat

ICA-protokolla käyttää virtuaalikanavia laajentamaan protokollan mahdollisuuksia. Se välittää lähetyksen aikana monia erilaisia datatyyppisiä, kuten ääntä, liikkuvaa kuvaa, käyttäjän skanneria tai muistitikkua ym. peruskäyttöön liittyviä asioita. Tämän hetkinen ICA-protokolla tukee yhteensä 32 virtuaalikanavaa. Kun useita virtuaalikanavia on yhtäaikaan käytössä, ICA-protokolla niputtaa kanavat ICA-paketteihin (kuva 9) eikä näin ollen lähetä tietoa kanava kerrallaan. [16, s. 34.]



Kuva 9. [16, s. 34] Virtuaalikanavat sijaitsevat kuljetusprotokollapinon ICA-protokollassa.

4.2 Citrix ICA Priority Packet Tagging, ICA-PPT

Citrixin ICA-protokolla sisältää ominaisuuden (MetaFrame 1.8 Feature Release 1:stä ja MetaFrame XP:stä eteenpäin olevat versiot), joka tunnistaa ja varustaa tuntomerkillä ICA-protokollan sisältämän virtuaalikanavan. Ominaisuuden avulla virtuaalikanavassa luotuun dataan pystytään tekemään merkintöjä sen sisältämän datan tärkeyden perusteella. Näin ollen tämä ominaisuus, jota kutsutaan ICA-pakettien priorisointimerkinnäksi (ICA Priority Packet Tagging, ICA-PPT), tarjoaa kyvyn priorisoida ICA-istunnot.[5.]

Virtuaalikanavien priorisointi

ICA-protokollan pakettien priorisointimerkintä tarjoaa kyvyn laittaa järjestykseen ICA-istuntoja. Priorisointi pohjautuu virtuaalikanavassa lähetettyyn dataan. Järjestely tehdään niin, että virtuaalikanavassa liikkuva ICA-data asetetaan kahdella bitillä (00, 01, 10, 11 = 4 tasoa). Nämä kaksi bittiä ovat sisällytetty osaksi jokaista ICA:n otsikkotietoa. Bittikombinaatioista saadaan seuraavat neljä prioriteettialuetta [5]:

- 00 = (0). High Priority
- 01 = (1). Medium Priority
- 10 = (2). Low Priority
- 11 = (3). Background Priority

Jokainen virtuaalikanava on asetettu yhdelle näistä arvoista. Oletusarvoina virtuaalikanavan prioriteetit menevät taulukon 2 mukaisesti:

Taulukko 2. [5.] Virtuaalikanavien prioriteetit järjestyksessä. Vasemmalla taulukossa on virtuaalikanavan nimi, keskellä sijaitsee prioriteetti ja oikealla on selitetty virtuaalikanavan tehtävät.

Virtuaalikanava	Prioriteetti	Selitys
CTXTW	0	Remote-ikkunaruudun päivitysdata (Thinwire)
CTXTWI	0	Seamless-ikkunaruudun päivitysdata (Thinwire)
CTXCLIP	1	Leikepöytä
CTXCAM	1	ICA-käyttöliittymän äänidatan kuvaus
CTXLIC	1	Lisenssien hallinta
CTXVFM	1	Videon vastaanotto palvelimelta (ts. ei Thinwire-video)
CTXPN	1	Ohjelma naapurusto (Program Neighbourhood)
CTXCCM	2	Käyttäjän COM-portin kuvaus
CTXCDM	2	Käyttäjän aseman kuvaus
CTXCM	3	Käyttäjän hallinta (Auto Client -päivitykset)
CTXLPT1	3	Tulostimen kuvaus käyttäjille, joilla spoolaus ei ole käytössä (ts. WinTerm)
CTXLPT2	3	Tulostimen kuvaus käyttäjille, joilla spoolaus ei ole käytössä (ts. WinTerm)
CTXCOM1	3	Tulostimen kuvaus käyttäjille, joilla spoolaus ei ole käytössä (ts. WinTerm)
CTXCOM2	3	Tulostimen kuvaus käyttäjille, joilla spoolaus ei ole käytössä (ts. WinTerm)
CTXCPM	3	Tulostimen kuvaus spoolaaville käyttäjille
OEMOEM	3	OEM käytössä
OEMOEM2	3	OEM käytössä

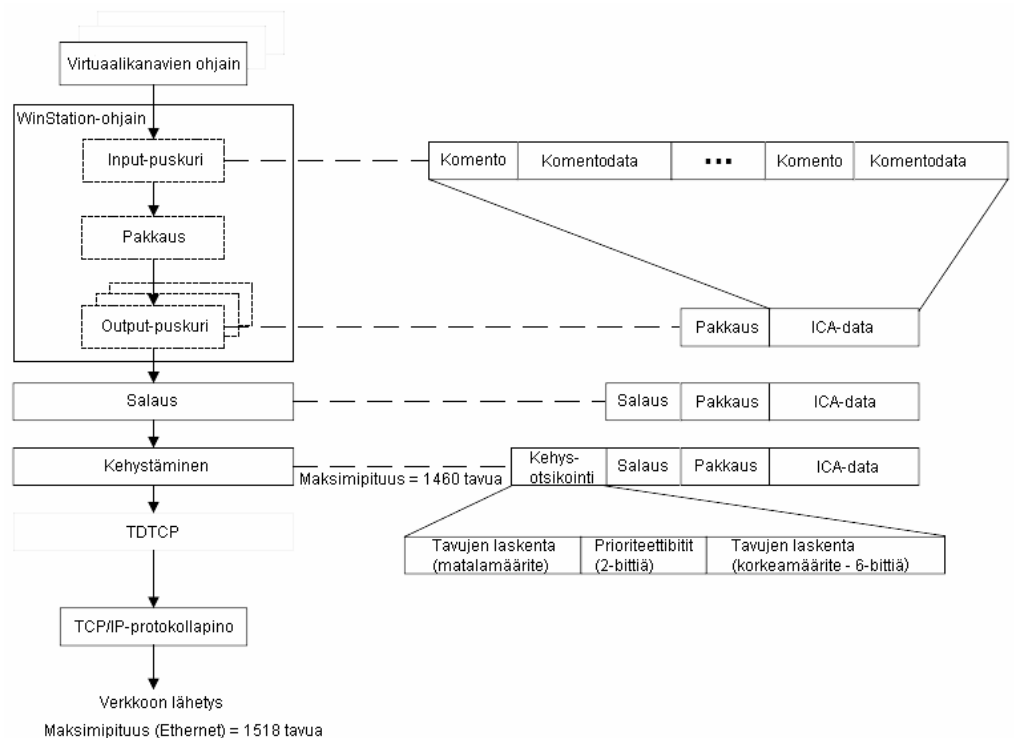
Priorisointiasetukset kaikille virtuaalikanaville on varastoitu rekisteriavaimen: [HKLM\System\CurrentControlSet\Control\Terminal Server\Wdslicawd\Priority] (REG_MULTI_SZ).

Tämä rekisteriavain sisältää jokaisesta virtuaalikanavasta yhden rivin, jossa on tiedot kanavan nimestä (VirtualChannelName) ja prioriteetista (Priority). VirtualChannelName on standardi ja lyhenne virtuaalikanavalle, jotka ovat ylhäällä taulukossa, esim. CTXTW. Kanavan nimen täytyy olla seitsemän merkkiä pitkä. Prioriteetti on yksi seuraavista prioriteetti arvoista: 0, 1, 2, 3.

Thinwire-virtuaalikanavat (CTXTW ja CTXTWI) ovat oletuksena vain korkealle priorisoituja tietoja varten. Siten varmistetaan, että kiireellinen tieto tullaan lähettämään käyttäjärajapinnassa muuta tietoa edellä. [5.]

ICA-protokollassa tapahtuva tiedonsiirto

Ennen kuin mennään tarkastelemaan ICA Priority Packet Tagging -ominaisuutta, on ymmärtämisen takia hyvä ajatella ICA-protokollaa eri kerroksina. Myös TCP/IP-protokollan vuorovaikutus ICA-protokollan kanssa on tärkeä ymmärtää, eli kuinka vuorovaikutus toimii TCP/IP:n lähetettäessä tietoa lähiverkon yli. Prioriteettibitit, joita käytetään ICA Priority Packet Tagging -menetelmässä, on määritelty ICA-dataan ja ne asettavat prioritetijärjestyksen protokollan sisäpuolella olevaan tiedonlähetysolempiin. Seuraava diagrammi kuvaa (kuva 10) ICA-protokollan tietovirtaa läpi jokaisen protokollakerroksen, kuten se on generoitu käyttäjän (client) sovelluksessa (tai palvelimella) ja paketoitu lähetykseen varten palvelimelle (tai käyttäjän sovellukselle) TCP/IP-verkon yli. [5.]



Kuva 10. [5.] ICA-protokollan sisäinen tiedonkulku kaaviokuvana esitettynä.

ICA-data matkaa läpi samojen protokollakerrosten, mutta vastakkaisessa suunnassa, kun määränpää on vakiintunut (käyttöliittymä tai palvelin). Kaikki ICA-protokollan kerrokset sijaitsevat OSI-mallissa esitystapakerroksessa.

Virtuaalikanavien ohjaimet

Jokaisella virtuaalikanavalla on oma virtuaalikanavaohjain, jonka tehtävänä on lähettää virtuaalikanavassa liikkuva data WinStation-ohjaimelle. Virtuaalikanavassa liikkuvan datan muoto ei ole standardoitu, ja se riippuu täysin virtuaalikanavan toteutuksesta. [5.]

WinStation-ohjain

WinStation-ohjain saa ICA:n virtuaalikanavadata usealta virtuaalikanavaohjaimelta ja paketoit sen alempien kerrosten vastaanottoa varten. WinStation-ohjain toimii OSI-mallin sovellus-, esitystapa- ja istuntokerroksessa. WinStation-ohjaimen tehtävänä on toteuttaa seuraavat funktiot [5]:

- Perustaa ICA-istunnon käyttöliittymän ja palvelimen välille ja ylläpitää istunnon informaatiota sellaisenaan riippumatta siitä, onko pakkaus tai salaustoiminto päällä tai onko ICA:n Priority Packet Tagging käytössä.
- Koodaa ICA:n komennot ja muuntaa sisään tulevan virtuaalikanavien datan ICA-paketeiksi, jotka sijoitetaan WinStation-ohjaimen sisääntulopuskuriin. ICA-paketti koostuu yhdestä komentotavusta, jota voi seurata valinnainen komentotieto. Näin ollen ICA-paketti siis sisältää komennon ja tarvittaessa komentotietoa.
- ICA-paketin ei tarvitse sisältää komentotietoa, koska se voi yhtä hyvin sisältää vain yhden komentotavun. ICA-paketti sisältää dataa jokaiselta vallitsevalta virtuaalikanavalta. Suurin mahdollinen pituus yhdelle ICA-paketille on 2048 tavua (2 kB), jota ei saa ylittää.
- Tiivistää ICA-paketit (silloin kun tiivistys on päällä).
- Yhdistää ja erottaa tiivistetyt ICA-paketit (tai tiivistämättömät ICA-paketit, jos tiivistystä ei käytetä) ulostulopuskuriin. WinStation-ohjain pilkkoo datan jokaiseen ulostulopuskuriin, jotta ICA-datan lähtiessä kehysprotokollaohjaimesta ei datan määrä nousisi yli 1460 tavun

(pitääkseen ICA-datan koossa TCP/IP-protokollan suorittaman lähetyksen aikana).

- Liittää tiivistysotsikon ulostulon puskurin alkuun (kun tiivistyskoodaus on asetettu).
- Määrittää jokaisen ulostulopuskurin prioriteetin pohjautuen virtuaalikanaviin (missä data on saatu alulle), ja siirtää puskurissa sijaitsevan datan kehysprotokolla-ohjaimeen. Kun useat ICA-paketit on yhdistetty ulostulopuskuriin, WinStation-ohjain määrittää ulostulopuskurin prioriteetit korkeimman prioriteetin ICA-paketin mukaan. Esimerkiksi, jos ulostulopuskuri sisältää Thinwire- (prioriteetti 0) ja tulostus- (prioriteetti 3) ICA-paketit, niin ulostulopuskuriin annetaan prioriteetti 0 pohjautuen Thinwiren sisällyttämään dataan.
- Lähettää tiedon edelleen ulostulopuskurista salaustokolla-ohjaimelle (kun salaus on päällä). [5.]

Salausprotokollan ohjain

Kun salaus on päällä, salaustokollan ohjain lisää salaustunnisteen ulostulopuskuriin dataan, joka on mennyt WinStation-ohjaimen läpi. Kaikki data salaustunnisteen jälkeen on salattua, mukaan lukien tiivistysotsikko (jos se on mukana). [5.]

Kehysprotokollan ohjain

Kehysprotokollaohjain laskee tavujen määrää ulostulopuskurissa ja lisää kehysotsikon. Tavujen määrän lisäksi kehysotsikko pitää sisällään kaksibittisen prioriteettimääritteen, jonka WinStation-ohjain on määrittänyt. Esimerkiksi, jos kokonaistavumäärä ulostulopuskurissa on 1320 tavua ja paketilla on korkea prioriteetti, niin binäärinen tulos kehysotsikossa on seuraava (kuva 11) [5]:

00000101	00101000
└──────────┘	└──────────┘
Prioriteetti- bitit	Ylätavu Alatavu

Kuva 11. [5] Kehysotsikon bittijono korkealla prioriteettiarvolla.

Ylä- ja alatavut vaihdetaan keskenään verkon lähetystä varten, jotta enemmän merkitsevä tavu saadaan ensimmäiseksi liikkelle. Näin ollen kehysotsikko on kuvan 12 esittämää muotoa:



Kuva 12. [5] Kehysotsikon bittijono, kun edellisen kuvan kaksi tavua järjestetään uudelleen.

Yläpuolella selitetty kehysotsikko esiteltiin ensikertaa ICA-PPT:n toiminnassa Citrix MetaFrame 1.8 -tuotteen ensimmäisessä versiossa ja on tämän jälkeen sisällytetty tärkeänä osana ICA-protokollaa uusissa tuotteissa. ICA-PPT:iä kehitetään jatkuvasti eteenpäin, jotta lähetys ICA-käyttöliittymällä olisi mahdollisimman tehokasta. Varhaisimmissa versioissa MetaFrame käytti kehysotsikkoa niin, ettei se sisältänyt kahta prioriteettibittiä. Kaikki 16 bitin kehysotsikot käytettiin tavujen laskentaan. Koska maksimipituus oli 2048 tavua, kaksi ylintä bittiä olivat aina nollia. Kun ICA-istunnoissa on palvelimien välisenä järjestelmänä MetaFrame 1.8 Feature Release 1 tai vanhempi versio (ja käyttäjillä on käytössä myös vanhempi versio tuotepiheestä), ICA Priority Packet Tagging ei ole käytössä ja näin ollen ICA-liikenteessä prioriteettibititkään ei ole käytössä. [5.]

TDTCP toimii lähetysohjaimena

ICA-protokolla siirtää kontrollin TCP/IP-protokollapinon kautta TCP-protokollan lähetysohjaimelle (TDTCP). Lähetysohjain on ICA:n (ja RDP:n) rajapinta TCP/IP-protokollapinossa. TDTCP-lähetysohjain ei lisää mitään uutta otsikkotietoa tai lisäinformaatiota ICA:n dataan. [5.]

TCP/IP hoitaa lopullisen lähettämisen

TDTCP:n siirtäessä kontrollin takaisin TCP/IP-protokolla pinoon TCP/IP-ohjaimet valmistautuvat ICA-datan lähettämiseen verkkoon. [5.]

Quality of Service Solutions (QoS)

Quality of Service (QoS) -ratkaisut on suunniteltu priorisoimaan ICA-liikennettä muuta verkkoliikennettä vastaan. Nämä ratkaisut kykenevät tunnistamaan verkkoliikenteen ICA-liikenteeksi pohjautuen joko TCP-porttiin

tai tunnistamalla ICA:n alustavan kättelyn, joka juontuu uudesta hyväksytystä istunnosta (tämä on turvallisempi kuin TCP-portti, siitä lähtien kun TCP-portti on ollut konfiguroitavissa). Jotkut QoS-ratkaisut voivat määrittellä myös ICA-liikenteen perustuen muuhun tietoon, kuten julkistettuun sovellukseen tai lähteen IP-osoitteeseen. Tämä määrittely mahdollistaa ICA-istuntojen priorisoinnin korkeammalle kuin muut ympärillä tapahtuvat verkkoliikenteet. Esimerkiksi kaikille ICA-istunnoille, joissa käyttäjä käyttää työntekoon kriittisiä sovelluksia (esim. Peoplesoft), voidaan antaa korkea prioriteetti. ICA Priority Packet Tagging tarjoaa QoS-ratkaisuille mahdollisuuden määrittää virtuaalikanavien prioriteetit ICA-istunnoissa niin, että ICA-istuntojen korkeimmat prioriteetit omaavat datat lähetetään ensimmäisenä. ICA-PPT vaatii, että seuraavat seikat on huomioitu, kun käytetään eri QoS-ratkaisuja:

- TCP ja IP ovat datan välitykseen tarkoitettuja protokollia. Kun ICA-data on lähetetty TCP:lle ja sitten IP:lle, data voi olla koottu tai paloiteltu eri tavalla kuin miten se oli paketoitu ICA-protokollan ohjaimissa. ICA:n ulostulopuskurit on rajoitettu 1460 tavuun, jotta data jäisi koskemattomaksi kun se lähetetään TCP/IP-protokollan pinnoon. Kuitenkaan ei ole takuita siitä, että ulostulopuskureissa data pysyy koskemattomana. Siksi prioriteettibitit ICA:n kehysotsikossa eivät aina ole samassa paikassa TCP-lohkossa tai IP-paketissa. Tämä estää QoS-ratkaisuissa luottamasta prioriteettibittien tarkistukseen TCP- tai IP-kerroksissa. Jotta ongelma voidaan kiertää, on QoS-ratkaisun varmistettava, että tavujen määrät otsikkotiedoissa TCP- ja IP-kerroksissa ovat samat kahdelta ensimmäiseltä bitiltä ICA-datan osalta (näiden ollessa järjestyksessä nämä kaksi ensimmäistä bittiä sisältävät prioriteettibitit ja tavumäärän ICA:n kehysotsikossa). Kun tavut eivät vastaa toisiaan, ICA:n ulostulopuskurit ovat todennäköisimmin vahingoittuneet TCP-kentässä ja näin kahta ensimmäistä bittiä ICA:n datapaketissa ei voida tulkita prioriteettibiteiksi. [5.]
- ICA Priority Packet Tagging on toteutettu esitystapakerroksessa (OSI-mallissa). Suurin osa reitittimistä lukee dataa alemmilta kerroksilta (OSI-mallin kerrokset 2 - 4). Siksi reitittimillä ei ole pääsyä ICA-PPT-tietoihin. Kun IP-paketit on lähetetty reitittimen yli, paketit

saattavat fragmentoitua. Jos näin tapahtuu, ensimmäinen paketti sisältää kehysotsikon sisältäen prioriteettibitit ja näin ollen (sen jälkeen kun paketit ovat fragmentoituneet) väärän tavumäärän. Seuraavan paketin osaset eivät sisällä näin ollen kehysotsikkoa eikä prioriteettibittejä (tai tavumäärää). Tämän vuoksi, jos QoS-ratkaisut vastaanottavat ICA-liikennettä reitittimestä johtuvan hajoamisen jälkeen, niin kaikki IP-paketit eivät sisälläkään prioriteettibittejä. Vahvistamalla tavumäärän IP-kerroksen ja ICA-kehysotsikon välillä kuten edellä mainittiin taataan, että prioriteettibitit ovat tulkittu oikein. [5.]

- TCP vaatii vastaanottotiedon jokaiselta TCP-lohkolta TCP-puskurissa ennen kuin se lähettää uudet lohkot. QoS-ratkaisujen täytyy toteuttaa ICA Priority Packet Tagging niin, että lähetysnopeus on jokaiselle TCP-lähetykselle tarpeen mukaan sopiva. Tämä perustetaan prioriteettibitteihin, joita ICA-datassa lähetetään sen sijaan, että yritettäisiin pitää kiinni yksittäisistä palasista liikkuvassa datavirrassa. [5.]

Käyttäjät ja palvelimet, jotka käyttävät varhaisempia ohjelmaversioita (MetaFrame 1.8 Feature Release 1), perustavat ICA-istunnot ilman edellämainittua ICA-PPT-ominaisuutta. Ellei QoS-ratkaisua tunnisteta Citrixin ohjelmaversiossa, jota käytetään ICA-istunnossa, kaikki ICA-liikenne näissä istunnoissa käsitellään korkean prioriteetin mukaan (priority 0). Tämä johtuu siitä, että varhaisimmissa versioissa kaksi bittiä, joita käytetään ICA-PPT:hen, eivät ole käytössä (ja on siksi asetettu nollassi). [5.]

Yhteenvetona voisi sanoa, että ICA Priority Packet Tagging tarjoaa tekniikan, jolla priorisoidaan ICA-istuntoja. Kokonaisuus pohjautuu virtuaalikanaviin, joissa data saa alkunsa. Mentaessään ICA Priority Packet Tagging -aiheeseen on syytä ymmärtää, miten ICA-data on paketoitu verkon lähetystä varten TCP/IP-protokollassa. QoS-ratkaisut tarjoavat parempia rakenne-etuja kuin perustamalla ICA-liikenne vain sovelluksen nimeen tai käyttäjätunnukseen. Siksi QoS-ratkaisut ovat tärkeä osa kokonaisuutta ja niiden tuomia etuja hyödynnetäänkin paljon ICA-PPT:ssä.

ICA-protokollaohjainten tiedostojen sijaintipaikat

Alla oleva taulukko 3 listaa liitettyjen jäsen- (clients) ja palvelintiedostojen sijainnit jokaisen ICA-protokollaohjaimen mukaan.

Taulukko 3. [5] ICA-protokollaohjainten tiedostojen sijaintipaikat. Vasemmalla sijaitsee protokollaohjain, keskellä käyttöliittymän tiedostosijainnit ja vasemmalla palvelimella sijaitsevat tiedostot.

Protokolla-ohjain:	Client-tiedosto: (Sijainti: C:\Program Files\Citrix\ICA Client)	Palvelin-tiedosto: (Sijainti: WINNT\System32\Drivers)
WinStation	wfica32.exe	icareduc.sys (pakkausta varten), wdica.sys
Encryption	pdc0N.dll (basic) pdc40N.dll (40-bit) pdc56N.dll (56-bit) pdc128N.dll (128-bit)	pdcrypt1.sys (Basic) pdcrypt2.sys (40-,56- and 128-bit)
Framing	pdframen.dll (Win32 platform) pdframew.dll (Win16 platform)	pdframe.sys

4.3 Salaaminen terminaaliyhteyden aikana

Terminaaliyhteydessä käyttäjä voi ottaa yhteyden miltä hyvänsä vastaantulevalta mikrotietokoneelta. Täten tietoturvan taso alenee pakostakin. Salauksen keinot tiedon suojaamiseksi ovat rajalliset, koska tieto salataan vain sen siirtyessä linjalla. Arkaluontoisten tietojen jääminen työasemaan voi johtua joko ohjelmien toimintatavasta tai käyttäjän ajattelemattomuudesta. Käyttäjien turvakoulutus onkin molemmissa tapauksissa etätöiden kannalta tärkeä asia myös Aurinkomatkoilla.

Esimerkiksi työaseman kiintolevylle ei tulisi koskaan tallentaa tilapäisiä työtiedostoja. Poistetun tiedoston sisältö ei poistu nykyaikaisilla tiedostojärjestelmillä useinkaan kiintolevyltä, vaan se on palautettavissa roskakorista tai kiintolevyn fyysiseltä lohkolta sopivalla apuohjelmalla. Yrityssalaisuuden luokkaa olevia tietoja ei tulisi käsitellä vieraassa työasemassa lainkaan, koska ne voivat olla selvitetävissä kiintolevyltä. Jos

työskentelyssä tarvitaan paikallista tallennusta, tähän tulisi käyttää esimerkiksi levykettä. Kätevämpi vaihtoehto on USB-liitäntäinen siirrettävä massamuisti, jollaisen voi aina kytkeä parin viime vuoden aikana hankittuihin mikrotietokoneisiin ongelmitta. [24.]

Selaimen asetuksiin voidaan määrätä, ettei salattuja sivuja tallenneta työaseman välimuistiin. Käyttäjät on kuitenkin opetettava tarkistamaan asetusten tila. Vieraassa ympäristössä tulostaminen ei välttämättä aina onnistu ja työn poistaminen tulostusjonosta tai kirjoittimen puskurimuistista on sitä tärkeämpää mitä arkaluontoisemmasta tiedosta on kyse.

Tietoturvaa ja muita ominaisuuksia

ICA-käyttöliittymän kautta sovellukset toimivat lähes samoin kuin ne olisi asennettu suoraan työasemalle. Työaseman rinnakkais- ja sarjaportit voidaan liittää palvelimeen niin, että niihin liitetyt laitteet vaikuttavat olevan palvelimessa kiinni.

ICA-protokolla ei pidä itsessään riittävän hyvää salaustekniikkaa, mutta liikenteen voi salata asiakkaan ja palvelimen välillä esimerkiksi 128 bitin RC5-salauksella. Tämän lisäksi yhteydenoton sijainnin perusteella voidaan rajoittaa sovellusten suorittamista. Salauksella on erityistä merkitystä, jos sovellukset vuokrataan palveluntarjoajalta tai sovelluksia käytetään turvattoman yhteyden kautta, kuten Aurinkomatkojen tapauksessa.

Tietojen tallennuksen varmistukseksi käyttäjät voidaan pakottaa tallentamaan työtiedostonsa vain ennalta määrättyihin paikkoihin, esimerkiksi vikasietoisen tiedostopalvelimen levyille. Levyasemamääritykset saa läpinäkyviksi ja tiedostopalvelimen levyjako näyttää työaseman omalta kiintolevyltä. [24.]

4.3.1 RSA SecurID -kortti

Kuten on jo tullut todetuksi, Citrixin ICA-protokollan varjopuolista puhuttaessa yksi heikkous on vaatimaton sisäänkirjautuminen. Se nojautuu vain ja ainostaan käyttäjätunnukseen ja salasanaan. Tämän päivän hakkereilta pienien ponnistelujen jälkeen onnistuu monitoroida vilkkaasta yrityksen tietoliikenteestä sopiva käyttäjätunnus ja salasana, jotka mahdollistavat kirjoittautumisen yksityisiin palveluihin. Vaarana piilee myös ihmisten luottamus väriin henkilöihin. Käyttäjätunnuksen sekä salasanan

luovuttaminen väärin käsiin leviää helposti suureksi ongelmaksi, jolloin yrityksen tietoturva on vaarana aivan inhimillistenkin asioiden takia. Yritykset, jotka haluavat nostaa tietoturvaa turvattomasta käyttäjätunnus/salasana -tilasta ovat ottaneet käyttöönsä erilaisia pääsykortteja ja digitaalisia avaimia etäyhteydenoton ratkaisuksi. Käytettäessä jompaa kumpaa ratkaisua käyttäjällä on oltava pääsykortti tai digitaalinen avain, joka kulkee käyttäjän mukana (otti hän yhteyden yrityksen verkkoon mistä tahansa).

RSA SecurID -kortti on yksi yleisimmistä ratkaisuista yritysmaailmassa täydentämään puuttuvan aukon ICA-yhteyden tietoturvassa. Nämä erikoisrakennellut kortit ja avaimet sisältävät pienen LCD-näytön, joka näyttää käyttäjälle numerosarjan. Numerosarja vaihtuu määrääjain (normaalisti minuutin välein). Kun käyttäjä ottaa etäyhteyden, hän laittaa yleisen käyttäjätunnuksen ja salasanan lisäksi RSA-kenttään oman PIN-koodin. PIN-koodin perään tulee näkyvä numerosarja, joka käyttäjällä on kortilla tai avaimella sillä hetkellä. Tämän jälkeen järjestelmä tarkistaa, että numerosarja vastaa sisäisen RSA SecurID -pääsynhallintapalvelimen generoimaa numerosarjaa. Jos tunnukset menevät oikein istunto alkaa. Istunnon katketessa syötetty avain ei ole enää käytettävissä.

4.3.2 RC-5-algoritmi

Citrix Presentation Server käyttää salaukseensa turvallista RC-5-salausta, joka on sisällytetty kaikkeen liikkuvaan dataan, jota käyttöliittymän ja palvelimen välillä liikkuu. ICA-paketteihin on lisätty niin sanottu Secure ICA -salaus, joka sisällytetään ICA-pakettiin.

RC-5 on ketjuttava lohkokoodaaja. Ketjutetussa lohkokoodauksessa jokainen lohko käyttää muuttuvan kokoista avainta. Tämä avain yhdistetään salattuun versioon, joka löytyy aina jälkimmäisestä lohkoista, jolla avataan sillä hetkellä käytössä oleva lohko. Kierrokset merkitsevät sitä määrää miten monta kertaa jokainen lohko läpäisee salausalgoritmin. Secure ICA käyttää 64 bitin lohkokokoa, 12 kierrosta ja 40-, 56- tai 128-bitin avainkokoa.

RC-5-salauksen vahvuudet

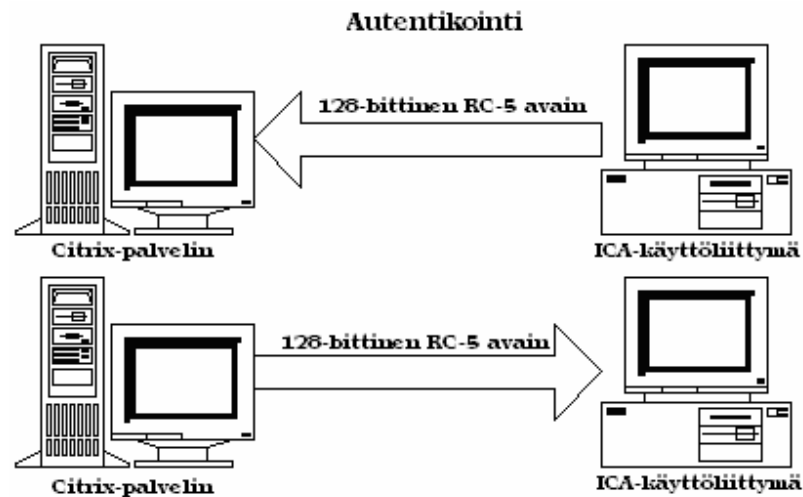
Yleisesti salausalgoritmin vahvuus riippuu kahdesta tekijästä. Ensimmäinen tekijä on itse algoritmin vahvuus ja toinen on käytettävän salausavaimen

pituus. RC-5-algoritmia on tutkittu laajalti. Tunnetuin yritys, joka on perehtynyt tiivisti ko. algoritmiin on RSA Data Security. Maailmalla toimiva salaustekniikan yhdistys (The Cryptographic Community) on tiedottanut, että RC-5 on turvallinen algoritmi. Ainoa tapa murtaa salausalgoritmi on kokeilla kaikkia mahdollisia avaimia järjestyksessä salattuun tietoon. Mitä pitempi salausavain on kooltaan (tarkoittaen bittisyyttä), sitä suurempi aika ja vaivannäkö oikean avaimen löytämiseen muodostuu. Syynä yksinkertaisesti on se, että avainten määrä kasvaa eksponentiaalisesti kun avaimen kokoa kasvatetaan. Kun yritetään avata 128-bittistä salausta, on laskettu, että tämän kokoisen avaimen murtamiseen menee kaikenkaikkiaan huippuluokan supertietokoneeltakin noin 10^{18} vuotta. [9.]

RC-5-avaimet

RC-5 on symmetrinen salausalgoritmi. Samaa avainta käytetään sekä salaamaan että purkamaan salaus. Turvallisuus riippuu siitä, miten hyvin avain pidetään salassa. Jotta tieto saadaan pidetyksi salassa, täytyy olla keino, jolla RC-5-avaimet voidaan jakaa niin, ettei niitä voida kopioida. Diffie-Hellman-avainsopimuksella algoritmi generoi saman RC-5-avaimen ICA-asiakkaalle ja Presentation-palvelimelle ilman tiedon vaihtamista, joka vaarantaisi avaimen turvallisuuden. Secure ICA -palvelut käyttävät joka istunnon aikana kaikkia muodostettuja neljää 128-bittistä avainta. [9.]

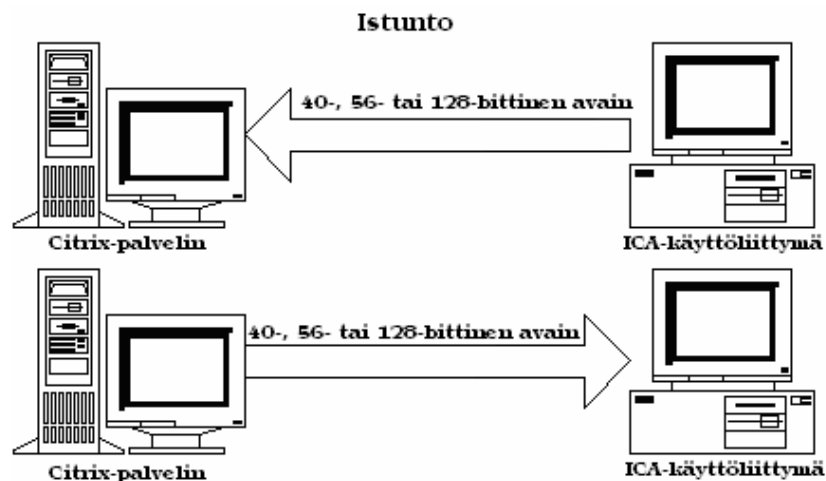
Käyttäjän sisäänkirjautumisen yhteydessä Secure ICA käyttää neljästä avaimesta kahta avainta. Toinen avain salaa ICA-paketit, jotka palvelin lähettää käyttäjälle. Toinen avain on taas käytössä käyttäjän ja palvelimen väliseen kommunikointiin (kuva 13).



Kuva 13. [9] Sisäänkirjautumisen yhteydessä tapahtuva autentikointi.

Secure ICA käyttää sisäänkirjautumisen jälkeen 40-, 56-, tai 128-bittistä avainta salaamaan ICA-paketit (kuva 14). On huomioitavaa, että avaimen pituus riippuu lähetettävästä datasta. Yksi avaimista on käytössä palvelimen datan lähetykseen ja toinen taas käyttäjän ja palvelimen kommunikointiin. Käyttäessä kahta erotettua avainta saadaan kasvatetuksi turvallisuutta. Avaimen koko käytön aikana määritellään ICA-käyttöliittymässä. Järjestelmän ylläpitäjä voi erikseen määrätä pienimmän käytettävän avainkoon eri yhteysominaisuuksien perusteella, kuten

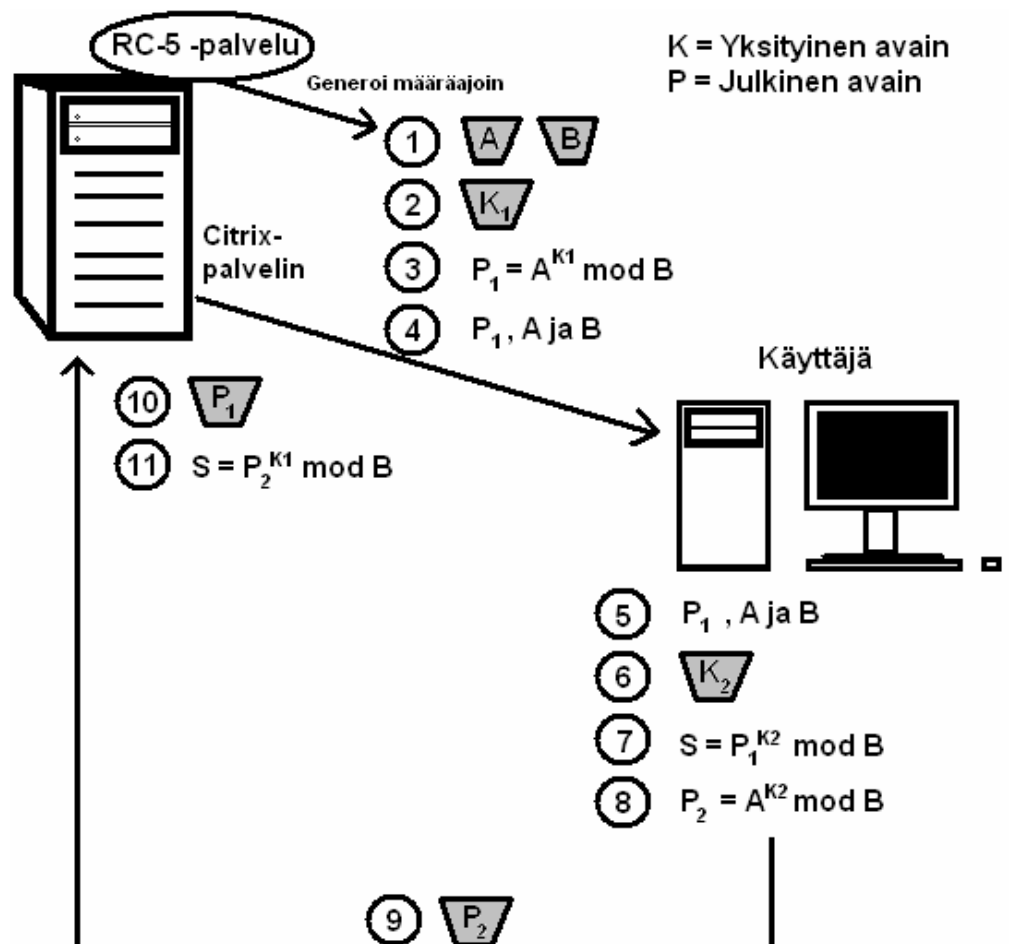
- yhteystyyppin mukaan
- julkistetun ohjelman mukaan
- käyttäjän mukaan.



Kuva 14. [9] Istunnon aikana tapahtuva avaimien vaihto.

RC-5 -avainten generointi

Kuten on jo tullut todetuksi, aina kun ICA-asiakas ottaa yhteyden Citrix -palvelimeen kaikki neljä RC-5-avainta generoidaan. Diffie-Hellman-algoritmeja käytetään avaimen vaihtoon silloin, kun kaksi tekijää haluaa perustaa salaiset avaimet, mutta turvallisuuden vuoksi niitä ei voida lähettää sellaisenaan. Citrix-palvelin ja ICA-asiakas perustavat RC-5-istunnon avaimet käyttäen Diffie-Hellman-algoritmeja. Citrix-palvelin generoi aika-ajoin kaksi lukua (A ja B). Nämä kaksi lukua ovat Diffie-Hellmanin parametrit. Citrix-palvelimen ja ICA-asiakkaan välinen avaimien vaihto menee seuraavan kuvan 15 mukaisesti. Yhteisesti luotu 1024-bittinen salainen avain jaetaan kahteen avainpariin, joista toista 128-bittistä paria käytetään järjestelmän sisäänkirjautumiseen ja toista paria istunnon aikaiseen salaukseen (joko 40-, 56- tai 128-bittisenä).



Kuva 15. [17, s. 532] RC-5-salauksen toiminta istunnon aikana. Tarkemmat selitykset kuvalle ovat tekstissä.

Kuvan 15 tapahtumat:

1. Palvelin, joka toimii myös Presentation-palvelimena, generoi yksityisen avaimen määrääjoin. Käytännössä aina, kun ICA-käyttöliittymä ottaa yhteyden (kuvassa merkitty: K1).
2. Käyttäen yksityistä avainta ja Diffie-Hellman-parametreja (A ja B), palvelin generoi julkisen avaimen (P1).
3. Palvelin, lähettää ICA-asiakas Diffie-Hellmanin parametrit ja julkisen avaimen (P1).
4. ICA-käyttöliittymä generoi yksityisen avaimen (K2) aina kun avataan yhteys palvelimelle. ICA-asiakas vastaanottaa palvelimelta Diffie-Hellmanin parametrit ja julkisen avaimen (P1).
5. Yksityinen avain (K2) ja palvelimen julkinen avain (P1) yhdessä generoivat A- ja B-parametrien kanssa 1024-bittisen salaisen avaimen (S).
6. ICA-asiakas generoi julkisen avaimen (P2) käyttäen sen yksityistä avainta (K2) ja Diffie-Hellmanin parametreja.
7. ICA-asiakas lähettää generoimansa julkisen avaimen (P2) palvelimelle
8. Palvelin vastaanottaa julkisen avaimen (P2) ICA-asiakas. Käyttäen asiakkaalta tullutta julkista-avainta (P2), Diffie-Hellmanin parametreja ja palvelin yksityistä avainta (K1) palvelin generoi salaisen avaimen (S).

Näin ollen molemmilla, sekä käyttöliittymällä että Presentation-palvelimella, on samat 1024-bittiset salaiset avaimet (S), joista johdetaan kaksi avainparia.

4.4 Pakkaaminen ICA-terminaaliyhteyden aikana

ICA-istunnon aikana liikkuva data muodostuu pääasiallisesti kahdesta tekijästä:

1. käyttäjän käyttöliittymässä tapahtuvista toiminnoista, jotka palvelin prosessoi ja lähettää takaisin käyttäjälle
2. palvelimelta tapahtuvasta ohjelmajakelusta.

Lähtökohtana ICA-liikenteessä on kevyt tietoliikenne, joka koostuu mm. hiiren liikutuksista, näppäintenpainalluksista ja näytönpäivityksistä. Näin ollen tullaan siihen, että järjestelmän prosessointi tapahtuu tässä keskitetyssä järjestelmässä täysin tietoliikennepohjaisesti. Pakkaus on yksi osa ICA-pakettia, ja se esitellään ICA-paketin alkuosassa, kuten aiemmin esiintyneessä ICA-paketin kaaviokuvassa (kuva 7). Myös palvelimelta lähtevät ohjelmat on mahdollista pakata lähetystä varten. Pakkaus ei ole pakollinen ja järjestelmän ylläpitäjällä on mahdollisuus kytkeä se pois päältä ICA-istunnoista (kuva 16).



Kuva 16. [25] Kuvan kaappaus ICA-tiedoston luonnin yhteydessä tapahtuvasta konfigurointi-ikkunasta, jossa on mahdollista valita, käytetäänkö tiedoston jakelussa ICA-pakkausta vai ei.

Tutkiessani ICA-istuntojen pakkaustekniikkaa en löytänyt siihen liittyviä tieteellisiä artikkeleita. Kun kysyin asiaa haastattelemiltani henkilöiltä, yleisesti arvioitiin, että Citrix-ympäristössä tapahtuva pakkaus on Citrixin varjeltu liikesalaisuus.

4.5 Thin Client -päätelaiteratkaisuna Citrix-ympäristössä

Thin Client eli ”tyhjä pääte” on käyttäjä-palvelinarkkitehtuurin omaavassa verkossa oleva tietokone, joka on täysin riippuvainen keskuspalvelimen, joka

suorittaa käytön aikaisen prosessoinnin (Thin Client ei prosessoimi mitään vaan ohjelmat suoritetaan keskuspalvelimella). Näin ollen koko tietokoneen käyttö on käytännössä vain tietoliikennettä. Varsinkin yritysmaailmassa, jossa käytettävyys, riipeys ja kustannustehokkuus ovat tärkeitä. Tämä täysin tietoliikennepohjainen järjestelmä ei saa jäädä toimivuudessaan jälkeen PC-ratkaisusta. Thin Clientin tavoitteena onkin saada ohjelmien toiminta näyttämään sekä käyttäjälle että etäyhteyssovellukselle kuin niitä käytettäisiin paikallisesti. "Thin"-sana viittaa pieneen käynnistystiedostoon, joka tarvitaan käynnistyksen yhteydessä, jotta Thin Client -laite pääsee palvelimen tarjoamiin palveluihin. [8, s. 4 - 5.] Tähän sopii mainiosti Citrixin ICA-käyttöliittymä, joka on joko laitteessa paikallisesti, verkosta saatavilla käynnistyksen yhteydessä tai Citrix-palvelimeen otetaan yhteys selaimella.

Thin Client -laite (kuva 17) pitää sisällään tavallisesti emolevyn, johon on kytketty hiiriportti, näppäimistöportti, näytönohjain, tulostinportti, verkkokortti, hieman käyttö- ja keskusmuistia, ja mahdollisesti muutama yleinen porttiratkaisu (COM, USB, Firewire tai kortinlukija). Laite ei tarvitse muuta kuin kevyen prosessorin, joka prosessoimi tulevat ja lähtevät signaalit. Tässä piileekin laitteen erinomaisuus. Koska laite ei vaadi päivitystä, voi Thin Client -ratkaisu olla jopa 10 kertaa pidempiaikaisempi kuin tavallinen PC-ratkaisu (Fat Client). Kun sovelluspäivitykset, sovellusjakelu ja prosessointi ovat palvelimella niin työkoneet ovat tällöin vain etäyhteydenottoa varten.



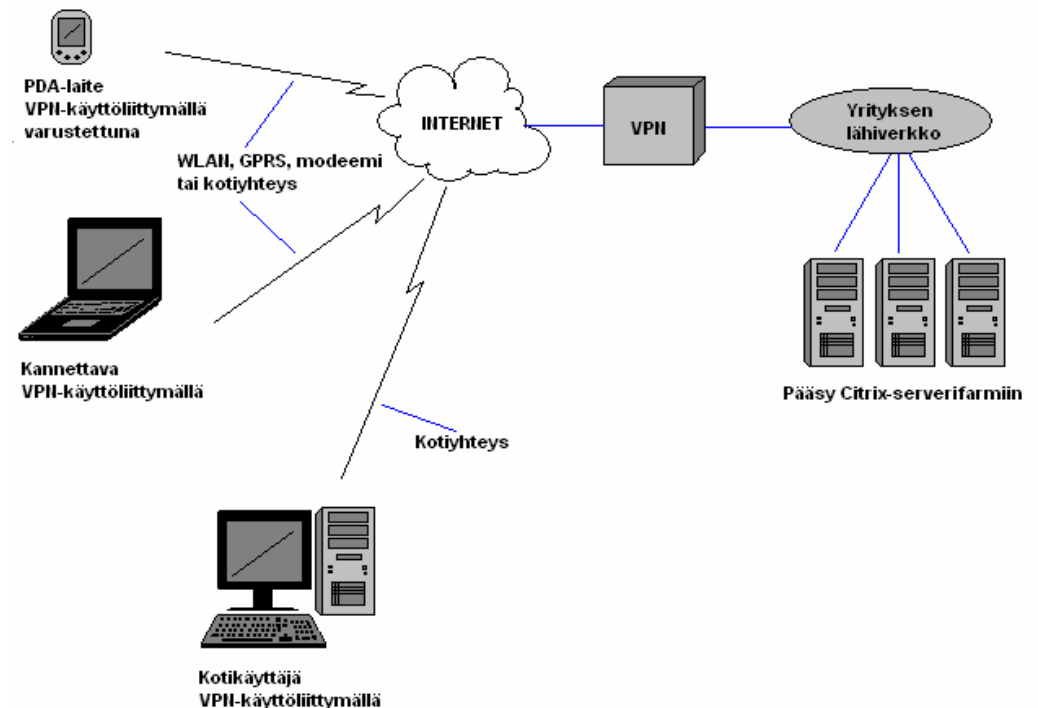
Kuva 17. [26] HP:n tarjoama Compaq T5000 Thin Client -päätelaitte edustaa uusia ja moderneja laitteita. Laite pitää sisällään 800 MHz prosessorin, ATI Radeon 7000M-näytönohjaimen, 128 MB DDR -käyttömuistia ja käyttöjärjestelmänä on Microsoft Windows CE .NET. Uusissa malleissa onkin jo enemmän ominaisuuksia kuin vanhoissa malleissa ja tuovat tehokkuutta työskentelyyn.

Thin Client on tietoturvan kannalta mielenkiintoinen. Jos laite saastuu, niin käynnistyksen jälkeen uudelleen ladattu käyttöjärjestelmä on taas uuden

veroinen – laitteessa itsessään ei ole paikallista tallennusasemaa. Näin selaimen käyttöä voidaan keskitetysti hallita yhdestä paikasta eikä ylimääräisiä laitekohtaisia virustorjuntalisenssejä tarvita.

4.6 VPN-yhteyden kautta pääsy Citrix-palveluihin

VPN-tekniikan tuoma tunnelointitekniologia mahdollistaa turvallisen yhteyden yrityksen lähiverkkoon. Yrityksessä käytettävissä laitteissa tulee olla VPN-käyttöliittymä, joka mahdollistaa yhteydenoton yrityksen lähiverkkoon VPN-putken kautta. Käyttöliittymässä pitää olla tieto siitä, missä osoitteessa yrityksen VPN-palvelin sijaitsee. Käyttäjällä on oma käyttäjätunnus ja salasana, jotka syöttämällä VPN-palvelimella suoritetaan autentikointi internetin läpi. Tämän jälkeen käyttäjälle aukeaa suora ja salattu yhteys laitteen ja yrityksen lähiverkon välille (kuva 18).



Kuva 18. [8, s. 489] VPN-yhteyden voi ottaa halutulta laitteelta, johon VPN-käyttöliittymä on asennettu. Käyttöliittymän avulla saadaan salattu putki internetin läpi yrityksen lähiverkkoon. Jos yrityksen lähiverkon käytössä on Citrix-ratkaisu, se mahdollistaa Citrix-palveluiden käytön paikallisesti asennetun ICA-käyttöliittymän kautta. Näin ollen työskentely etänä on samanlaista kuin työskentelisi yrityksen lähiverkossa.

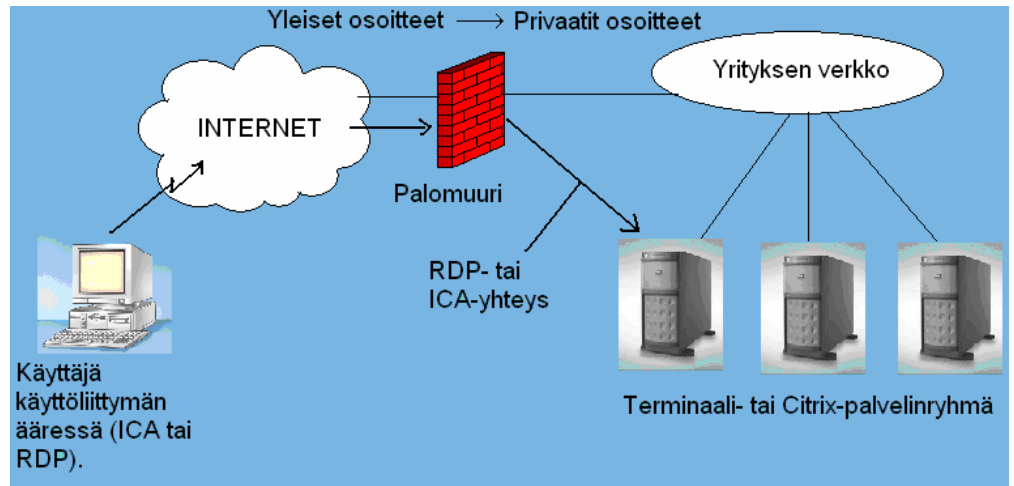
Suomen Matkatoimisto Oy, Aurinkomatkat Oy ja Matkatoimisto Oy Area tekevät matkatoimistoina yhteistyötä tietoliikennetarjousensa osalta. Yritysten verkko on rakentunut Elisa Oyj:n tarjoaman ja Amadeus Finland Oy:n ylläpitämän verkon päälle. Amadeus Finland tarjoaa matkatoimistoille

varausjärjestelmän, joka on kytketty verkon päälle. Varausjärjestelmä pitää sisällään myös erillisen tulostuspalvelun, josta hoituvat esimerkiksi lipputulosteet. Näiden lisäksi Amadeus tarjoaa VPN-yhteyden, joka kulkee nimellä Amadeus-VPN. Tämä VPN-putki tarjoaa matkatoimistoille yhteyden jokaisen omaan lähiverkkoon. Aurinkomatkojen uuden ympäristön kautta VPN-yhteyden käyttö järkevöityy, koska VPN-yhteyden avulla päästään käyttämään Citrix-palveluita yrityksen lähiverkon kautta. Tämä helpottaa etätuotustulostusta suuresti ja tuo uusia mahdollisuuksia hankintoihin. Lisäksi Amadeus-VPN:n kautta on suunniteltu toteutettavaksi etätulostusratkaisut. [20.]

4.7 Palomuri Citrix-arkkitehtuurissa

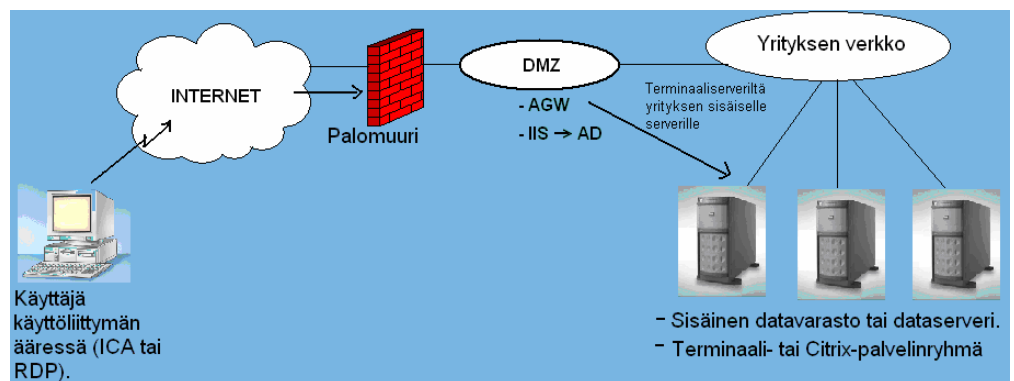
Palomuri antaa suojauksen koko Citrix-järjestelmälle. Sen avulla voidaan määrittellä, mitkä julkiset osoitteet ovat hyväksyttäviä. Palomuri hoitaa yhteydenoton jälkeisen prosessin ja vaihtaa julkisen osoitteen yksityiseksi osoitteeksi. Palomuriin on mahdollisuus asettaa erilaisia osoitteita niin, että Citrix-palveluita on mahdollisuus rajoittaa riippuen siitä, mistä yhteys palomuriin tulee. Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että jos Citrix-istuntopyyntö tulee internet-kahvilasta, käyttäjä saa oikeudet vain muutamiin palveluihin, kuten sähköpostiin ja office-tuotteisiin. Kotiyhteydellä taas palvelut ovat käytössä, mutta verkkolevyjen tietoa saa vain lukea. Näin ollen ainoastaan yrityksen sisäverkossa tarjotaan käyttäjille täydet palvelut. [17, s. 543.]

Citrix-yhteydenoton voi toteuttaa monella eri tavalla. Toteutukseen liittyvät tekijät voidaan jakaa kuuteen eri asiaan: palomuuriratkaisuun, yhteydenottotapaan, pääsyn hallintaan (Access Gateway), eteisverkkoon (DMZ), yhteydenottoporttien määrittelyyn ja verkonhallintaratkaisuun. Kun palvelinparin toteutus on valmis, siirrytään miettimään, kuinka yhteys luotuihin palveluihin toteutetaan. Keskeisimmäksi tekijäksi nousee tietoturva. Asiaankuuluvien käyttäjien tulee päästä helposti ja sujuvasti Citrix-palveluihin. Järjestelmän pitää samalla estää ne yhteydenotot, jotka eivät ole sallittuja tai ovat rajoitettuja yhteydenottotavan tai yhteydenottosijainnin perusteella.



Kuva 19. [17, s. 543.] Palomuri tunnistaa tulevan osoitteen. Riippuen tulevasta osoitteesta, palomuurin avulla voidaan rajoittaa eri yhteydenottoja turvallisuuden takaamiseksi.

On olemassa kaksi tapaa, miten palomuri voidaan asettaa Citrix-terminaalipalvelimen suojaksi. Toinen tapa toteuttaa palomuurin sijoittelu on edellisen kuvan (kuva 19) tapainen järjestelmä, jossa yhteys tapahtuu suoraan palomuurilta palvelimille. Toinen ja turvallisempi tapa (kuva 20) on toteuttaa palomuuriratkaisu niin, että palomuurien avulla saadaan rinnalle eteisverkko (DMZ).



Kuva 20. [20] Verkon rakenne DMZ-verkolla varustettuna. DMZ:lla sijaitsevat AGW ja IIS. Kun yrityksen verkkoon saadaan hyväksytty yhteys, ovat samalla Citrix-palvelut käytössä riippuen käyttäjän oikeuksista, yhteyssijainnista ja määritellyistä asetuksista.

Eteisverkko on se osa yrityksen verkkoa, joka halutaan näyttää ulkomaille. Käyttäen pääpalomuurissa kolmannen osapuolen portteja ja sijoittamalla toinen palomuri ennen pätepalvelimia saadaan aikaiseksi kyseinen verkon osa. Käyttäjän yhteydenotto paikasta riippuen, voidaan eteisverkosta valvoa, mitä palveluita käyttäjälle kuuluu. Eteisverkon jälkeen sijaitseekin tyypillisesti pääsynhallinta (Access Gateway), joka toimii tulevien

yhteyksien valvojana. Siitä on myös yhteys IIS:ään, joka taas kytkeytyy AD-ryhmiin.

Kun palomuuria asennetaan ensimmäistä kertaa, täytyy palomuriin määritellä hyväksymään sen TCP-paketteja portista 1494. Porttia käytetään ICA-istunnon perustamiseen Citrix-palvelimille. Lisäksi ICA-käyttöliittymä käyttää UDP-porttia numero 1604 tai TCP-porttia 80 yleiseen selailuun, jotka on avattavat myös palomuriin. Avattavat portit kasvattavat tietoturvariskiä. Tietoturvan kasvattamiseksi olisi hyvä käyttää palomuurin lisäksi proxy-palvelinta tai NAT-ratkaisua. [17, s. 543 - 544.]

Edelliset kuvat havainnollistivat muutamia perustoteutuksellisia asioita Citrix-arkkitehtuuriin liittyen. Myöhemmin tekstissä on esitelty Citrix Access Suite -kaavio, jonne on sijoitettu tämän hetkinen tyypillinen arkkitehtuuriratkaisu Citrix-tuotteilla (kuva 6).

5 CITRIX VS. WINDOWS SERVER 2003 -YMPÄRISTÖ

Windows Server 2003 -ympäristöön pohjautuvaa toimialueratkaisua ja Citrix-pohjaiseen järjestelmään pohjautuvaa ympäristöä on hankala verrata samalla pöydällä. Tämä johtuu siitä, että Windows Server 2003 -ympäristöllä on oma verkkohierarkiansa, joka luodaan käyttöympäristön mukaan tarjoten itsessään kaikki mahdolliset vaihtoehdot, mitä lähiverkko tarvitsee. Tällainen verkko hajautuu helposti moneksi eri verkonpalaseksi, joiden välille määräytyy eri oikeuksia. Citrix taas on etäyhteydenluontia varten luotu sovellusrajapinta, joka tarjoaa palvelimiltaan käyttäjilleen tarvittavat sovellukset ja tiedot. Windows Server 2003 -ympäristö voi kattaa monenlaisia verkkoja, tarjota verkkojen välille erilaisia oikeuksia ja tehdä sisällyttämästään verkostaan juuri niin helpon tai monimutkaisen kuin järjestelmä vaatii.

Citrix-ratkaisu tarjoaa yksinkertaisuudessaan yhden solmukohtan, johon käyttäjät ottavat yhteyttä tarjoten näin keskitetyn ratkaisun. Solmukohtan takaa tarjotaan kaikki ne palvelut, jotka käyttäjän kanssa on sovittu. Sisäistä verkkoa ei välttämättä tarvita, jos Citrix-hallinnointi on ulkoistettu toisaalle. Järjestelmä hallinta hoituu näin keskitetysti yhdestä paikasta tuoden IT-ympäristölle tietoturvaa, hallittavuutta ja yksinkertaisuutta ympäristörakenteen kannalta. Natiivi Windows-palvelin pohjainen järjestelmä

(sisältäen tarvittavat toimialue komponentit, kuten muun muassa DHCP-, SQL-, Web-, DNS- ja tulostinpalvelimet) on monesti hajautunut moneksi verkon kokonaisuudeksi. Sen hallinnointi on huomattavasti hankalampaa eikä se tarjoa yhtä hyviä etätyöskentelymahdollisuuksia kuin Citrix-pohjainen järjestelmä.

Citrix-ympäristö voidaan rakentaa minkä alustan päälle tahansa, mutta varsinkin viime vuosina tiivistynyt yhteistyö Microsoftin kanssa on tehnyt Windows Server 2003:sta hyvän alustan Citrixin ylläpidolle. Sen kautta pääsee hyvin hallinnoimaan palvelinohjelmia, Citrix-ohjelmia, oikeuksia, AD-ryhmiä, monitorointia, tietoturvaa ja monia muita ylläpidollisesti tärkeitä seikkoja.

5.1 ICA vs. RDP

Kuten edellä jo todettiin, on Windows Server 2003 -ympäristöä vaikea verrata Citrix-ympäristöön. Citrix on sovellusrajapintaratkaisu, joka luodaan sille soveltuvaan käyttöympäristöön (kuten Windows Server 2003:n päälle). Se ei siis itsessään ole käyttöjärjestelmä, vaan Citrix tuo sovelluksillaan ja laitteillaan lisäominaisuuksia järjestelmälle, kuten paremmat etätyöskentelyvälineet. Citrixin avulla voidaan samalla muuttaa verkkoratkaisua keskitetyimmäksi järjestelmäksi. Näiden seikkojen takia onkin parempi verrata yhtiöiden tuottamia etäyhteysprotokollia.

Microsoftin julkaistua Windows NT Server 4.0, Terminal Server Edition:in (TSE) kesällä 1998 on tämän jälkeen vertailtu useasti Microsoftin RDP-protokollaa Citrixin ICA-protokollaan. Jo konkreettisena erona RDP:n ja ICA:n välillä muodostuu niiden käyttöympäristö. RDP:tä käytetään Microsoftin TSE:ssä, kun taas ICA on sisällytetty Citrix-tuotteisiin. TSE on johdettu Windows NT 4.0 -käyttöjärjestelmästä, joka sisältää Citrixin kehittämän laajennuksen. Laajennus mahdollistaa monikäytön etähallintapalvelimelle, joka käyttää hienosti Microsoftin luomat TSE:n mahdollisuudet. [8, s. 41.]

TSE-tuotteena tarjoaa käyttäjälleen tuen PC- ja Windows-pohjaisiin terminaaliyhteyksiin, joita käytetään RDP-protokollalla. Asentamalla Citrix-tuote TSE:n päälle se parantaa TSE:n kapasiteettia, mutta onko tämä parannus lisäkulojen arvoinen? Monille yhtiöille tämä parannus antaa vastauksen: kyllä. Citrix-tuotteet sisältävät ominaisuuksia, jotka yritykset

näkevät pakollisina. Kuormituksen tasaus (load balancing), eritasoiset käyttäjien tukipalvelut, erilaisten protokollien tukipalvelut, paikallisten laitteiden tukipalvelut ja parempi kyky hallita järjestelmää ovat vain muutamia ominaisuuksia, jotka Citrixin tuotteiden ansiosta kääntävät TSE:n todelliseksi yritysmaailman ratkaisuksi. [14.]

Microsoftin sisällytettyä TSE:n Windows 2000/2003 -palvelimeen monet luulivat, että siinä tulevat yhdistymään samat asiat, mitä Citrix-tuotteet sisältävät. Tässä tapauksessa ICA:n ominaisuudet olisivat tulleet ”ilmaiseksi kaupan päälle”, kun erillistä etähallintaohjelmistoa ei enää olisi tarvittu. Kuitenkaan Microsoft ei toteuttanut tätä toivotulla tavalla.

5.1.1 ICA- ja RDP -protokollien sisältämien ominaisuuksien vertailutaulukot

Seuraavat taulukot vertailevat Microsoftin RDP-protokollan ja Citrixin ICA-protokollan eroja. Ensimmäisessä taulukossa on ICA-protokollan ja RDP-protokollan tukemat käyttöjärjestelmät ja käyttöliittymät (taulukko 4). Kuten taulukosta käy ilmi, RDP-protokolla tukee vain Windows-käyttöjärjestelmiä.

Taulukko 4. ICA-protokollan ja RDP-protokollan tukemat käyttöjärjestelmät

Käytettävät käyttöjärjestelmät ja käyttöliittymät	ICA	RDP
Windows NT	Kyllä	Kyllä
Windows 95/98	Kyllä	Kyllä
Windows 3.11 (Työryhmät)	Kyllä	Kyllä
Windows 3.1	Kyllä	
Windows CE	Kyllä	Kyllä
DOS	Kyllä	
Macintosh	Kyllä	
Browser - Internet Explorer	Kyllä	
Browser - Netscape	Kyllä	
UNIX - Solaris/Sparc	Kyllä	
UNIX - Solaris/x86	Kyllä	
UNIX – SunOS, DEC, HP/UX, IBM, SGI, SCO	Kyllä	
Linux	Kyllä	
Java - JDK 1.0, JDK 1.1	Kyllä	
Direct Connect	Kyllä	

Seuraavassa taulukossa (taulukko 5) on taulukoitu eri laitetyppejä, joita ICA- ja RDP-protokollat tukevat. Taulukosta havaitaan, että RDP-protokolla rajoittuu vain Windows-käyttöjärjestelmällisiin pöytäkoneisiin ja Windows-pohjaisiin päätteisiin. ICA-protokolla taas tukee lähes kaikkia olemassa olevia laitetyppejä.

Taulukko 5. ICA-protokollan ja RDP-protokollan tukemat laitetypit.

Käyttöliittymälle asennettavat laitteet	ICA	RDP
PC (Windows 3.11 tai uudempi)	Kyllä	Kyllä
PC (Windows X, DOS, UNIX, Linux)	Kyllä	
Macintosh	Kyllä	
Palmtop PCs (HP Jornada, ym.)	Kyllä	
Verkkotietokoneen (Sun JavaStation, IBM Network Station, ym.)	Kyllä	
Windows-pohjaiset terminaalit (CE)	Kyllä	Kyllä
Virtuaaliset Windows-terminaalit (CE, DOS, Linux, ym.)	Kyllä	
Verkkoterminalit (Wyse Winterm 5000 ym.)	Kyllä	
Päätesovittimet (BocaVision STB121, ym.)	Kyllä	
Puhelinlaitteet ja verkkolaitteet	Kyllä ¹	
¹ Citrixillä on laitesopimukset muutaman valmistajan kanssa, jotka ovat integroineet ICA-protokollan puhelinlaitteisiinsa ja verkkolaitteisiinsa (esim. Nokia ja Ericsson).		

Seuraava taulukko listaa ICA-protokollan ja RDP-protokollan ominaisuudet tietoliikenne-protokollien osalta (taulukko 6). Verkkoliikenteen osalta ICA-protokolla ei rajoitu vain TCP/IP-protokollaan vaan se tukee myös muita liikennöintiprotokollia, kuten edelleen käytössä olevaa IPX-protokollaa.

Taulukko 6. ICA-protokollan ja RDP-protokollan kyvykkyudet tietoliikenteen osalta.

Liikennöintiprotokollat	ICA	RDP
TCP/IP	Kyllä	Kyllä
IPX	Kyllä	
SPX	Kyllä	
NetBEUI	Kyllä	

Verkkoyhteyksien osalta ilmenee taulukosta 7, että suora laitesarjakytkentä ja suora yhteydenotto ovat ICA-protokollan lisäetuja. ICA-protokolla tukee myös vapaina olevien palvelinten selailua.

Taulukko 7. ICA-protokollan ja RDP-protokollan tukemat verkkoyhteydet.

Verkkoyhteydet	ICA	RDP
LAN	Kyllä	Kyllä
WAN	Kyllä	Kyllä
Suora laitesarjakytkentä (async)	Kyllä	
Suora yhteydenotto (Direct Dial-up)	Kyllä	
RAS-yhteydenotto (RAS Dial-up)	Kyllä	Kyllä
Vapaina olevien palvelimien selailu	Kyllä	

Multimedian osalta ICA-protokolla tukee jo suurta osaa mediaformaateista. Seuraava taulukko lähinnä listaa ICA-protokollan tukemat ääniformaatit RDP-protokollan tukiessa vielä vain tietokoneen äänihälytintä (taulukko 8).

Taulukko 8. ICA- ja RDP-protokollien tukemat mediaformaatit.

Multimedia	ICA	RDP
Tietokoneen äänihälytin	Kyllä	Kyllä
Windows Audio (WAV, MIDI, ASF, MP3, WMA)	Kyllä	
Video (AVI, MPEG, WMV)	Kyllä	
Multimedian kaistan kontrollointi	Kyllä	

Kuten seuraavasta taulukosta voidaan havaita, myös paikallisten laitteiden tukemisen osalta ICA- ja RDP-protokollista löytyy eroavaisuuksia (taulukko 9). Päin vastoin kuin RDP-protokolla, ICA-protokolla mahdollistaa paikallisille asemille pääsyn palvelinsovelluksiin. Myös COM-portin uudelleenohjaus on mahdollista ICA-protokollaa käyttävässä järjestelmässä.

Taulukko 9. Paikallisten laitteiden tuki ICA- ja RDP-protokollan osalta.

Paikallisten laitteiden tuki	ICA	RDP
COM-portin uudelleenohjaus	Kyllä	
Paikallinen tulostin (LPT-portti)	Kyllä	Kyllä
Tulostaminen tietokoneen oheistulostimeen.	Kyllä	Kyllä
Paikallisilta asemilta pääsy palvelinsovelluksiin.	Kyllä	
WBT:itä tulostaminen paikalliseen tulostimeen	Kyllä	Kyllä

Seuraavasta taulukosta ilmenee, että käyttöliittymien lisäominaisuuksien osalta RDP-protokolla ei tuo mitään uutta etätyökäyttöä ajatellen (taulukko 10). Sen sijaan ICA-protokolla tuo käyttöä nopeuttavia ja helpottavia tekniikoita, kuten SpeedScreen, Seamless Windows ja ohjelmanaapurusto (Program Neighbourhood).

Taulukko 10. Käyttöliittymän tuomat lisäominaisuudet ICA- ja RDP-protokollan osalta.

Käyttöliittymän lisäominaisuudet	ICA	RDP
Verkkolevyn uudelleen hakeminen	Kyllä	
Paikallisen levyn hakeminen	Kyllä	²
Leikepöydän uudelleen ohjaus	Kyllä	Kyllä
Bittikarttojen laittaminen välimuistiin suoritusstehon takaamiseksi.	Kyllä	Kyllä
Kopiointi ja liittäminen käyttäjän ja palvelimen välillä.	Kyllä	Kyllä
Suora yhteydenotto ohjelmaan tai koko työpöydälle.	Kyllä	Kyllä
Ohjelmien automaattinen tuonti palvelimelta työasemalle.	Kyllä	
Salausprotokolla	Kyllä	Kyllä
Sovellusten julkaisu selaimelle	Kyllä	
SpeedScreen	Kyllä	
Ikkunoiden saumattomuus (Seamless Windows)	Kyllä	
Liiketoiminnan tiedonvarmistus palvelu (Business Recovery Client, BRC)	Kyllä	
Ohjelmanaapurusto (Program Neighborhood, PN)	Kyllä	
² RDP:n käyttäjät voivat hakea paikallisen aseman vasta sen jälkeen kun se on jaettu verkossa.		

Hallinnan kannalta ICA- ja RDP-protokollat tukevat varjostus-ominaisuutta (Shadowing), joka on hyödyllinen silloin kun käyttäjän työasemalle pitää päästä etäyhteyden avulla. Tämän lisäksi esikonfigurointi esimerkiksi käyttäjän IP-osoitteen perusteella onnistuu sekä ICA-protokollalla että RDP-protokollalla. Molemmat protokollat tukevat myös suorituskyvyn hallintapalveluja ja kuormituksen tasauspalveluja. ICA-protokollassa tuetaan lisäksi asennuksen hallintapalveluita, automaattista käyttäjien päivittämistä

ja sillä on jatkuva valmius käyttäjän yhteydenotolle. Seuraava taulukko listaa hallintapalvelut selventäen vielä ICA- ja RDP-protokollat tukemia hallintapalveluita (taulukko 11).

Taulukko 11. ICA- ja RDP-protokollien tukemat hallintapalvelut.

Hallinta	ICA	RDP
Varjostus (Shadowing) eli etäyhteyden luonti muiden käyttäjien työasemiin.	Kyllä	Kyllä
Esikonfigurointi käyttäjän IP-osoitteen tai muun tiedon perusteella	Kyllä	Kyllä
Jatkuva valmius käyttäjän yhteydenotolle	Kyllä	
Automaattinen käyttäjien päivittäminen	Kyllä	
Suorituskyvyn hallintapalvelut (Resource Management Services, RMS)	Kyllä	Kyllä
Asennuksen hallintapalvelut (Installation Management Services, IMS)	Kyllä	
Kuormituksen tasauspalvelut (Load Balancing)	Kyllä	⁴
⁴ Microsoft on tukenut omaa kuormituksen tasauspalveluaan (Windows Load Balancing Services, WLBS) Windows 2000 Server:in jälkeen.		

5.1.2 ICA- ja RDP -protokollien sisältämien ominaisuuksien selitykset

SpeedScreen

MetaFrame 1.0 versiossa Citrix esitteli ensikertaa SpeedScreen-teknologian. SpeedScreen-teknologia perustuu sen sisältämään agenttiin, jonka tehtävänä on vähentää verkkoliikennettä harventamalla käyttöliittymän näytön uudelleenpiirtymistä. Agentti vertaa uutta ja aiemmin lähetettyä dataa keskenään, jonka perusteella se siirtää vain muuttunutta tietoa käyttöliittymän ja palvelimen välillä. Tämä ominaisuus kasvattaa verkkoliikenteen kapasiteettia tehokkaasti ja on tutkittu, että nykyinen SpeedScreen 3 -teknologia tuokin yli 60 % lisää tehoa, kun jatkuvat näytön uudelleenpiirtokerrat ovat vähentyneet. Tämä on tärkeää varsinkin hitailla yhteyksillä. [8, s. 55.]

Ikkunoiden saumattomuus (Seamless Windows)

Seamless Windows pitää sisällään muutaman käytön kannalta tärkeän ominaisuuden, jotka helpottavat yleiskäyttöä. Ensinnäkin Seamless Windows mahdollistaa sovelluksien julkaisemisen niin, että Citrix-palvelimella sijaitsevat ohjelmat voidaan tehdä saataviksi käyttäjille jo olemassa olevien kuvakkeiden avulla: kun käyttäjä avaa ohjelman, niin ohjelma onkin jo saumattomasti yhdistetty esimerkiksi työpöydällä sijaitsevaan kuvakkeeseen. [8, s. 55.] Toinen tärkeä ominaisuus on ikkunoiden pysyvyys. Käyttäjä voi siirtyä järjestelmän sisällä työkoneelta toiseen, jolloin sisäänkirjautumalla Citrix-palveluun hänelle avautuu sama näkymä, johon hän oli jäänyt edellisellä kirjautumiskerralla. [18.] Tämä on hyödyllinen ominaisuus varsinkin silloin kun käytössä on pätkivä WLAN-yhteys tai työkoneelta toiselle siirtyminen on arkipäivää, kuten esimerkiksi sairaalamaailmassa.

Hybridiympäristöjä ajatellen Seamless Windows mahdollistaa myös siirtymisen sovelluksesta toiseen, kun järjestelmässä käytetään ohjelmia sekä Citrix-palveluna että paikallisena. Myös leikepöytä on käytössä. Huomioitavaa on myös se, että ICA-ikkunoita on mahdollista siirtää ja niiden kokoa pystyy muuttamaan aivan kuten paikallisten sovellustenkin.

Liiketoiminnan tiedonvarmistuspalvelu (Business Recovery Client, BRC)

BRC-liiketoiminnan tiedonvarmistuspalvelun tehtävänä on ottaa automaattisesti varmistukset Citrix-palvelinperheen pääpalvelimella olevista tapahtumista ja muutoksista. Tämä palvelinparin lisävarmistustekniikka maksimoi ohjelmien käytettävyyden ja järjestelmän vakauden.

Ohjelmanaapurusto (Program Neighbourhood, PN)

Citrixin ohjelmanaapurusto tekee mahdolliseksi ohjelmien julkaisemisen ja sijoittamisen jakelua varten nopeasti ja vaivattomasti. Kun jaettava ohjelma on palvelimella, ei ylimääräisiä asetuksia tarvitse tehdä käyttäjille. Tämä helpottaa ylläpitoa. Uuden ohjelman ikoni näkyy heti ohjelmanaapuruston ikkunassa. Lisäksi se ilmestyy 32-bittisen Windowsin työpöydälle tai start-valikkoon. Ohjelmanaapurusto yksinkertaistaa uusien ohjelmien mukaan tuleminen eliminoimalla täysin loppukäyttäjän osallisuuden asennukseen. Liiketoiminnan kannalta tärkeät ohjelmat (nekin, jotka eivät mukaudu

paikallisesti kaikkien ohjelmien kanssa yhteistyöhön), saa varmasti ja luotettavasti ohjelmanaapuruston kautta käyttöön mistä tahansa. [14.]

Yhteydenottovalmis käyttöliittymä (Ready Connect Client, RCC)

RCC on konfiguroitava ICA-käyttöliittymä, johon voi ennalta määrätä IP-osoitteet, palvelimet, puhelinnumerot ja yhteydenottoasetukset ennen ensiasennusta. Tämä yksinkertaistaa ja nopeuttaa monien käyttöliittymien siirtämistä ja asentamista koko yrityksen sisällä. [14.]

Automaattinen käyttöliittymän päivittäjä (Auto Client Update)

Tämä työväline tarjoaa järjestelmänvalvojille kyvyn asentaa viimeisimmän version käyttöliittymästä. Järjestelmänvalvoja voi aikatauluttaa päivityksen lataamisen ja asentamisen käyttäjän laitteelle, jolloin päivitykset eivät häiritse käyttäjien työntekoa. [14.]

Suorituskyvyn hallintapalvelut (Resource Management Services, RMS)

Citrixin suorituskyvyn hallintapalvelut pitävät sisällään verkon suorituskyvyn suunnittelun lisäksi myös sovellusten jälkitarkastelua palvelin pohjaisessa tietojenkäsittely-ympäristössä. Suorituskyvyn hallintapalvelut (RMS) tarjoavat reaaliaikaista monitorointia ohjelmien hallintaan ja käyttäjien sekä järjestelmän suorituskyvyn osalta. Sillä saavutetaan se, että saadaan pidettyä Presentation- ja terminaalipalvelmien suorituskyky koko ajan mahdollisimman optimaalisella tasolla. RMS toimii myös joustavasti ODBC-tietokantojen sekä "off the shelf" -tutkimuslaitteiden ja tutkimusohjelmien kanssa. [14.]

Asennuksen hallintapalvelut (Installation Management Services, IMS)

Citrix-asennuksen hallintapalvelut tarjoavaa sovellusten pakkaamiseen ja niiden julkistamiseen tarvittavat työkalut kasvavassa palvelinfarmissa. IMA on tarkoitettu nopeaan ja tehokkaaseen ohjelmajakeluun, jotta käyttäjät saavat heille tarkoitetun ohjelman mahdollisimman nopeasti ja varmasti, olivatpa he missä tahansa. [14.]

Kuten edellinen taulukko osoitti, Citrix ICA-käyttöliittymä tukee hyvin laajemman skaalan erilaisia järjestelmiä kuin RDP. Tämä tuo monelle yritykselle paljon lisäarvoa Citrix-järjestelmän puolelle, kun

etäyhteyseratkaisua valitaan. Tärkeä ominaisuus on edelleen tänä päivänä se, että ICA tukee kaikkien Windows-käyttöjärjestelmien päälle myös muita tämän päivän yleisiä käyttöjärjestelmiä. Tämän lisäksi yleisimmät selaimet, verkkoyhteystavat ja protokollat on tuettu. Verkkopohjaisille Thin Client-koneille ICA-protokolla tarjoaa paremman suorituskyvyn kuin RDP. Ainoa, missä RDP on selvästi toteutettu järkevämmiin, on salaus. RDP tukee suoraan monitasoista salausta käyttäjän ottaessa etäyhteyttä. ICA-yhteyden tuki pystyy salaamaan, mutta siihen tarvitaan lisäkuluksi Citrix SecureICA-palvelua.

5.2 ICA ja RDP – nyt ja tulevaisuudessa

Monissa lukemissani artikkeleissa oltiin sitä mieltä, että Microsoft yrittää vielä hinnalla millä hyvänsä saavuttaa Citrixin ICA-palvelut ja mennä lopulta ohi. Pitää kuitenkin muistaa, että uusien yritysostojen myötä Citrix on vielä vaikuttavampi, tehokkaampi ja tutkivampi kuin koskaan ennen. Microsoft tulee laajentamaan RDP-protokollansa, mutta Citrix ei varmasti jää tuleen makaamaan vaan menee reilusti edellä kehittäen omaa ICA-protokollansa.

5.2.1 Päivitykset ICA- ja RDP-protokollissa

Citrix Presentation Server Client Packager:in uusin versio julkaistiin 16.5.2006, versionumerolla 9.200 (paketti tukee 64-bittistä ja 32-bittistä Windows XP- ja Windows Server 2000/2003 -käyttöjärjestelmiä sekä Windows 2000/NT/ME/98/95-käyttöjärjestelmää). Päivityksessä on korjattu pääasiassa havaittuja vikailmoituksia tai käytössä ilmenneitä viallisia toiminnallisuuksia, mutta päivitetty käyttöliittymä pitää sisällään myös uusia ominaisuuksia. Tärkeimpänä nousee esille paranneltu audiotuki, johon on tehty lisäyksiä tukemaan uusia audiomuotoja eri mediasoittimien kanssa.

RDP:n uusin versio 5.2 esiteltiin Windows Server 2003:ssa, joka julkaistiin huhtikuussa 2003. Versio 6.0 tullaan esittelemään Windows Vista- ja Windows Server "Longhorn" -lansseerauksen yhteydessä. Versioon 6.0 tulee mukaan paljon uusia ominaisuuksia, mutta merkittävin uudistus tulee olemaan etäyhteydenoton onnistuminen vain yhdelle etäkoneen ohjelmalle koko työpöydän sijasta ja 32-bittisen värisen näytön julkistaminen.

Kuten jo todettua Citrix ja Microsoft tekevät yhteistyötä Windows Vista-käyttöjärjestelmää ja Windows Server:in tulevaa Longhorn-versiota varten

[29]. Tämä luo Citrixille loistavat tulevaisuuden näkymät. Yritykset voivat luottaa tulevien järjestelmien yhteensopivuuteen, jolloin Citrix-tuotteet saavat vielä suuremman painoarvon tulevaisuuden etätyöskentelyssä. Aurinkomatkoja ajatellen tulevaisuus on taattu ainakin seuraavan Microsoftin lanseeraaman käyttöjärjestelmän ajaksi.

(Päivitykset on tarkistettu 29.11.2006).

5.2.2 ICA-käyttöliittymän lisäominaisuuksia

ICA-käyttöliittymässä on muutamia lisäominaisuuksia, jotka ovat vertailun jälkeen vielä hyvä mainita (ominaisuuksia ei ainakaan vielä löydy RDP:stä). Ensinnäkin nykyiset ICA-käyttäjät saavat tuen kaksisuuntaiseen audio-tukeen, jotta äänentunnistuksen tuomat mahdollisuudet toimivat Citrix Presentation Server -ohjelmissa, Microsoft Office:ssa ja kämmenmikroissa. Tämän lisäksi PDA-laitteille tärkeä Soft-keyboard -tuki on ollut jo jonkin aikaa ICA-asiakkaan mukana mobiililaitteiden käyttäjille. Citrix on myös päivittänyt ICA:n pakkausalgoritmia ja nykyinen ICA-käyttöliittymä tarvitsee kaistaa vielä vähemmän kuin aiemmin. Citrixin ICA-käyttöliittymän WIN32-alustalle tehdyn hajautetun paketin (Client Packager) perustuu MSI-tekнологiaan, jonka ansiosta on yhteen pakettiin saatu PN (Program Neighbourhood) -asiakkuus, PN-agentti, PN-yhteydenotto-käyttöliittymä tai ICA-web-käyttöliittymä. [12.]

Java-pohjaisen ICA-käyttöliittymän kehitys tulee takaa verkkaisesti, mutta tasaisin askelin. Tulostuksen osalta Java tukee käyttäjän paikallisen tulostimen automaattista löytymistä ja asentamista helpottaa se, että Presentation-palvelin osaa automaattisesti konfiguroida post-skriptin tai UDP-ajurin tulostimiin. Tehokkuutta Java-käyttöliittymään tuo SpeedBrowse-tekniikka, joka perustuu selainkiihdystekнологiaan. Tämän avulla virtuaalikanavat voivat tarvittaessa dynaamisesti kasvaa ja pienentyä tarpeen mukaan. Tämän hetkiseen uusimpaan versioon (versio 9.4) on tuotu näkymän valintaominaisuus, jolloin käyttäjä voi halutessaan valita ohjelman käyttävän JVM-tyyliä tai käyttöjärjestelmän tyylä (esimerkiksi Windows). Tässäkin versiossa aiempien versioiden virheitä on pyritty korjaamaan ja esimerkiksi sisäänrakennetun TS CAL -lisenssin takia yhteys Windows-palvelimeen onnistuu nyt ongelmitta. Kuten muutkin ICA-käyttöliittymät, myös Java-pohjainen käyttöliittymä kehittyy koko ajan luoden tasaisen käyttövarmuuden ICA-käyttöliittymän käytölle eri ympäristöihin. [12.]

6 MOBIILILAITTEIDEN JA WLAN-VERKON SISÄLLYTTÄMINEN AURINKOMATKOJEN UUTEEN YMPÄRISTÖÖN

Kuten aiemmin jo todettiin Citrix-tekniikassa päätesovellukset asennetaan erilliselle pääteohjelmistopalvelimelle ja verkon yli ajetaan vain näppäinpainallukset, hiiren liikkeet ja näytön päivitykset. Tämä mahdollistaa monien erilaisten laitteiden mahdollisuutta tulla mukaan Citrix-perheeseen. Uudet puhelinlaitteet ovat jo riittävän tehokkaita pyörittämään ICA-käyttöliittymää ja GPRS-verkon nopeudesta ylöspäin olevat verkkotekniikat mahdollistavat jo käyttäjäystävällisen yhteydenoton mobiililaitteelta pääteohjelmistopalvelimelle. Esimerkiksi Nokian uusimpien kommunikaattorien, kuten Nokian 9500 kommunikaattorin, käyttöä ICA-päätteenä luontevoittaa muun muassa se, että laitteen näytön leveys on vga-tasoa eli 640 pistettä. Näyttöön mahtuu jo kerralla riittävästi tietoa, jotta käyttö on mukavaa ja selkeää.

Citrix on kuitenkin lähtenyt nihkeästi kehittämään sovelluksiaan mobiililaitteilla. Syynä on edelleen se, ettei Amerikassa mobiili-innostus ole vielä samaa luokkaa kuin Euroopassa. Citrix teki vuonna 2001 Symbian 60 -alustalle sovitetun pääteohjelmiston, mutta sen jälkeen mobiilirintamalla oli hetken hiljaisempaa. Uusimmille Symbian 80 -pohjaisille laitteille, kuten Nokian 9300- ja 9500 -kommunikaattoreille, oli pitkään tarjolla vain vanhasta käyttöliittymästä käännetty alfa-versio. Nyt onneksi Citrix on jo lanseerannut Nokian 9500 -sarjan puhelimeen oman ICA-käyttöliittymän (Citrix Presentation Server Client for Series 80, Nokia 9500/Nokia 9300), josta on ilmestynyt jo neljäs versio. [6.]

6.1 Nokian päätelaitteiden synkronointi Citrix-ympäristöön

Itse synkronointi Citrix-ympäristöön ei ole monimutkainen toimenpide. Päätelaitteeseen, johon halutaan Citrix-palvelut, asennetaan ICA-käyttöliittymä, joka on ladattavissa Citrixin kotisivuilta. Yhteydenotto otetaan puhelimen selaimen kautta käytössä olevan verkkoyhteyden avulla (GPRS, Edge, UMTS, HSDPA ym) web-pohjaiseen sovellusten jakamisjärjestelmään. Tämä suorittaa käyttäjän autentikoinnin, aloittaa ICA-istunnon ja tarjoaa palvelut Citrix-palvelimelta. Seuraavassa kappaleessa tästä aiheesta tarkemmin.

6.1.1 ICA-käyttöliittymä Nokian series 80 -laitteisiin

Citrixin julkaisema Citrix Presentation Server Client Series 80 -käyttöliittymä (Nokian 9500- ja 9300-malleihin) sai uuden version huhtikuun 29. päivä vuonna 2006. Uusia päivityksiä versioon on tullut ja tätä osa-aluetta kehitetään koko ajan. Käyttötarkoitus on EPOC- ja Symbian-ympäristö, jotta mobiililaitteilla voidaan käyttää Citrixin tarjoamia palveluita. Uusimpaan 4.0-versioon kuuluu seuraavia ominaisuuksia.

- Yhteydenoton autentikointiin ja istuntojen avaamiseen voidaan käyttää web-pohjaista käyttöliittymää. Turvallisen yhteyden takaamiseksi käytössä on TLS/SSL-salaus turvaamaan istunnossa liikkuva data käyttöliittymän ja palvelujen välillä, kuten Citrix Access Gateway, Citrix Secure Gateway ja Citrix SSL Relay. [19.]
- Koska etäyhteysnäkyvät ovat usein suurempia kuin käyttöliittymän omaavan laitteen näyttö, tarvitaan näytön liikuttamista (scroll) tai skaalausta (scale), jotta kaikki mahdollinen näkyy ruudulla, mitä halutaan. Nämä molemmat asiat on toteutettu uudessa versiossa ja käytettävyyden toteutus on toteutettu niin, että näyttö skrollaa siihen näkymään minne halutaan näytön menevän (skrollausta jatketaan yli ruutunäkymän) ja skaalaus on toteutettu toisella CBA-näppäimellä ruudun vieressä. Käyttäjän omien tiedostojen selaus ja muokkaus on toteutettu käyttöliittymässä ja uusia kansioita sekä tiedostoja voi luoda, käyttää, poistaa ja leikata ICA-istunnon aikana. Näppäimistä CTRL-näppäin toimii hiiren oikean näppäimen tavoin ja CHR-näppäin ALT-näppäimenä. [19.]

Rajoitukset ja tiedoksi olevat asiat kommunikaattorille tehtyä ICA-käyttöliittymän käyttöä varten

Service Pack 1:n sisältävät laitteet eivät tue uudelleenytkeydenottoa Citrix-palvelimeen. Microsoftilta löytyy korjaustiedosto (fix-numero: 917046), jolla ongelma poistetaan. Myös kaksi eri Thinwire-yhteydenottoa samalta laitteelta aiheuttavat ongelmia. Samoin on huomioitavaa, että saman yhteyden aikana käyttöliittymä yhdistää vain niihin istuntoihin, joissa on sama värisyvyys kuin aiemminkin, muuten uusi istunto avautuu. [19.]

Suuret äänitiedostot voivat aiheuttaa viivettä ennenkuin ne latautuvat laitteelle ja aiheuttavat haittaa samalla muuhun työskentelyyn, kuormittamalla yhteyttä. Siksi Citrix suosittaakin, että äänien käyttö olisi siihen asti asetettuna pois päältä, ennenkuin niitä istunnossa tarvitaan. [19.]

Käyttöliittymä lähettää hiiren käytön tiedot painalluksina, joten hiiren näppäimen pito istunnon aikana ei toimi. Tämä estää ikoneiden raahauksen, ikkunanäkymien skrollauksen tai siirtämisen hiiren avulla. [19.]

Tiedostojen kopionti käyttäjän levyasemalta kannattaa toteuttaa komentorivin avulla, koska yhteys voi katketa kopioinnin aikana suoraan selaimelta. Myös animoidut kuvat aiheuttavat selaimen kaatumisen, joten on suositeltavaa, että animoitujen kuvien (lisäksi äänen ja videon toisto) on oltava ”pois päältä” perusasetuksissa. Lisäksi animoitu kuva kuormittaa turhaan selainta. Tarpeen tullen ne voi kytkeä takaisin päälle. [19.]

Jos julkistettuja ohjelmia on paljon, niin niiden pitkäaikainen selailu voi aiheuttaa yhteyden katkeamisen yhteysajan loppumisen takia (time-out). Tällöin selailuaikaa kannattaa pidentää, jotta ongelmalta vältyttäisiin. Joskus kahden yhtäaikaisen käytön aikana tapahtuvan leikepöydän yhteinen käyttö aiheuttaa ongelman. Paikallisen ohjelman käyttö (esimerkiksi Wordpad) kopiointiin ja liimaamiseen poistaa ongelman. [19.]

Epävakaata näppäinten käyttäytyminen voi johtua siitä, että käyttäjän yhteys on katkennut ja näppäimet ovat jääneet pääteohjelmistopalvelimelle tilaan, jossa näppäin on jäänyt pohjaan. Näppäinten resetointiin auttaa uuden yhteyden avaaminen ICA-käyttöliittymäikonista. [19.]

6.1.2 Aurinkomatkojen matka kohti mobiilimpaa ympäristöä

Uusi ympäristö antaa Aurinkomatoille mahdollisuuden asentaa käyttäjien puhelimeen ICA-käyttöliittymän, jonka avulla päästään kiinni Citrix-palveluihin. Tämä mahdollistaa puhelimen kautta tapahtuvan etätyöskentelyn. Citrix-istunto otetaan selainpohjaisena yhteytenä web-pohjaiselta sovellusten jakamisjärjestelmältä, kuten NFuselta. Puhelimen käytön aikana käyttäjä menee selaimen avulla sivustolle, jossa web-pohjainen sovellusten jakamisjärjestelmä sijaitsee. Sieltä käsin käyttäjä voi halutessaan käyttää Citrix-palveluita. Käyttäjä tunnistautuu sivuilla ja järjestelmä ottaa yhteyden XML-pohjaiseen palveluun, joka tuo listan

sovelluksista, joita käyttäjä saa käyttää. Kun käyttäjä valitsee selainsivulta jonkin sovelluksen, järjestelmä hoitaa tikettien vaihto-operaation. Järjestelmä generoi pyydetyn ICA-tiedoston ja selain käyttää saamaansa ICA-tiedostoa käynnistääkseen ICA-käyttöliittymän. Kun Secure Gateway saa käytettävän Citrix-palvelimen IP-osoitteen, se muodostaa yhteyden Citrix-palvelimelle. Yhteyden muodostettua Secure Gateway salaa ja purkaa asiakkaan ja palvelimen välistä tietovirtaa. [13, s. 17 - 18.]

Citrix-palvelut laajentavat puhelimen käyttöä helpottaen esimerkiksi kalenterin ja sähköpostin käyttöä, koska Citrix-palvelimelta ohjelmajakeluna tarjottu Outlook toimii hyvin varsinkin kommunikaattoreissa. Myös Citrix-palvelimen ohjelmaperheestä löytyvän selaimen käyttö on järkevää, jolloin käyttäjä saa käyttöönsä Internet Explorerin ominaisuuksineen. [13, s. 37 - 38.]

6.1.3 *Mobiilipuolen laitevaihtoehdot ja laitehankinnat*

Nokia on valmistanut jo uudelle S60- ja S80-alustalle monia uusia malleja. Tärkein huomio koskee Citrix-sovelluksen tuotetukea, koska series-sarjan päivitykset tekevät puhelimen käyttöjärjestelmiin eroavaisuuksia. Tällä hetkellä series-sarjassa on käytössä kolmas versio (3-edition) ja monet aikaisimmissa versioissa toimineet sovellukset eivät toimikaan uudessa versiossa. Onkin tärkeää, että myös Citrixin puolesta päivityksiä on luvassa, jotta uusille laitteille löytyy yhteensopiva ICA-käyttöliittymä, joka toimii uuden laitteen käyttöjärjestelmän kanssa.

Nokian kommunikaattori uusine malleineen (kuten 9500 ja 9300i) on edelleen oiva valinta suuren näyttönsä, tietokonemaisen käytettävyytensä ja testatun toimivuutensa takia. Laite on myös jo aiemmin tuttu käyttäjille, sillä Aurinkomatkoilla kommunikaattoria on käytetty jo vuosia ja synkronointikin on tullut sitä kautta tutuksi.

6.2 **WLAN-verkon rakentaminen Aurinkomatkojen uuteen ympäristöön**

Aurinkomatkojen WLAN-toteutusta varten työn aikana on haastateltu Suomen Matkatoimisto Oy:n järjestelmäpäällikköä Janne Ohlenbergiä. Koska SMT:llä on hyvin samantapainen ympäristö kuin Aurinkomatkoilla ja vanhasta työkokemuksestani WM-Data Oy:llä minulla oli jo hieman käsitystä

siitä, miten he ovat ratkaisseet WLAN-yhteyden yrityksen sisällä, ajattelin hyödyntää kyseisiä tietoja.

SMT on ratkaissut WLAN-yhteyden hyvin yksinkertaisesti: Yritykseen tulee SDSL-yhteys, jonka päähän on sijoitettu langaton lähetin. Lähettimen signaalille on sijoitettu ympäri konttoria signaalin vahvistajia, jotka takaavat kuuluvuuden. Näin ollen WLAN-verkko on avoin. Kun yrityksen henkilökunta haluaa ottaa langattoman yhteyden firman sisäisiin palveluihin, onnistuu se VPN-käyttöliittymän avulla. Tulevaisuudessa SMT on siirtymässä myös selaimella yhteydenottavaan ICA-käyttöliittymään, jolloin VPN-yhteydenoton rinnalle tulee toinen vaihtoehto. [20.]

Verkon nopeuteen vaikuttavat laitteet ja niiden sijainti. Tulevaisuutta ajatellen kannattaa panostaa nopeuteen verkkoliikenteen kasvaessa. Tarkastelen seuraavassa muutamia laitevaihtoehtoja ja niiden tuomia tekniikoita tulevaisuuden kannalta.

802.11n – langattomuuden seuraava sukupolvi

N-sarja on langattomien WLAN-verkkojen seuraava yleistekniikka. Sille luvataan hyötynopeutta vähintään 100 Mbit/s ja maksimissaan jopa 300 Mbit/s, eli 4–12 kertaa enemmän kuin perinteisille g-sarjan tukiasemille. Ensimmäiset n-sarjan laitteet esiteltiin 2006 huhtikuussa. [2.]

Siinä missä nykyinen g-tekniikka (teoriassa 54 megabittiä sekunnissa) tuo käytännössä vajaan 25 megabitin hyötynopeuksia, luvataan uusille n-verkoille heti vähintään sadan megabitin hyötynopeuksia. Pääasiallinen tekniikka tähän on mimo-sm (multiple input, multiple output - spatial multiplexing). Perusidea on se, että tietoa lähetetään jopa neljällä antennilla yhtä aikaa. Jokainen antenni lähettää eri tietovirtaa samalla lähetyskanavalla. Vastaanottajalle hieman eri aikoihin saapuvat signaalit yhdistetään sitten kehittyneillä algoritmeilla jälleen yhdeksi tietovirraksi.

802.11n-tukiasemiin tuodaan lisäksi muitakin nopeuttavia tekniikoita. Tiedonsiirrossa käytetään suurempia pakettikokoja (fast frames), useita paketteja lähetetään peräjälkeen (frame bursting) ja käytössä on tiedon pakkaus. Myös taajuuskaistaa voidaan leventää (20:stä 40 megahertsiin), jos linjoilla on vapaata kaistaa. N-sarjan tukiasemia voidaan rakentaa sekä

2,4 että 5 gigahertsin taajuusalueelle. Pre-n -tukiasemia ja -verkkokortteja ovat julkaisseet jo ainakin, Linksys, Netgear, Buffalo, Belkin ja D-link. [2.]

7 KUINKA AURINKOMATKOJEN TYÖNTEKIJÄ KÄYTÄNNÖSSÄ VOI HYÖDYNTÄÄ CITRIX-PALVELUITA TYÖSSÄÄN?

Matkakohteissa työskenteleviä ajatellen Citrix-ratkaisu tuo monia mahdollisuuksia etätyöskentelyyn. Otetaan esimerkkinä kuvitteellinen työntekijä "Pekka", joka toimii Phuketissa matkaoppaana. Hänellä on käytössään kannettava tietokone ja Nokian 9500-mallin kommunikaattori. Tavallisesti hän ottaa yhteyden Citrix-palveluihin kannettavaltaan hotellinsa Internet-yhteyden kautta. Hän avaa VPN-yhteyden, jolla hän pääsee Aurinkomatkojen sisäverkon palveluihin. Tämän jälkeen paikallisesti asennettu ICA-käyttöliittymä on käytössä ja sen ohjelmanaapuruston ohjelmat toimivat kuten kotimaan työpisteessä. Ohjelman käynnistys ja käyttö sujuu helposti ja yrityksen verkkoasemille voidaan tallentaa normaalisti.

Päiväretken aikana Pekan täytyy lukea sähköpostia, merkitä kalenteriin tulevia tapahtumia ja käyttää erästä yrityksen käytössä olevaa ohjelmaa. Näiden käyttö onnistuu kätevästi kommunikaattorilla. Käytössä oleva GPRS-yhteys on riittävä, ja Pekka kirjautuu digitaalisen avaimensa avulla kommunikaattorin selaimen kautta Citrix-palveluihin web-pohjaisen sovellusten jakamisjärjestelmän kautta. Kommunikaattoriin asennetun ICA-asiakasohjelman avulla Citrix-istunto hoituu näppärästi, kuten muiltakin laitteilta. Pekka ei tuskastu vaikka postia on tullut paljon, koska etäohjelmajakeluna käytetty Outlook ei kuorimitu (sillä sehän on sijoitettu Citrix-palvelimelle, jota käytetään tässä etätyöskentelyn aikana) kuten kommunikaattorin oma sähköpostiohjelma. Näyttö riittää myös ohjelman käyttöön, koska hän tarkastaa siitä vain muutaman asiakastiedon. Kalenterimerkintöjen jälkeen hän sulkee yhteyden.

Illalla hotellin sähköverkkoon tullut outo sähköpiikki hajottaa ikävästi latauksessa olleet laitteet. Pekka ei silti hätäänny. Seuraavana päivänä hän menee paikalliseen nettikahvilaan, jossa hän avaa selaimen kautta Aurinkomatkojen web-pohjaisen terminaaliyhteydelle varatun sivuston. Hän kirjautuu digitaalisen avaimensa avulla web-pohjaiseen sovellusten jakamisjärjestelmään ja valitsee Citrix-palvelimelta käytettäväksi Outlookin.

Sähköpostilla hän ilmoittaa tarvitsevänsä käyttöönsä uudet laitteet, mutta kertoo pärjäävänsä toistaiseksi kohteesta löytyvillä Internet-yhteyshmahdollisuuksilla. Tämän jälkeen hän suorittaa hieman rajoitetun yhteyden takia vain ne päivärutiinit, jotka ovat mahdollisia.

Suomessa ollessaan Pekka voi valita samat vaihtoehdot kuin ulkomailla. Konttorilla käydessään hän voi suoraan työkoneelta käyttää kätevästi koneen ICA-käyttöliittymän kautta Citrix-palveluita. Sivut, joille hän tarvitsee sisäänkirjautumistunnisteet, avautuvat yhdellä kirjautumistunnuksella. Jos Pekka vaihtaa työpistettään kesken päivän, hänelle avautuu sama ikkunanäkymä kuin edellisellä kirjautumiskerralla. Neuvotteluhuoneessa käytössä oleva langaton verkko helpottaa yritysvieraiden yhteydenottoa Internetiin ja Pekka itse voi kirjautua joko selaimella tai VPN-yhteydellä Citrix-palveluihin, josta hän käyttää Powerpointia esitelmäänsä varten.

Tulevaisuuden tavoitteet

Aurinkomatkojen järjestelmänmuutosprosessi (roll-out) tapahtuu todennäköisimmin 2006 vuoden loppuun mennessä. Palveluntarjoaja, WM-Data, tulee ylläpitämään ja tarjoamaan tukipalveluita Citrix-palveluiden osalta. Tulevaisuuden haasteeksi muodostuu tärkeimpien ohjelmien, kuten varausjärjestelmän, liittäminen etätyöskentelyä varten Citrix-palvelimille. WM-Datan kanssa tulee vielä enemmän tiivistää yhteistyötä, jotta palveluntarjonta hoituu moitteettomasti ja yhteisymmärryksessä. Tulostaminen voi aluksi tuottaa ongelmia, ennenkuin sopivat ohjaimet löytyvät tulostimille. Onneksi Citrixin luoma uusi UDP-tulostusohjain toimii paremmin ja tukee lähes kaikkia yleisimpiä tulostinmalleja.

Jotta uuden ympäristön käyttöönotto sujuu juohevasti, käyttäjät olisi hyvä kouluttaa ja informoida uuden ympäristön tuomista muutoksista. Luulen, että uusi ympäristö on kuitenkin selkeä, ja peruskäyttäjien on melko helppo omaksua uudet näkymät.

Tulevaisuuden laiteinvestoinnit ovat vielä auki ja langaton verkko on vielä suunnitteluasteella. Yksi mahdollinen lisä Citrix-palveluihin tulee olemaan selainpohjainen yhteydenotto Citrix-palvelimelle. Selaimella yhteydenotto vaatii joko RSA-kortin tai digitaalisen avaimen, joka tuo lisäkustannuksia. Tämä kuitenkin lisäisi etätyöskentelymahdollisuuksia kasvattaen etäyhteydenottomahdollisuuksia kaikkiin ICA:n web-käyttöliittymää tukeviin

laitteisiin. Aurinkomatkojen ympäristöä halutaan viedä mobiilimpaan suuntaan, jonka tausta-ajatuksena on samalla saada paremmat etätyöskentelymahdollisuudet etätyöskentelijöille - siihen Citrix luo hyvät puitteet.

Citrix-palveluiden hyödyt, kustannustehokkuus ja mahdollisuudet selviävät vasta käytön ja kokemuksen kautta. Uskon kuitenkin jo, että Citrix tulee tarjoamaan palveluidensa kautta kyseisiä ominaisuuksia Aurinkomatoille.

8 YHTEENVETO

Työ käsitteli Citrix-tekniologiaa Aurinkomatkojen hyötynäkökulmasta. Citrix-tekniikan, Citrix-tuotteiden ja Citrix-arkkitehtuurin avulla työssä pyrittiin selventämään Citrixin toiminta-ajattelua sekä tuomaan esille sen tuomia hyötyjä ja mahdollisuuksia Aurinkomatoille. Työssä ilmeni, että ICA-protokolla on tehokas käyttäjä-palvelin-ympäristön tiedonsiirron välittäjä, joka ei vaadi suurta kaistaa toimiakseen. Tämä tuo ICA-käyttöliittymälle monia käyttömahdollisuuksia, kuten käytön esimerkiksi älypuhelimissa.

Hyvin usein Citrix-ympäristö rakennetaan Windows-pohjaisen palvelinjärjestelmän päälle. Järjestelmä tarjoaa tavalliset sisäverkon ominaisuudet tuoden lisäarvona ohjelmien etäjakelun Citrix-palvelin-farmilta käyttäjille. Järjestelmähallinta hoituu keskitetysti yhdestä paikasta tuoden IT-ympäristölle tietoturvaa, hallittavuutta ja yksinkertaisuutta. Natiivi Windows-palvelin-pohjainen järjestelmä (sisältäen tarvittavat toimialuekomponentit, kuten muun muassa DHCP-, SQL-, Web-, DNS- ja tulostinpalvelimet) on monesti hajautunut moneksi verkon kokonaisuudeksi. Sen hallinnointi on huomattavasti hankalampaa eikä se tarjoa yhtä hyviä etätyöskentelymahdollisuuksia kuin Citrix-pohjainen järjestelmä.

Windowsin luoma RDP-protokolla tukee vain rajallisen määrän laitteita, käyttöjärjestelmiä ja selaimia, kun taas ICA-protokolla sopii lähes kaikkiin tämän päivän ympäristöihin. Erona RDP-protokollaan, ICA-protokolla ei kuitenkaan sisällä itsessään riittävän hyvää salausta selainpohjaisiin ratkaisuihin. Jotta tiedonsiirto esimerkiksi web-pohjaisen ICA-käyttöliittymän ja Citrix-palvelimen välillä on turvallista, on yrityksen hankittava jonkunasteinen digitaalinen avain- tai avainkortti-järjestelmä tuomaan tietoturvaa ICA-istuntojen ajaksi.

Citrix-teknologia tuo uusia mahdollisuuksia Aurinkomatkoja ajatellen. ICA-käyttöliittymä istuu hyvin Nokian älypuheliin, toimii hyvin selainpohjaisena ja asentuu kätevästi työkoneisiin sekä kannettaviin. Tarvittaessa yhteyden Citrix-palveluihin saa myös VPN-yhteydellä, josta muutkin sisäverkon palvelut ovat käytettävissä. Uuden ympäristön ratkaiseminen Citrix-pohjaisella järjestelmällä on järkevä ratkaisu tulevaisuuden kannalta, jossa tavoitteena on saada entistä mobiilimpi ympäristö. Citrixin kustannustehokkuus, mahdollisuudet ja käytettävyys eivät ilmene käyttöympäristössä kuitenkaan hetkessä. Kuten muissakin uusissa IT-ratkaisuissa, myös Citrixissä on omat käynnistysongelmansa. Käyttäjien koulutus ja totuttelu tuoreeseen ympäristöön vie aikaa. Lisäksi työntekoa voivat haitata uuteen ympäristöön liittyvät, ennalta arvaamattomat ongelmat. Tällä hetkellä Aurinkomatkojen tärkeimmät sovellukset, kuten käytössä oleva varausjärjestelmä, ovat jo tuottaneet ongelmia etäohjelmajakelussa.

Vaikeuksista voittoon

Kun vanha ympäristö saadaan toimimaan uudessa ympäristössä, kapenee Aurinkomatkojen hybridiympäristö yhteen keskitetympään järjestelmään. Tämä tuo aivan uusia mahdollisuuksia ja ajattelutapoja Aurinkomatkojen IT-infrastruktuurille. Keskittetty järjestelmä tuo tietoturvaa, mahdollistaa helpon, käyttäjäystävällisen ja tehokkaan etätyöskentelyn laitteelta kuin laitteelta ja ollen näin pitkällä aikavälillä kustannustehokas. Tulevaisuuden IT-ratkaisuja Aurinkomatoilla voidaan lähteä tarkastelemaan uusista lähtökohdista, kun yritys ei enää ole sidoksissa omaan itsehallittavaan verkkoratkaisuun. Näitä uusia ajattelutapoja voivat olla esimerkiksi web-pohjainen ICA-käyttöliittymä (tarvitaanko välttämättä enää VPN-lisenssejä), Thin Client -pöytäkoneiden hankinnat ja mahdolliset Thin Client -kannettavat, ICA-käyttöliittymän liittäminen mobiililaitteisiin ja monet muut tulevat innovaatiot Citrix-ympäristön tuomien mahdollisuuksien ansiosta.

VIITELUETTELO

- [1] Rousku, Kimmo. *Nyt on korkea aika päivittää NT*. [verkkodokumentti] 25.3.2004 [viitattu: 7.10.2006].
Saataavissa: <http://mikropc.net/nettilehti/pdf/2503200450.pdf>.
- [2] Kotilainen, Samuli, *Super-G antaa datalle siivet*. Tietokonelehti 7 (2006), s. 63 - 65.
- [3] Citrix (SCKY Ry:n hyväksymä historiikki, wikipedia) [verkkodokumentti, viitattu 21.09.2006]. Saataavissa: <http://en.wikipedia.org/wiki/Citrix>.
- [4] Lagus, Antti, *Tietotekniikka kasvaa yrityksen mukana*. Tietokonelehti 10 (2006), s. 50 - 53.
- [5] Hopkins, Melissa, *Citrix ICA Priority Packet Tagging* [verkkodokumentti] 14.6.2001. [viitattu 14.10.2006].
Saataavissa: http://www.citrixexperience.com/guides/ICA_Priority_Packet_Tagging.pdf.
- [6] Junkkaala, Jouni, *Amerikan Citrix ei innostu Symbianista*. Tietoviikko 3 (2005).
- [7] Aurinkomatkat Oy, *Yritysinfo* [verkkodokumentti] 10.11.2006 [viitattu 21.10.2006]. Saataavissa: www.aurinkomatkat.fi.
- [8] Harwood, Ted, *Inside Citrix MetaFrame XP*, 2. painos. Addison Wesley, Heinäkuu 2002.
- [9] Digital Networking Systems, *Encryption strenght* [verkkodokumentti] 20.01.2006 [viitattu: 18.10.2006]. Saataavissa: <http://www.dns-ny.com/encrypt.htm>.
- [10] Cisco Systems, *Cisco ja Citrix yhdistävät puhe- ja liiketoimintasovellukset* [verkkodokumentti]. 20.03.2006 [viitattu 20.10.2006].
Saataavissa: www.cisco.com/global/FI/press/press_releases/technology/tiedote_20032006_home.shtml.
- [11] Citrix Systems, [verkkodokumentti, viitattu 02.11.2006]. Product & Solution > Products by name. Saataavissa: www.citrix.com.
- [12] Madden, Brian, *Citrix to Release ICA Version 8 Clients Next Year* [verkkodokumentti] 28.10.2003 [viitattu 23.10.2006].
Saataavissa: <http://www.brianmadden.com/content/content.asp?ID=40>.
- [13] Konttinen, Sami, *Nokian 9210-kommunikaattori työväliseenä Citrixin MetaFrame-ympäristössä*. Insinööriyö. Helsingin ammattikorkeakoulu. Tietotekniikan koulutusohjelma. Helsinki. 2002.
- [14] Mathewson, Mike, *What protocol is right for you?* [verkkodokumentti]. Syyskuu 1999 [viitattu 09.11.2006]
Saataavissa: <http://www.thinplanet.com/opinion/protocols.asp>.

- [15] PureNetworking [verkkodokumentti, viitattu 12.10.2006]. Hints & Tips > PTS/Metaframe > RDP vs ICA.
Saatavissa: <http://www.purenetworking.net/RDPvsICA.htm>.
- [16] Citrix Systems, *Citrix MetaFrame XP for Windows Administration with Feature Release 1 Citrix Course CTX-1221 Student Manual Volume 1 of 2*, Citrix Systems Inc. Florida, Lokakuu 2001.
- [17] Citrix Systems, *Citrix MetaFrame XP for Windows Administration with Feature Release 1 Citrix Course CTX-1221 Student Manual Volume 2 of 2*, Citrix Systems Inc. Florida, Lokakuu 2001.
- [18] Suomen Citrix Käyttäjien Yhdistyksen puheenjohtajan Petri Liekokuon haastattelu ja tarjoama Citrix-tuotemateriaali. 7.11.2006. SCKY Ry.
- [19] Citrix Systems, *Release Notes for Citrix Presentation Server Client for Series 80 (Nokia 9500/Nokia 9300), Version 4.0* [verkkodokumentti]. 29.03.2006 [viitattu 19.10.2006].
Saatavissa: <http://support.citrix.com/kb/entry.jspa?externalID=CTX108601>.
- [20] Järjestelmäpäällikön Janne Ohlenbergin haastattelu. 27.10.2006. Suomen Matkatoimisto Oy.
- [21] Aaltonen, Jaakko, WM-Data Oy. *Re: Lopputyöhöni liittyen* [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Sami Sinkko. Lähetetty 29.10.2006 [viitattu 29.10.2006].
- [22] Mäntynen, Risto, Aurinkomatkat Oy. *Lopputyö* [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Sami Sinkko. Lähetetty 08.11.2006 [viitattu 09.11.2006].
- [23] Lahti, Tapani, Windows 2000 Terminal Services - Päätekäyttö tekee paluuta. [verkkodokumentti] 6.4.2000 [viitattu 11.11.2006]
Saatavissa: <http://mikropc.net/nettilehti/pdf/pc0604200054.pdf>.
- [24] Hämäläinen, Pertti, Etätyötä missä vain. *Tietokone* 11 (2002), s. 89 - 92.
- [25] Novell Inc. *Novell iChain 2.3 Administration Guide*. [verkkodokumentti] 16.03.2006 [viitattu: 30.10.2006]
Saatavissa: <http://www.novell.com/documentation/ichain23/ichain23/graphics/icacompress.gif>.
- [26] Hewlett-Packard Development Company, L.P. *HP Compaq Thin Client t5000 -sarja* [verkkodokumentti, viitattu 29.10.2006].
Saatavissa: <http://h10010.www1.hp.com/wwpc/fi/fi/sm/WF04a/35735-342057-342057-342057-637193.html>.
- [27] Citrix Systems, [verkkodokumentti, viitattu 01.11.2006]. Product & Solution > Products by Category. Saatavissa: www.citrix.com.
- [28] Y-Daatta, *Citrix Access Essentials* [verkkodokumentti]. 05.10.2006 [viitattu 15.10.2006]
Saatavissa: http://www.y-daatta.fi/index.php?section= tuotteet.Ohjelmitot.Citrix.Citrix_Access_Essentials.

- [29] Citrix Systems, [verkkodokumentti]. 02.10.2006 [viitattu 11.11.2006].
Saataavissa:<http://www.citrix.com/English/SS/downloads/details.asp?dID=2755&downloadID=24001&pID=18>.

