

NYKYAIKAINEN TOIMISTOTEKNIIKAN RATKAISU PK-YRITYKSELLE

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tietotekniikan koulutusohjelma
Tietoliikennetekniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2007
Tomi Aaltonen

Lahden ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan koulutusohjelma

AALTONEN, TOMI: Nykyaikainen toimistotekniikan ratkaisu pk-yritykselle

Tietoliikennetekniikan opinnäytetyö, 85 sivua

Kevät 2007

TIIVISTELMÄ

Tämän työn tarkoituksena on löytää nykyaikainen ja kustannustehokas toimistotekninen ratkaisu pk-yrityksen tarpeisiin. Tarkoituksena ei ole löytää ratkaisua tietylle yritykselle, vaan yleisesti pk-sektorilla toimivalle yritykselle.

Teoriaosuudessa käsitellään joitain tietoliikenteeseen liittyviä aihealueita, kuten ADSL-, WLAN-, VPN-, GSM- ja UMTS -tekniikoita hieman tarkemmin. ADSL on yleisin puhelinlinjoja pitkin tapahtuvassa tiedonsiirrossa käytetty tekniikka ja sitä on kehitetty ADSL2 ja ADSL2+ -tekniikoilla, joissa sen nopeutta ja kantamaa keskuksista on lisätty muun muassa paremmalla tiedon koodauksella. WLAN on langaton tiedonsiirtotekniikka, joka pohjautuu IEEE 802.11-standardiin. Se mahdollistaa verkkopalveluiden käytön kaikkialla yrityksen tiloissa. VPN on internetin yli muodostettavien yhteyksien salaukseen käytettävä tekniikka. VPN muodostaa kahden pisteen välille niin sanotun suojatun tunnelin, jossa tieto liikkuu. GSM on globaali puhelinyhteysjärjestelmä, joka on yleisin puheensierrossa käytettävä matkapuhelinverkko. UMTS on seuraavan polven puhe- ja tiedonsiirtoverkko, jossa muun muassa tiedonsiirto-ominaisuuksia on parannettu GSM:n verrattuna.

Tutkimusosuudessa kuvaillaan ja vertaillaan laitteita ja yhteyksiä. Vertailuissa ovat mukana kytkimet, palomuurit, työasemat, palvelimet, tietoliikenneyhteydet ja monitoimilaitteet. Laitteperheet, joiden sisältä laitteet on valittu, oli päätetty jo etukäteen. Mukana vertailussa on Soneran, Sharpin, Fujitsu-Siemensin, D-linkin ja ZyXELin laitteita. Jokaisessa vertailussa on kahdesta neljään kohdetta, joiden ominaisuuksia, toimintaa ja hintaa vertaillaan keskenään. Tärkeitä asioita yhteyksiä ja laitteita tutkittaessa ovat kustannustehokkuus ja käytettävyys. Tutkimustyö tehdään laitteista löytyvän kirjoitetun tiedon perusteella, eikä laitteita käsitellä fyysisesti lainkaan.

Vertailun tuloksena syntynyt ratkaisu on kustannustehokas, monipuolinen ja toimiva kokonaisuus, jota on helppo laajentaa tai supistaa yrityksen tarpeiden mukaan. Ratkaisu mahdollistaa muun muassa palvelujen tarjoamisen julkiseen verkkoon ja etäyhteyksien suojaamisen VPN -tunnelien avulla. Monitoimilaite on käytävissä myös verkon yli ja kannettavat työasemat parantavat työntekijöiden liikkuvuutta.

Avainsanat: toimistotekniikka, tietoliikennetekniikka, pk-yritys

Lahti University of Applied Sciences
Faculty of Technology

AALTONEN, TOMI: Modern solution of office technology for small and
medium size enterprises

Bachelor's Thesis in Telecommunications technology, 85 pages

Spring 2007

ABSTRACT

The goal of this thesis was to find a modern and cost effective solution of office technology for small and medium size enterprises.

The first part of the thesis describes in detail some subjects such as ADSL-, WLAN, VPN, GSM and UMTS techniques which are related to telecommunications technology. ADSL is the most common technique used to transfer information along phone wires and it has been enhanced in ADSL2 and ADSL2+ techniques. The speed and range from ADSL centers have been improved in these two by better coding of information. WLAN is a wireless file transfer technique which is based on IEEE 802.11 standard. It brings network services to all locations inside the facilities of an enterprise. VPN is a technique used to protect connections over the internet. It forms a virtual tunnel between two points and this secure tunnel is used to transfer information between these two points. GSM is a global system of mobile telecommunications and it is the most common mobile technique used to transfer speech. UMTS is a next-generation speech and data transfer technique which has some enhancements like better data transfer properties compared to GSM.

In the study part of the thesis different connections and devices are described and compared to each other. The products which were included in comparisons are switches, firewalls, workstations, servers, telecommunication connections and digital multifunctional systems. The Brands of these products had been selected beforehand. Comparisons included products from Fujitsu-Siemens, D-Link, Sharp, Sonera and ZyXELL. Every comparison had from two to four products and included comparison of cost effectiveness, properties and functionality. These qualities were also examined from the point of view of small and medium size enterprises. The study was based on written information and the devices or connections are not handled physically at all.

The solution of office technology created in this study is a cost effective, flexible and functional package which can be easily adjusted for the needs of different enterprises. With this solution it is possible to offer the services of the enterprise to the public network and protect remote connections with VPN tunnels. The digital multifunction system is also available over the network and mobile workstations improve the mobility of the staff.

Keywords: office technology, telecommunications technology, small and medium size enterprise

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	TOIMISTOTEKNIikka	3
3	TIETOLIIKENNEYHTEYDET	5
3.1	Yleistä tietoliikenneyhteisistä	5
3.2	ADSL	8
3.2.1	Yleistä ADSL-tekniikasta	8
3.2.2	ADSL-tekniikka	9
3.2.3	ADSL2 ja ADSL2+	12
3.3	WLAN	13
3.3.1	Yleistä WLAN-tekniikasta	13
3.3.2	802.11 topologiat	14
3.3.3	802.11 fyysinen kerros	15
3.3.4	Standardit 802.11a / b / g	16
3.3.5	WLAN Tietoturva	17
3.4	VPN	18
3.4.1	Yleistä VPN-tekniikasta	18
3.4.2	VPN:n toiminta	18
3.4.3	Tarjoajamalli	19
3.4.4	Sekamalli	21
3.4.5	Päästä -päähän -malli	22
3.5	GSM ja UMTS	24
3.6	VoIP	26
3.7	Tietoliikennelaitteisto	27
3.7.1	Tietoturva	29
3.7.2	Yleistä tietoturvasta	29
3.7.3	Luottamuksellisuus, eheys ja saatavuus	29
3.7.4	Tieturvan muut osa-alueet	31
3.7.5	Yrityksen tietoturva	32
4	LAITE- JA TIETOLIIKENNEYHTEYSVERTAILU	33
4.1	Taustatietoa	33
4.2	Tiedonsiirtoyhteydet	34
4.2.1	Yleistä tiedonsiirtoyhteisistä	34

4.2.2	Vertailtavat internetyhteydet	35
4.2.3	Internetyhteyksien vertailu ja valinta.....	37
4.3	Tiedonsiirtoyhteyslaitteet	38
4.3.1	Kytkimet	38
4.3.2	Kytkimien vertailu ja valinta	41
4.3.3	Palomuurit.....	43
4.3.4	Palomuurien vertailu ja valinta.....	45
4.3.5	Työasemat.....	48
4.3.6	Työasemavertailu ja valinta.....	52
4.3.7	Palvelimet	55
4.3.8	Palvelinvertailu ja valinta	57
4.4	Puheyhteydet.....	59
4.4.1	Yleistä puheyhteuksista	59
4.4.2	Puhelinliittymät.....	60
4.4.3	Mobiili puhelinvaihde.....	63
4.4.4	Puheyhteysien ja palveluiden vertailu ja valinnat	64
4.5	Puhelimet	65
4.6	Monitoimilaitteet	66
4.7	Monitoimilaittevertailu ja valinta	69
4.8	Ratkaisu	73
5	YHTEENVETO.....	76

LYHENNELUETTELO

2P1Q	Two-Binary-One-Quartenary, Yksinkertainen linjakoodaus
AD	Active Directory
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line, Epäsymmetrinen tiedonsiir- totekniikka
AES	Advanced Encryption Standard, Parempi salausalgoritmi
AH	Authentication Header, Tunnistusotsake
ATA	Advanced Technology Attachment, Kiintolevyn liitántätapa
ATMP	Ascend Tunnel Management Prortocol, Tunnelointiprotokolla
BSS	Basic Server Set, Perus WLAN -topologia
CAP	Carrierless Amplitude Phase modulation, Kantoaalloton amplitudi- modulaatiomenetelmä
CCK	Complement Code Keying, Koodausmenetelmä
DES	Data Encryption Standard, Tiedonsalausalgoritmi
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol, IP -osoitteenjakoprotokolla
DMT	Discrete Multi Tone, Modulaatiomenetelmä
DMZ	DeMilitarized Zone, Puolueeton alue
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum, Suorasekvenssi hajaspektri
DVD	Digital Versatile Disc, Digitaalinen monitoimilevy
EDGE	Enhanced Data rates for GSM Evolution, Parannetut tiedonsiirtonopeudet GSM:lle
ESP	Encapsulating Security Protocol, Kapsuloiva tietoturvaprotokolla
ESS	Extended Service Set, Laajennettu WLAN -topologia
FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum, Taajuushyppely hajaspektri
FTP	File Transfer Protocol, Tiedonsiirtoprotokolla
GPRS	General Packet Radio Service, Pakettipohjaisen tiedonsiirron GSM:ssä mahdollistava tekniikka
GSM	Global System for Mobile telecommunications, Globaali mobiiliin tiedonsiirtoon tarkoitettu järjestelmä
HR/DSSS	High Rate / Direct Sequence Spread Spectrum Korkean nopeuden suorasekvenssi hajaspektritekniikka
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol, Hyper tekstin siirtrprotokolla
HTTPS	Hyper Text Transfer Protocol Secure, Suojattu hyper tekstin siirto- protokolla
IBSS	Independent Basic Server Set, Itsenäinen WLAN -topologia

IDP	Intrusion Detection & Prevention, Tunkeutumisen havatseminen ja estäminen
IDS	Intrusion Detection System, Tunkeutumisen havaitseminen
IEEE	Institution of Electrical Engineers, Sähköinsinöörien järjestö
IPMI	Intelligent Platform Management Interface, Älykäs laitealusta käyttöliittymä
IPsec	Internet Protocol security, IP-protokollan tietoturva
ISDN	Integrated Services Digital Network, Digitaalinen tiedonsiirtotekniikka
IT	Informaatio Teknologia
ITU-T	International Telecommunications Union-Telecommunications
L2TP	Layer 2 Tunneling Protocol, Tunnelointiprotokolla
LAN	Local Area Network, Lähiverkko
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol, Kevyt käyttäjätunnistusprotokolla
MAC	Media Access Control, Laitteen fyysinen osoite
MIMO	Multiple-Input Multiple-Output, Monta lähetintä ja vastaanotinta käyttävä tekniikka
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing, Orthogonaalinen taajuusjakoinen modulointimenetelmä
OSI	Open Systems Interaction, Tiedonsiirtoa kuvaava malli
PBCC	Packet Binary Convolutional Code, Tiedon koodaustapa
PPTP	Point to Point Tunneling Protocol, Tunnelointiprotokolla
PSTN	Public Switched Telephone Network, Yleinen puhelinverkko
QAM	Quadrature Amplitude Modulation, Neliömäinen amplitudimodulaatio
RADIUS	Remote Authentication Dial In User Service, Käyttäjätunnistustekniikka
RADSL	Rate Adaptive Digital Subscriber Line, Nopeutta säätävä tiedonsiirtotekniikka
SAS	Serial Attached Small Computer System Interface, Sarjamoitoinen kiintolevyn liitännätyyppi
SATA	Serial Advanced Technology Attachment, Sarjamoitoinen kiintolevyn liitännätyyppi
SCSI	Small Computer System Interface, Rinnakkaismuotoinen kiintolevyn liitännätyyppi

SHDSL	Symmetric High Speed Digital Subscriber Line, Symmetrinen tiedonsiirtotekniikka
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol, Yksinkertainen sähköpostiprotokolla
SNMP	Simple Network Management Protocol, Yksinkertainen verkonhallintaprotokolla
SPI	Statefull Packet Inspection, Tilallinen pakettien tarkistus
TCP/IP	Transfer Control Protocol / Internet protocol, Tiedonsiirto- ja tiedonsiirron hallintaprotokolla
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System, kolmannen sukupolven puhe ja tiedonsiirtoverkko
UPS	Uninterruptible power supply, Vikasietoinen virtalähde
USB	Universal Serial Bus, Lisälaitteiden liitäntätyyppi
UTM	Unified Threat Management, Yhdistetty uhanhallinta
VDSL	Very High Speed Digital Subscriber Line, Korkea nopeuksien tiedonsiirtotekniikka
VLAN	Virtual Local Area Network, Virtuaalinen lähiverkko
VoD	Video on Demand, Videokuvaa välittävä palvelu
VoIP	Voice over Internet Protocol
VPN	Virtual Private Network, Virtuaalinen yksityisverkko
WAN	Wide Area Network, Laajemman alueen verkko
WAP	Wireless Application Protocol, Langaton ohjelmistoprotokolla
WEP	Wired Equivalent Privacy, Langattoman tiedonsiirron salausmenetelmä
WLAN	Wireless Local Area Network, Langaton lähiverkko
WPA	Wireless fidelity Protected Access, Langattoman tiedonsiirron salausmenetelmä

1 JOHDANTO

Tämän työn tarkoituksena on löytää toimiva, nykyaikainen ja kustannustehokas toimistotekninen ratkaisu pienten ja keskisuurien yritysten tarpeisiin. Toimistotekniikalla tässä työssä tarkoitetaan seuraavia osa-alueita:

- tiedonsiirtoyhteydet, sisäiset ja ulkoiset
 - tietokoneet, palvelimet, reitittimet, kytkimet ja palomuurit
- puhelinyhteydet, sisäiset ja ulkoiset
 - puhelimet (lanka ja GSM)
- kopiointi ja tulostuspalvelut
 - monitoimilaitteet.

Työn tavoitteena on löytää nykyaikainen, toimiva ja kustannustehokas toimistotekniikan ratkaisu, joka sopisi mahdollisimman monen pk-yrityksen tarpeisiin. Laitteperheet, joiden sisältä valintoja tehdään, oli jo päätetty etukäteen, koska muuten käytävissä oleva aika ja resurssit eivät tulisi riittämään. Toinen syy rajauksiin on se, että Ictum edustaa näitä merkkejä. Eri osa-alueisiin ei myöskään tulla syventymään perinpohjaisesti tutkittavan alueen laajuuden vuoksi.

Työssä tutkittavassa toimistoteknisen ratkaisun valinnassa otetaan huomioon ensisijaisesti toimistotyön tekemisen tehokkuus ja helppous. Myös kustannustehokkuuteen tullaan kiinnittämään huomiota valintoja tehtäessä.

Tutkimustyö tapahtuu pääosin vertailemalla eri laitteiden ja yhteyksien ominaisuuksia ja soveltuvuutta pk-yrityksen tarpeisiin. Vertailu tapahtuu kokonaan teoriassa. Tutkimustyön pohjalta syntyvän ratkaisun tarkoituksena on toimia suunnanäyttäjänä, minkä pohjalta on helpompi lähteä markkinoimaan ratkaisuja asiakkaille.

Työ tehdään Ictum Oy:lle, joka on yritys- ja yhteisöasiakkaita palveleva ICT- kokonaisratkaisutoimittaja (ICT = informaatio- ja kommunikaatioteknologia). Ictum tarjoaa asiakkailleen laadukkaat toimistotekniikan ratkaisut maailman huippumerkeillä. Yrityksen yhteistyökumppaneita ovat muun muassa Sharp, Fujitsu-Siemens Computers ja Sonera. Asiakkaat ovat suomalaisia pk-yrityksiä, joiden koko vaihtelee aina yhden hengen toimistoista satoja henkilöitä työllistäviin yrityksiin. Ictum Oy on perustettu vuonna 2005, ja se työllistää tällä hetkellä kolme henkilöä.

2 TOIMISTOTEKNIikka

1800-luvun lopulle osunut teollinen vallankumous mullisti toimistotekniikan perin pohjin. Sen seurauksena syntyi pitkä lista erilaisia apuvälineitä toimistotyöskentelyä helpottamaan. Tällaisia välineitä olivat muun muassa, kirjoituskone, puhelin, laskukone ja myöhemmin kopiokone. Nykyistä tietotekniikan vyörymistä toimistoihin voi hyvinkin verrata tuohon teolliseen vallankumoukseen. (Aalto, Westermarck 1997, 10.)

Teollisen vallankumouksen aikoihin toimistot olivat usein tehtaiden ja erilaisten tuotantolaitosten pieniä konttoreita. Niissä suoritettiin erilaisia hallinnollisia tukitehtäviä, kuten kirjanpitoa ja kirjeenvaihtoa. Kun teollinen tuotanto jatkoi kasvuun, perheyrietykset alkoivat siirtymään pörssiin ja kasvoivat aina vain isommiksi, niin kasvoi myös toimistotyön rooli yrityksissä. Toimistoista käsin alettiin pyörittää huomattavaa pankki- ja vakuutustoimintaa. Tämä taas asetti aivan uusia vaatimuksia toimiston työn tehokkuudelle, joten alettiin kehittää uusia tehokkaita työvälineitä sen lisäämiseksi. (Aalto, Westermarck 1997, 11.)

Toimistojen työskentelytavat muuttuivat huomattavasti tekniikan vaikutuksesta. Esimerkiksi kirjoituskone nosti asiakirjatuotannon aivan uusiin ulottuvuuksiin, ja tämän takia konekirjoitustyö eriytyi omaksi alaosastokseen ja ammatikseen. Myös puhelimet valtasivat toimiston, ja kun toimistossa oli useita puhelimia, niin tarvittiin henkilöitä hoitamaan käsivälitteistä puhelinliikennettä. Tällainen toimiston työtehtävien eriytyminen lisääntyi samaa tahtia, kun toimiston työt monimutkaisuivat ja laajenivat. Toimistotekniikan ja työtapojen kehitys johti vääjäämättä malliin, jossa toimistotyöt suoritettiin keskitetysti toimiston eri yksiköissä, joissa tuotetut tiedot toimitettiin toisille yksiköille tai tahoille, jotka niitä tarvitsivat. Tuohon aikaan toimiston sihteereillä saattoi olla jopa kymmeniä eri nimikkeitä. (Aalto, Westermarck 1997, 11.)

1960-luvulla ensimmäiset tietokoneet saapuivat toimistoihin, ja heti alettiin puhua toimiston automatisoitumisesta ja paperittomuudesta (Aalto, Westermarck 1997, 13). Automatisointi on jo edennyt melko pitkälle, mutta paperinkulutus ei ole juu-

rikaan vähentynyt. Tämä johtunee ainakin osaksi siitä, että sähköiset tallennusmediat eivät vielä kykene tarjoamaan yhtä varmaa ja pitkäaikaista varastointia.

Ensin tietokoneita käytettiin vain erilaisissa perustehtävissä, kuten kirjoittamisessa, laskennassa ja rekisteröinnissä. Tietokoneet olivat yksittäisiä laitteita, eikä niiden välillä voinut siirtää tietoa kuin erilaisilla siirrettävillä tallennusmedioilla, kuten disketeillä. Jopa yhdellä tietokoneella olevien ohjelmien yhteensopivuus ja keskinäinen hyödyntäminen oli vähäistä. Pikkuhiljaa tietotekniikkaa alettiin hyödyntää yhä enemmän, ja se on korvannut erilaisia erikoisammattaja toimistoissa. Enää ei esimerkiksi tarvita erillisiä laskutuksesta huolehtivia henkilöitä, kun koneelle asennettu laskutusjärjestelmä huolehtii siitä. Mutta on tietotekniikka tuonut toimistoon uusiakin työnimikkeitä, kuten ATK-tukihenkilöt ja järjestelmäsuunnittelijat. (Aalto, Westermarck 1997, 13–14.)

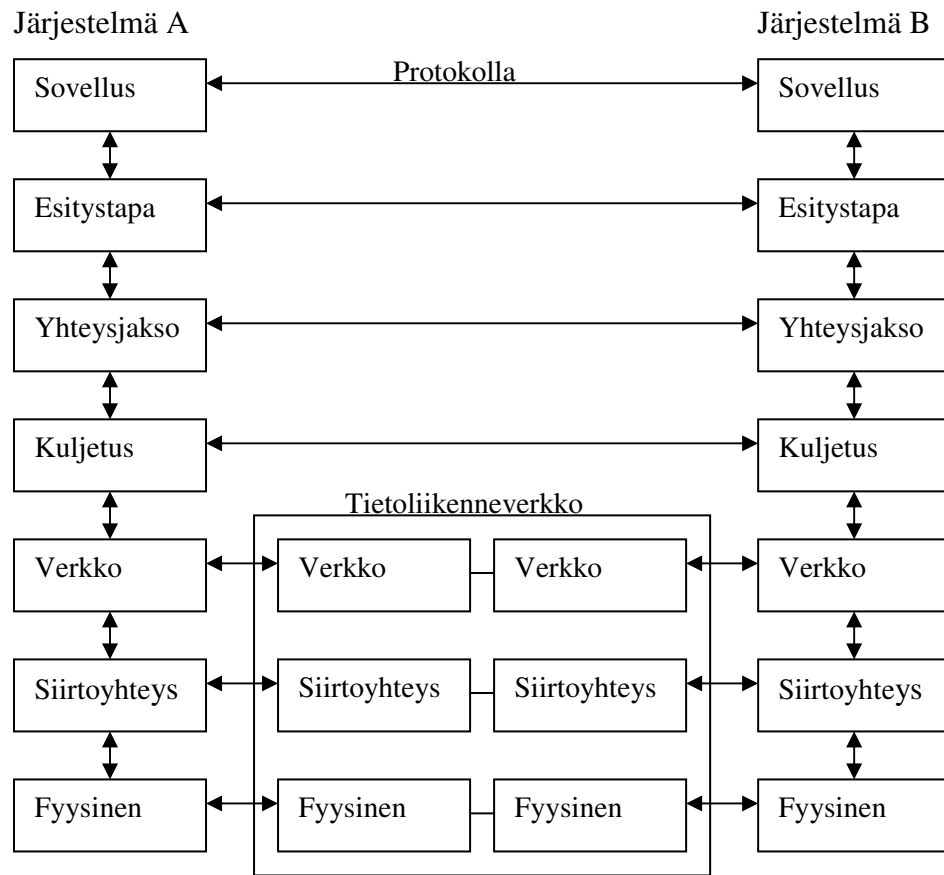
Nykyään tietokoneet, lähiverkot ja muu tietotekniikka ovat arkipäivää toimistoissa. Yleensä kaikki toimiston tietokoneet, kopio- ja monitoimikoneet ovat yhteydessä toisiinsa lähiverkon kautta. Toimiston eri osastot voivat siirtää tietoa keskenään reaaliajassa. Internetyhteyksien avulla tieto liikkuu reaaliajassa myös eri puolilla maailmaa sijaitsevien toimipisteiden tai toisten yritysten kesken. Myös puhelintekniikka on edistynyt varsinkin kännyköiden myötä huimasti, eikä tarvita enää välttämättä omaa puhelinkeskusta eikä puhelinlinjoja. Varsinkaan pienemmissä yrityksissä ei ole tarvetta omalle puhelinvaihteelle. Puhelinlinjat ovatkin vapautuneet ihan uuteen käyttötarkoitukseen, tiedonsiirtoon.

3 TIETOLIIKENNEYHTEYDET

3.1 Yleistä tietoliikenneyhteisistä

Yhä useammalle yritykselle tietoliikenne on kilpailukeino muiden joukossa. Liiketapahtumissa asioidaan useiden eri organisaatioiden kesken, ja tähän sisältyy vielä monia eri työvaiheita. Liiketapahtuman tiedonsiirron kustannukset saattavat nousta huomattavan kokoisiksi. Tämän takia paperiasiakirjat korvaavat tietoliikenneyhteydet ovatkin oiva säästökeino. Puhelinyhteydet ovat myös osa tietoliikenneyhteisistä, ja puhelin onkin yrityksen tärkeimpiä työvälineitä. Selkeyden kannalta on kuitenkin hyvä eritellä tietoliikenteen data- ja puheliikenne toisistaan. (Aalto, Peltomäki, Westermarck 2001, 38.)

Verkkoarkkitehtuurina tiedonsiirtoyhteisissä toimii OSI (Open Systems Interconnection) -malli. OSI on seitsemän toiminnallista kerrosta käsittävä, tietoliikennejärjestelmiä kokonaisvaltaisesti kuvaava malli. TCP/IP (Transfer Control Protocol / Internet protocol) -malli kattaa vain OSI:n neljä ensimmäistä kerrosta, ja sitä käytetään internetin toimintamallina. Toisin kuin OSI, se ei sisällä päätelaitteiden toimintoja kuvaavia kerroksia vaan ainoastaan reitittimien välistä tiedonsiirtoa kuvaavat kerrokset. OSI-malli on kuvattuna kuviossa 1. (Aalto, Peltomäki, Westermarck 2001, 38.)



KUVIO 1. OSI-malli (OSI-malli, 2007.)

Nykyään suurin osa tietoliikenneyhteyksistä on toteutettu pääsääntöisesti puhelinverkossa xDSL (Digital Subscriber Line) -tekniikoiden välityksellä, joista yleisin on ADSL (Asynchronous Digital Subscriber Line) -tekniikka. Nykyään on myös saatavilla nopeampia ADSL2 ja ADSL2+ -tekniikoita käyttäviä yhteyksiä. Joissakin kaupungeissa, kuten Lahdessa, on tarjolla myös julkisia ja ilmaisia keskustan kattavia, 802.11-standardiin perustuvia, WLAN (Wireless Local Area Network) verkkoja, jotka ovat langattomia ja siten oivia kannettavia tiedonsiirtolaitteita käytettäessä. Langattomien verkkojen tietoturva on kuitenkin heikompi. Hiitaat analogiset modeemiyhteydet ja ISDN (Integrated Services Digital Network) yhteydet ovat jo melko harvinaisia.

Nykyisessä toimistoympäristössä tietokoneet (yleensä PC), monitoimilaitteet ja palvelin ovat keskenään yhteydessä 802.3 standardin mukaisen ethernet - pohjaisen lähiverkon välityksellä. Verkko voi olla myös langaton 802.11 standardiin perustuva WLAN-verkko. Nämä mahdollistavat nopean tiedon liikkumisen toimiston sisällä ja helpottavat asiakirjojen tulostusta, kun kaiken voi tehdä omalta työasemaltaan. Eri puolilla kaupunkia, maata tai maailmaa sijaitsevat toimipisteet voivat olla myös yhteydessä toisiinsa, jolloin internetin yli tapahtuva liikenne suojataan yleensä VPN (Virtual Private Network) -tekniikalla.

Toimivan yrityksen puhelinjärjestelmän tulee pitää huolta työntekijöiden tavoitettavuudesta. Isommissa yrityksissä on usein oma fyysinen puhelinvaihde, joka voi olla langallinen tai langaton. (Aalto, Peltomäki, Westermarck 2001, 34.)

Perinteisessä vaihteessa tarvitaan vaihteenhoitaja, joka ohjaa vaihteeseen tulleet puhelut tietylle henkilölle. Lisäämällä puhelinvaihteeseen tietotekniikkaa on pystytty luomaan automaattivaihteita, jotka pitävät soittajaa jonossa, kunnes jokin vaihteen alinumero vapautuu. Vaihde osaa myös etsiä tietokannasta soittajan tiedot ja siirtää ne valmiiksi puheluun vastaavan henkilön näytölle. Tällainen automaattivaihde sopii erityisesti sellaisiin yrityksiin, jossa jokainen henkilö voi ottaa minkä tahansa puhelun vastaan, eikä niitä tarvitse ohjata aina jollekin tietylle henkilölle. (Aalto, Peltomäki, Westermarck 2001, 38.)

Nykyään suurin osa puheyhteyksistä hoidetaan matkapuhelinjärjestelmillä. Tällaisia ovat esimerkiksi GSM (Global System for Mobile telecommunications) ja UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). Langalliset puhelin yhteydet vähenevät koko ajan, eikä yrityksen olekaan enää järkevää olla ainakaan pelkästään langallisten yhteyksien varassa.

Yrityksen matkapuhelimet saadaan myös liitettyä vaihteeseen, jonka ei enää nykyään tarvitse olla oma fyysinen laitteisto, vaan yritys voi ostaa puhelinvaihdetilun joltain puhelinliikennepalveluja tarjoavalta operaattorilta. Yritys maksaa operaattorille puheluidensa yhdistämisestä ja halutuista lisäpalveluista. Tämä on järkevä vaihtoehto kalliille puhelinvaihteelle etenkin pk-yrityksissä, joissa ei enää usein ole enää lankapuhelimia laisinkaan. (Sonera Vaihdepalvelu 2007.)

Nykyään on myös saatavilla VoIP (Voice over IP) -tekniikka, jolla puheyhteydet saadaan integroitua tiedonsiirtoyhteyksiin. Seuraavissa kappaleissa käsitellään joitain tietoliikenneyhteyksiin keskeisesti liittyviä tekniikoita.

3.2 ADSL

3.2.1 Yleistä ADSL-tekniikasta

ADSL kuuluu DSL-tekniikoihin ja se on niistä yleisin. Muita DSL-tekniikoita ovat muun muassa, HDSL (High speed DSL), SHDSL (Symmetric High speed DSL), VDSL (Very High Speed DSL) ja RADSL (Rate Adaptive DSL). Monet näistä ovat ADSL-tekniikkaa nopeampia, mutta ADSL2- ja ADSL2+ -tekniikat ovat paikanneet tilannetta. ADSL-tekniikalla voidaan siirtää dataa useita megabittinä sekunnissa noin viidestä seitsemään kilometrin päähän. Siirtotienä ADSL-tekniikassa käytetään tavallista kuparijohdinparia, eli puhelinjohtimia. (Ginsburg 2000, 32.) Tavallista analogista modeemiyhteyttä suuremmat siirtonopeudet saavutetaan käyttämällä puhelinkaapelin kapasiteetti tehokkaammin paremman datan koodauksen avulla (Ginsburg 2000, 17). ADSL-tekniikan suurin mahdollinen nimellinen tiedonsiirtonopeus tilaajalle päin on kahdeksan megabittinä sekunnissa ja tilaajalta pois päin 768 kilobittinä sekunnissa, mutta nämä nopeudet saavutetaan ainoastaan lyhemmillä etäisyyksillä (Ginsburg 2000, 51).

ANSI aloitti ADSL:n standardoinnin vuonna 1993, kun kolmesta kilpailevasta modulointitekniikasta valittiin testien jälkeen DMT (Discrete MultiTone). Kilpailu CAP:n (Carrierless Amplitude Phase modulation) kanssa oli tiukka, mutta DMT kruunattiin voittajaksi. Vuonna 1998 ANSI julkaisi oman DMT-standardinsa, ANSI T1.413 ja se siirrettiin ITU-T:lle (International Telecommunications Union – Telecommunications). (Ginsburg 2000, 32.)

Vuonna 1999 ITU-T sai valmiiksi G.992.1-standardin, jossa määritellään ADSL - tekniikka. Standardi tunnetaan myös nimellä G.dmt, mikä viittaa ITU-standardinmukaisessa ADSL:ssa käytettyyn DMT-modulointiin. (Ginsburg 2000, 32.)

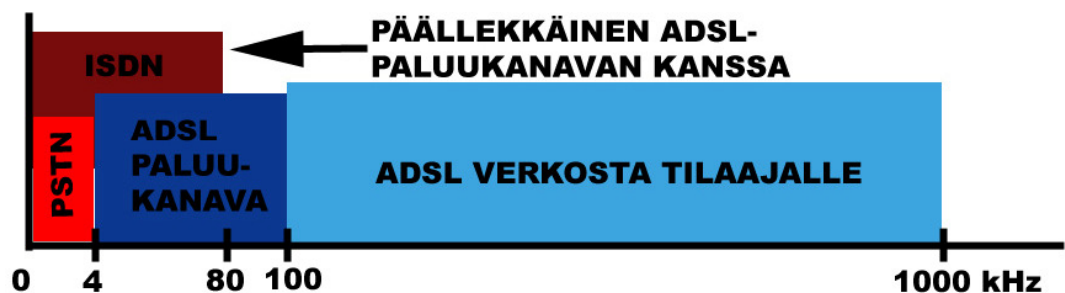
CAP ei DMT:n suosimisesta huolimatta ole hävinnyt, vaan CAP-modulointiin pohjautuvia ADSL-järjestelmiä rakennettiin melko runsaasti, ja niitä on vieläkin käytössä. Hyvä esimerkki CAP-pohjaisesta ADSL-järjestelmästä on amerikkalainen tietoliikennejättiläisen US West'in järjestelmä. Pikkuhiljaa DMT on kuitenkin syrjäyttänyt CAP:in, eikä uusia CAP-modulaatioon perustuvia järjestelmiä enää rakenneta.

ADSL-tekniikka kehitettiin alun perin VoD (Video on Demand)-palveluita varten. Ajatuksena oli muun muassa tarjota asiakkaille vuokraelokuvia tietoverkon välityksellä. (Ginsburg 2000, 18.) Koska tällaisessa palvelussa liikenne on painottunut palveluntarjoajalta asiakkaalle päin, suunniteltiin ADSL-tekniikka nimensä mukaisesti epäsymmetriseksi, jolloin asiakkaalle päin tuleva kanava on leveämpi kuin paluukanava. VoD palveluajatuksesta kuitenkin luovuttiin, koska todettiin, että pelkkää videokuvaa siirtävä palvelu ei olisi kaupallisesti kannattavaa, mutta itse ADSL-tekniikka todettiin kuitenkin erittäin käyttökelpoiseksi. (Ginsburg 2000, 18.)

3.2.2 ADSL-tekniikka

ADSL perustuu siis DSL-tekniikkaan. Vasta DSL-tekniikoissa alettiin hyödyntää kunnolla kuparikaapelin kapasiteettia. Ennen, muun muassa analogiset modeemit, käyttivät vain puheliikenteen varaamaa 0-4 kilohertsin aluetta, jolloin suurin osa, noin 99 prosenttia, kuparikaapelin potentiaalisesta taajuusalueesta, 0-1 megahertsiä, jäi hyödyntämättä. ISDN käyttää jo suurempaa 80–120 kilohertsin aluetta ja tällöin käytetään jo noin kymmenen prosenttia saatavilla olevasta taajuusalueesta. DSL-tekniikoissa tämä kapasiteetti saatiin käyttöön siirtymällä tehokkaampiin koodauksiin. (Ginsburg 2000, 17.)

ADSL:n taajuuskaista on 4-1000 kilohertsiä (Gagnaire 1997, 5). 4-100 kilohertsin alue, joka muun muassa HDSL-tekniikassa oli jätetty hyödyntämättä, on ADSL-tekniikassa varattu paluukanavalle. Siinä käytössä on 100–1000 kilohertsin alue verkosta asiakkaalle päin (KUVIO 2). Lyhyillä matkoilla tämä ratkaisu mahdollistaa 768 kilobitin sekuntinopeuden asiakkaalta verkkoon ja kahdeksan megabitin sekuntinopeuden verkosta asiakkaalle päin. (Ginsburg 2000, 53.) ADSL -tekniikan taajuuskaistasta siis sallii 0-4 kilohertsin kaistalla kulkevat yleiset PSTN (Public Switched Telephone Network) -yhteydet, mutta taas 0-80 kilohertsin kaistaa käyttävät ISDN -yhteydet taas menevät päällekkäin ADSL-tekniikan käyttämän taajuuskaistan kanssa, jolloin sitä ei voi käyttää ADSL:n rinnalla (KUVIO 2).



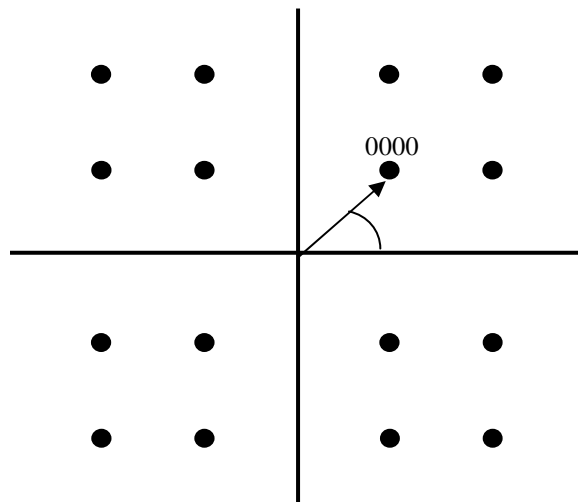
KUVIO 2. ADSL -tekniikan käyttämät taajuudet (Gagnaire 1997, 5)

ADSL-tekniikassa on käytössä siis kaksi erilaista modulointimenetelmää, CAP ja DMT. Molemmat menetelmät perustuvat samaan QAM-perustekniikkaan (Quadrature Amplitude Modulation), mutta niiden toteutukset poikkeavat toisistaan jonkin verran. QAM-tekniikalla voidaan siirtää samalla taajuudella kahta kantaaltoa, jotka erotetaan toisistaan amplitudin ja vaiheen erolla.

Molemmat tekniikat ovat taajuusalueeseen perustuvia tekniikoita, mutta CAP-tekniikassa käytetään enemmän aika-aluetta hyväksi kuin DMT-tekniikassa. CAP:ssa kantaaltoa tukahdutetaan ennen siirtoa, sillä se ei sisällä mitään informaatiota. CAP:ssa lähetetään laajalla taajuusalueella lyhyitä datapulseja nopeasti peräkkäin, kun taas DMT:ssä lähetetään kapeammalla taajuusalueella pidempiä datapulseja rinnakkain. CAP:ssa on määritelty erikseen taajuusalueet puheelle,

verkosta käyttäjälle päin saapuvalla ja käyttäjältä verkkoon päin lähtevälle liikenteelle. Puheen ja käyttäjältä verkkoon päin lähtevän kaistan taajuusalueet ovat huomattavasti pienemmät kuin verkosta käyttäjälle päin tulevan kaistan taajuusalue. DMT:ssa käytetään 256:tta alikanavaa ja jokainen on 4,3125 kilohertsiä leveä. 32 kanavaa on varattu käyttäjältä verkkoon menevälle liikenteelle ja loput verkosta käyttäjälle päin. (Ginsburg 2000, 33–34.)

Linjakoodauksena ADSL-tekniikassa käytetään QAM:a. QAM -koodauksessa koodataan neljä databittiä linjalle lähetettäviin symboleihin. Yksinkertaisessa 2B1Q (Two Binary One Quaternary) -koodauksessa moduloidaan vain signaalin jännitetasoja, kun taas QAM-koodauksessa moduloidaan jännitetason lisäksi myös vaihekulma. Kuvion 3 koordinaatistossa näkyy eräs QAM-toteutus, tätä nimitetään QAM-kuvioksi. Jokainen kuvion piste vastaa jotain neljän bitin bittijonoa, esimerkiksi 0000, 0001, 0011, 0100 ja niin edelleen. Signaalin amplitudista ja vaiheesta koostuu vektori, joka määrittää sitä vastaavan pisteen. Amplitudi määrittää pisteen etäisyyden origosta ja vaihekulma taas määrittää kulman suuruuden, joka muodostuu vektorin ja x-akselin välille. Kaikkien mahdollisten neljä bittisten yhdistelmien esittämiseen tarvitaan 16 pistettä, siksi kuviota kutsutaan 16 - QAM:ksi.



KUVIO 3. QAM kaavio (xDSL-TEKNIKAT, 2007.)

Näiden edellä mainittujen modulaatioiden ja koodausten lisäksi ADSL:n häiriön kestoa parannetaan käyttämällä Trellis ja Reed-Solomon koodauksia, joita ei tässä työssä käsitellä.

3.2.3 ADSL2 ja ADSL2+

ADSL-tekniikan suorituskykyä on lisätty ADSL2- (ITU-T G.992.3) ja ADSL2+ (ITU-T G.992.5) -tekniikoilla. ADSL2-tekniikassa parempi suorituskyky on saavutettu tehostamalla modulaatiota. Myös yhteyden alustusta tiedonsiirtoa varten on parannettu ja automatisoitu. Tämä vähentää perinteisiä linjahäiriöitä, kuten ylikuulumista ja mahdollistaa siten pidemmät etäisyydet keskuksista asiakkaalle. ADSL-tekniikkaan verrattuna maksimietäisyys keskuksista on noin 185 metriä pidempi. ADSL2-tekniikka mahdollistaa myös linjan jaon useampiin kanaviin, jolloin esimerkiksi puheelle voi varata oman pienen kiinteän osuuden koko yhteyden nopeudesta. Tällainen voi olla hyödyllinen toiminto yrityksille, jotka käyttävät esimerkiksi VoIPia (Voice over IP) puheliikenteessään. ADSL2-tekniikassa lähetinlaitteissa on linjantarkkailuominaisuuksia, joiden avulla linjojen tilaa ja häiriötasoja voidaan valvoa. Tämän ja huomaamattoman lähetyksenopeusadaptaation avulla ADSL2-tekniikassa voidaan lähetyksenopeutta muuttaa linjan tilanteen mukaan, jolloin siirtovirheiden määrä vähenee. ADSL2-tekniikka mahdollistaa 12 megabitin sekuntinopeuden verkosta käyttäjälle päin ja yhden megabitin sekuntinopeuden käyttäjältä verkkoon päin. Tosin ADSL2-tekniikassa on myös mahdollista niputtaa useampia ADSL2 yhteyksiä yhteen, jolloin päästään jo huomattavasti suurempiin tiedonsiirtonopeuksiin. (ADSL2, 2007.)

ADSL2+ -tekniikka on hyvin pitkälti samanlainen ADSL2-tekniikan kanssa. Siinä kaistanleveys on tuplattu 1,1 megahertsistä 2,2 megahertsiin. Tällöin saavutetaan kaksi kertaa nopeammat yhteydet verkosta käyttäjälle päin, jolloin suurin mahdollinen nopeus on 24 megabittiä sekunnissa. Tämä onnistuu kuitenkin vain lyhyillä etäisyyksillä keskuksista. 20 megabitin sekuntinopeuksiin päästään vielä noin puolentoista kilometrin päässä keskuksista. Käyttäjältä verkkoon päin on mahdollista saavuttaa yhden megabitin sekuntinopeus. ADSL2+-tekniikan avulla voidaan vähentää myös ylikuulumista, sillä sen avulla on mahdollista erotella eri suuntiin

menevät liikenteet 0 - 1,1 megahertsin ja 1,1 - 2,2 megahertsin taajuusalueille. (ADSL2 Plus, 2007.)

3.3 WLAN

3.3.1 Yleistä WLAN-tekniikasta

WLAN, (Wireless Local Area Network) eli langaton lähiverkko perustuu IEEE 802.11-standardiin. 802.11 toimii yhden tai kahden megabitin sekuntinopeudella ja käyttää 2,4 gigahertsin taajuutta. Tämä WLAN-tekniikan perusstandardi määrittää muun muassa yhdyskäytävän langattomasta 802.11-verkosta kiinteään lähiverkkoon (IEEE 802.3) Se sisältää myös määrittäykset kahdelle erilaiselle topologialle, jotka ovat IBSS (Independent Basic Server Set) ja BSS (Basic Server Set). (Granlund 2001, 230.)

802.11-standardin ensimmäinen versio julkaistiin vuonna 1997 ja pari vuotta myöhemmin hyväksyttiin uusi paranneltu versio. (Granlund 2001, 230.) Näiden jälkeen on julkaistu useita laajennuksia 802.11-standardiin, joista tärkeimmät ovat 802.11a, 802.11b ja 802.11g. 802.11-standardi määrittää langattoman lähiverkon toiminnan verkoissa, joissa kanavanvarauksen hoitavat tukiasemat tai yksittäiset työasemat (Granlund 2001, 230).

Näiden lisäksi on julkaistu myös monia muita pieniä parannuksia sisältäviä standardeja jotka ovat 802.11e, -f, -h, -d, -i, -s ja tuleva 802.11n. Näistä tärkeimpiä ovat i-, s- ja n -standardit. i-standardi lisäsi WLAN:n tietoturvaa tehokkaammalla salauksella ja 802.11s-standardi mahdollistaa WLAN-tukiasemien muodostaman suuren silmukkaverkon. Sitä käytetään muun muassa isojen kaupungin kattavien WLAN-verkkojen rakentamiseen. Vuoden 2007 lopulla julkistetaan 802.11n-standardi, jonka luvataan tuovan ison nopeuslisän. Teoriassa maksiminopeus voisi olla jopa 600 megabittiä sekunnissa, mutta käytännössä päästään noin 100–200 megabitin sekuntinopeuksiin. Standardi tukee myös MIMO (Multiple Input Multiple Output) -tekniikka, jossa käytetään useita antennia ja kanavia samanaikai-

sesti. MIMO -tekniikan avulla saadaan kantamaa parannettua huomattavasti. (802.11, 2007.)

3.3.2 802.11 topologiat

IBSS-verkossa ei ole erillisiä tukiasemia, vaan päätelaitteet ovat suoraan yhteydessä toisiinsa, ja tiedonsiirto tapahtuu suoraan päätelaitteiden välillä. IBSS-verkossa kaikki päätelaitteet eivät välttämättä näe toisiaan niin sanotun hidden station ongelman takia. Ne eivät voi siirtää tietoa keskenään, sillä IBSS-topologia ei salli minkään päätelaitteen toimia välittäjänä. IBSS-verkko ei ole myöskään kytköksissä mihinkään kiinteään tai ulkopuoliseen verkkoon. (Granlund 2001, 231.)

BSS-verkossa yhteydenpidosta päätelaitteiden välillä taas huolehtii tukiasema. Kaikki liikenne päätelaitteiden välillä menee tukiaseman kautta ja myös kaikki tukiasemaan kytkeytyneet päätelaitteet näkevät toisensa. Toisaalta tiedonsiirtoon tarvitaan kaksinkertainen kapasiteetti, sillä siirrettävä tieto pitää siirtää ensin tukiasemalle, josta se vasta siirretään kohdepäätelaitteelle. (Granlund 2001, 232.)

BSS-verkkoa voidaan jatkaa käyttämällä useita tukiasemia, jotka kytkeytyvät samaan runkoverkkoon, jonka välityksellä ne ovat yhteydessä toisiinsa. Näin ollen sama WLAN-verkko voidaan ulottaa vaikka ylimmästä kerroksesta kellariin. Tätä käytetään nimeä ESS (Extended Service Set). (Granlund 2001, 232.)

3.3.3 802.11 fyysinen kerros

802.11-standardin fyysinen kerros yhdistää MAC (Media Access Control) -kerroksen radiotielle. Se levittää ja moduloi datan riippuen käytettävästä siirtoteknologiasta ja välittää MAC-kerrokselle siirtotien tilannetta koskevat tiedot. (Granlund 2001, 234.)

Tiedon siirtoon radiotiellä käytetään hajaspektritekniikoita. 802.11-standardi sisältää kaksi eri hajaspektritekniikkaa, jotka ovat FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) ja DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum). Hajaspektritekniikassa lähetettävä tieto hajautetaan koko käytettävälle taajuusalueelle. Yksittäistä kanaavaa seuraamalla ei näy kuin ”kohinaa”, jolloin myös lähetyksen salakuuntelu vaikeutuu. Tällä tekniikalla usea sovellus voi toimia samalla taajuusalueella samanaikaisesti, mutta ne toimivat kuin jokaisella olisi oma kapea taajuusalueensa. (Granlund 2001, 234.)

DSSS-tekniikassa lähetettävä sanoma pilkotaan pieniin osiin ja lähetetään yhtenä signaalina käyttäen koko taajuusaluetta. Muiden signaalien aiheuttamat häiriöt voivat muodostua ongelmaksi, joka ratkeaa sekoittamalla lähetettävä signaali koodauksella. Sekoituksessa informaatio-signaalia kerrotaan jatkuvalla satunnaissyötteellä, joka koostuu symboleista, joita kutsuaan siruiksi. Tämän satunnaissyötteen taajuus on huomattavasti korkeampi kuin informaatio-signaalin, joten lopputuloksena informaatio-signaali leviää laajalle taajuusalueelle. Tämä sekoituksen tuloksena syntynyt signaali muistuttaa hyvin pitkälti kohina. Vastaanotin pystyy erottamaan signaalit toisistaan, koska se tietää satunnaisen bittivirran sekvenssin. (Direct-Sequence spread spectrum, 2007.)

FHSS-tekniikassa lähetystaajuutta vaihdellaan nopeassa tahdissa tietyn algoritmin mukaisesti, jolloin lähetettävä tieto leviää laajalle taajuusalueelle. Vastaanottajan tulee tietää käytettävä algoritmi kyetäkseen seuraamaan lähetystä. Toisin kuin DSSS-tekniikassa, FHSS-tekniikassa käytetään vain yhtä kapeaa kaistaa kerralla, joten muiden signaalien häiriöt eivät vaikuta lähetettävään signaaliin yhtä paljon kuin DSSS-tekniikassa. (Granlund 2001, 234.)

3.3.4 Standardit 802.11a / b / g

802.11b-standardin kehittäminen aloitettiin jo vuonna 1997, ja se valmistui vuonna 1999. Se toimii maksimissaan 11 megabitin sekuntinopeudella ja käyttää 2,4 gigahertsin taajuutta. 802.11b:n suurempi nopeus 802.11-standardiin verrattuna saavutetaan käyttämällä suuremmilla nopeuksilla datan koodaukseen tehokkaampaa CCK (Complement Code Keying) -koodausta. 802.11b-standardi sisältää mahdollisuuden käyttää tarvittaessa myös hitaampia ja alkuperäisen 802.11 standardin tukemia nopeuksia, jotka ovat yksi tai kaksi megabittiä sekunnissa. Näin ollen se on yhteensopiva alkuperäistä 802.11-standardia käyttävien laitteiden kanssa. (Granlund 2001, 240.)

Syksyllä 1999 802.11b-standardia seurasi 802.11a-standardi. Se toimii maksimissaan 54 megabitin sekuntinopeudella käyttäen viiden gigahertsin taajuutta. Suurempi nopeus saavutetaan käyttämällä tiedonsiirrossa korkeampaa taajuutta ja OFDM- (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) tekniikkaa. (Granlund 2001, 238.) 802.11a standardista ei ikinä tullut kuitenkaan kovin suosittua, sillä sitä tukevat laitteet olivat huomattavasti 802.11b-standardia tukevia laitteita kallempiä. Toinen huono puoli oli sen kantaman pienuus verrattuna 802.11b standardiin. Pienempi kantama oli seurausta suuremmasta taajuudesta.

802.11g-standardin kehittäminen aloitettiin vuonna 2000, kun haluttiin saada nopeammat yhteydet isommalle alueelle, kuin mihin 802.11a- tai 802.11b-standardit kykenivät. 802.11g-standardi valmistui vuonna 2003. Tämä on kaikista uudistuksista tärkein ja paras. 802.11g toimii 802.11b-standardin tavoin 2,4gigahertsin taajuudella, mutta maksiminopeus on saatu nostettua 802.11a-standardin tasolle, 54 megabittiä sekunnissa. Tämä saavutetaan paremmalla tiedon koodauksella (CCK-OFDM). Alemman taajuutensa ansiosta sen kantama on kuitenkin huomattavasti 802.11a standardia parempi. 802.11g sisältää määrittymiset myös DSSS-, HR/DSSS-, OFDM- ja PBCC (Packet Binary Convolutional Code) -tekniikoille. 802.11g standardi on täysin yhteensopiva 802.11b standardin kanssa. (802.11, 2007.)

3.3.5 WLAN Tietoturva

WLAN-tekniikan suurin heikkous on sen tietoturva. Langaton verkko tarvitsee vahvemman salauksen langalliseen verkkoon verrattuna, sillä toisin kuin langallisen verkon liikennettä, voi langattoman verkon liikennettä yrittää kuunnella kuka tahansa, joka on verkon kantaman sisällä. Vaikkakin WLAN-tekniikan tietoturva on kohentunut huomattavasti viime vuosina, ei se ole vielä samalla tasolla langallisten verkkojen kanssa. (WLAN-turvallisuus, 2007.)

802.11-standardi sisältää vain tuen ainoastaan heikohkole WEP (Wired Equivalent Privacy) salaukselle joka tunnistaa käyttäjän ja salaa tiedon RC4-jonosalaajalla. WEP on nykyään melko heikotason suojaus. Sen käyttämät salauksen aloitusvektorit paljastavat salausavaimen kun liikennettä kuuntelee tarpeeksi kauan ja sen käyttämä RC4-jonosalaus on maksimissaan 128-bittinen. (WLAN-turvallisuus, 2007.)

WLAN-tekniikan tietoturvaan tuli melko nopeasti parannus WPA:n (Wireless fidelity Protected Access) muodossa. Se oli pikapaikkaus WEP:lle, ja se korjasi sen pahimmat puutteet, kuten aloitusvektorit. (Geier 2003.) Standarditasolla tietoturva on oikeastaan parantunut vain 802.11i (WPA2) -standardissa, jossa RC4-jonosalaus on vaihdettu tehokkaampaan AES:n (Advanced Encryption Standard) ja aloitusvektorit on korjattu, joten ne eivät enää paljasta salauksessa käytettävää avainta, jota vielä vaihdetaan 10 000 paketin välein. AES mahdollistaa jopa 256-bittisen salausavaimen käytön. (WLAN -turvallisuus, 2007.)

Parhaan tietoturvan WLAN:n tarjoaa RADIUS- (Remote Authentication Dial In User Service) pohjainen ratkaisu. RADIUS on käyttäjän tunnistukseen käytettävä protokolla, ja sen käyttö vaatii erillisen RADIUS palvelimen, jolla käyttäjien tiedot sijaitsevat. RADIUS voi käyttää käyttäjätunnistuksessa esimerkiksi EAP (Extensible Authentication Protocol) -protokollaa, joka on taas määritelty tietoturva standardissa 802.1x. WLANia varten 802.1x-standardiin on tehty laajennuksia, joiden avulla muun muassa salausavaimet jaetaan automaattisesti sisäänkirjautumisen yhteydessä. 802.1x ei tue WLANia suoraan, joka voi aiheuttaa ongelmia joissain tapauksissa. (WLANin rakentaminen 2007.)

3.4 VPN

3.4.1 Yleistä VPN-tekniikasta

VPN eli Virtual Private Network on yrityksen tai jonkin muun tahon yksityiseen käyttöön rakennettu suljettu verkko, joka käyttää tiedonsiirtoon julkista infrastruktuuria esimerkiksi internetiä (Perlmutter, Zarkower 2001, 10).

VPN:lla voidaan korvata kalliit palveluntarjoajilta vuokrattavat fyysiset yksityislinjat, jolloin toimipisteiden välisten yhteyksien muodostaminen ei enää muodostu taloudelliseksi kynnykseksi. Tämä helpottaa etenkin pienten ja keskisuurten yritysten toimintaa.

3.4.2 VPN:n toiminta

VPN:n toteuttamiseen on olemassa monia eri protokollia. Yleisin näistä on IPsec eli IP Security. IPsec ei oikeastaan ole mikään yksittäinen protokolla vaan kokonainen kokoelma niitä. Siihen kuitenkin viitataan yleisesti protokollana selvyuden vuoksi. Muita protokollia ovat muun muassa L2TP, (Layer 2 Tunneling Protocol) ATMP, (Ascend Tunnel Management Protocol) ja Microsoftin PPTP (Point to Point Tunneling Protocol), joka on melko yleinen hyvän Windows-tukensa ansiosta. (Perlmutter, Zarkower 2001, 107–139.)

Seuraavassa tarkastellaan VPN:n toimintaa IPsecin läpi. IPsec:n toiminta perustuu kolmeen asiaan:

- **Todennus:** Todennuksessa varmistetaan, että vastaanotettu ja lähetetty tieto vastaavat toisiaan. Siinä myös varmistetaan, että lähettäjä ja vastaanottaja varmasti ovat niitä joita väittävät olevansa.
- **Salaus:** Salauksessa lähetettävä tieto sotketaan, jolloin sitä ei voi tulkita oikein ilman oikeaa avainta.

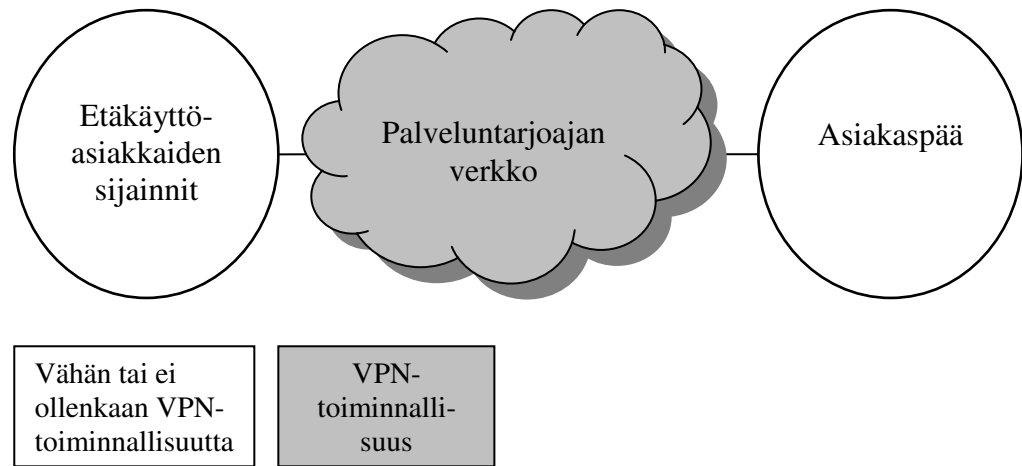
- Avaimenhallinta: Avaimenhallinta on toimenpide, jossa lähettäjän ja vastaanottajan välillä sovitaan salauksen purkuun tarvittava avainarvo.

Pakettitason todennus toteutetaan AH (Authentication Header) -otsakkeen avulla. Datakuorma salataan ESP:n (Encapsulating Security Protocol) avulla, joka voi käyttää tiedon salaukseen mitä tahansa salausalgoritmia. IPSec käsittää aina kaksi osapuolta, lähettäjän ja vastaanottajan. Aluksi molemmat saavat käyttöönsä yhteisen avaimen, joka tapahtuu käyttämällä jotain monista IPSecin tukemista tavoista. Kun tämä avain on selvillä, on olemassa turvallisuusliitto osapuolten välillä. Sitten lähettäjä muodostaa tästä yhteisestä avaimesta digitaalisen allekirjoituksen, jota ei voi lukea kuin vastaanottaja, jolla on oikea avain. ESP:n avulla lähettäjä salaa myös lähetettävän tiedon jollain salausalgoritmilla, jota ei ole mitenkään määrätty. Tämän jälkeen salattu paketti lähetetään vastaanottajalle. Vastaanottaja ottaa paketin vastaan ja ajaa avaimen avulla algoritmin uudestaan, mutta toisin päin ja saa näin ollen palautettua tiedon takaisin selväkieliseen muotoonsa. (Perlmutter, Zarkower 2001, 109–111.)

VPN voidaan toteuttaa lukuisilla eri tavoilla, joista tässä esitellään kolme supistettua mallia. Tärkeintä on valita tapa joka täyttää kaikki yrityksen asettamat vaatimukset VPN:lle. Mallit eroavat toisistaan VPN-palvelun päätepisteen eroilla. Nämä mallit ovat tarjoajamalli, hybridimalli ja päästä päähän malli. Kahdessa ensimmäisessä mallissa palveluntarjoajalla on suuri rooli VPN:n toteutuksessa ja hallinnassa. Kolmannessa, eli päästä päähän mallissa palveluntarjoaja on melko vähäisessä roolissa. (Perlmutter, Zarkower 2001, 86.)

3.4.3 Tarjoajamalli

Tarjoajamallin suurin osa tai kaikki VPN:n tehokkuutta lisäävästä toiminnallisuudesta sisältyy palveluntarjoajan infrastruktuuriin, jolloin asiakkaan verkon muutokset ovat hyvin vähäisiä (KUVIO 4). Tarjoajamalliset VPN ratkaisut ovat yleensä toteutettu yhden palveluntarjoajan verkon avulla, joskin palvelujentarjoajien välinen yhteistyö on yleistynyt huomattavasti. (Perlmutter, Zarkower 2001, 87.)



KUVIO 4. Tarjoajamalli. (Perlmutter, Zarkower 2001, 88)

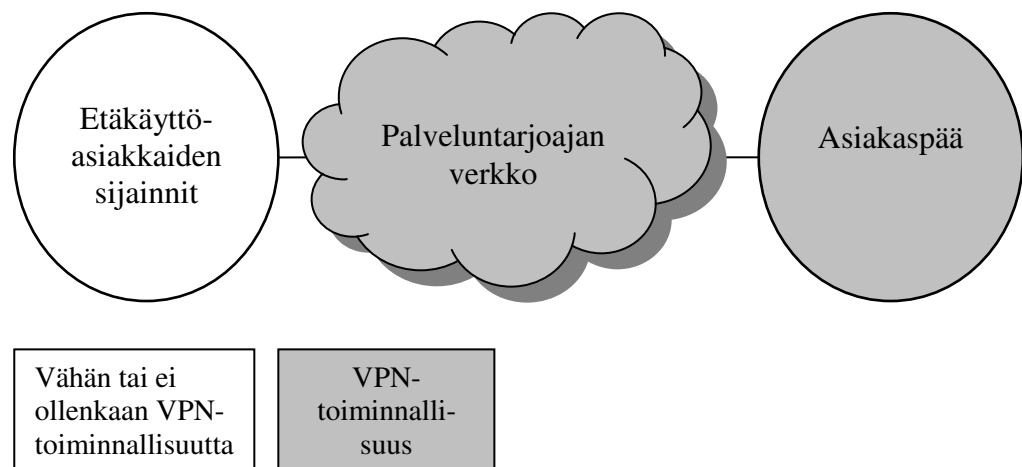
Tarjoajamalli on palveluntarjoajien ja operaattoreiden suosiossa. Siinä VPN palvelun päätepisteet ovat samat muiden perinteisten palvelujen kanssa, joka helpottaa ja selkeyttää VPN:n toteutusta, sillä asiakkaan ja tarjoajan verkon välillä on selkeät rajat. Kaikki asiakkaan omissa tiloissa oleva on asiakkaan omaa ja asiakkaan vastuulla, kun taas kaikki siitä eteenpäin on palveluntarjoajan vastuulla ja omistuksessa. Tämä helpottaa sekä asiakkaan, että palveluntarjoajan työskentelyä, sillä näin molemmat voivat työskennellä hyvin itsenäisesti toisistaan välittämättä. Asiakkaalle tämä on myös hyvin vaivaton malli. Kaikki asetusten tekeminen ja säätäminen on palveluntarjoajan vastuulla, kuten myös kaikki laajennustehtävät. Tämä lisää VPN:n toimintavarmuutta huomattavasti. Näin asiakkaan yrityksellä ei mene resursseja VPN:n ylläpitoon tai valvomiseen, vaan he voivat keskittyä olennaiseen. (Perlmutter, Zarkower 2001, 90–91.)

Toisaalta tässä mallissa asiakas on täysin riippuvainen VPN-palveluntarjoajasta. Tämä aiheuttaa muun muassa sen, että palveluntarjoajan verkon toiminnan häiriintyessä saattaa koko yrityksen tietoliikenne seisahtua, eivätkä he voi tehdä itse asialle mitään. Myöskään kaikki asiakkaan haluamat laajennukset eivät ole välttämättä mahdollisia, jos kyseisellä palveluntarjoajalla ei ole riittäviä ”yhteyksiä” halutulle alueelle. Tämä on myös erittäin kallis malli asiakkaalle, sillä palveluntarjoaja ymmärrettävästi veloittaa myös verkon ylläpidosta, joka on sen vastuulla. Palveluntarjoajan kannalta tämä on myös työläs malli. Monet asiat, jotka ovat

itsestäänselvyyksiä perinteisessä etäkäytössä, on hankala toteuttaa tarjoajamallissa. (Perlmutter, Zarkower 2001, 91–92.)

3.4.4 Sekamalli

Nimensä mukaisesti sekamallissa molempien osapuolten verkoilla on aktiivinen rooli VPN:n toteuttamisessa (KUVIO 5). Tässä mallissa VPN-tunnelin päätepiste sijaitsee asiakkaan tiloissa, mutta se alustetaan etäkäyttökeskittimestä, joka sijaitsee palveluntarjoajan verkossa. Tästä seuraa se, että asiakkaan ja palveluntarjoajan rajat eivät ole yhtä selkeät kuin tarjoajamallissa. Tämä malli soveltuu hyvin etäkäyttöön, sillä sen päätepiste asiakkaan päässä sijaitsee samassa paikassa kuin perinteisessäkin etäkäytössä. (Perlmutter, Zarkower 2001, 94.)



KUVIO 5. Sekamalli (Perlmutter, Zarkower 2001, 93)

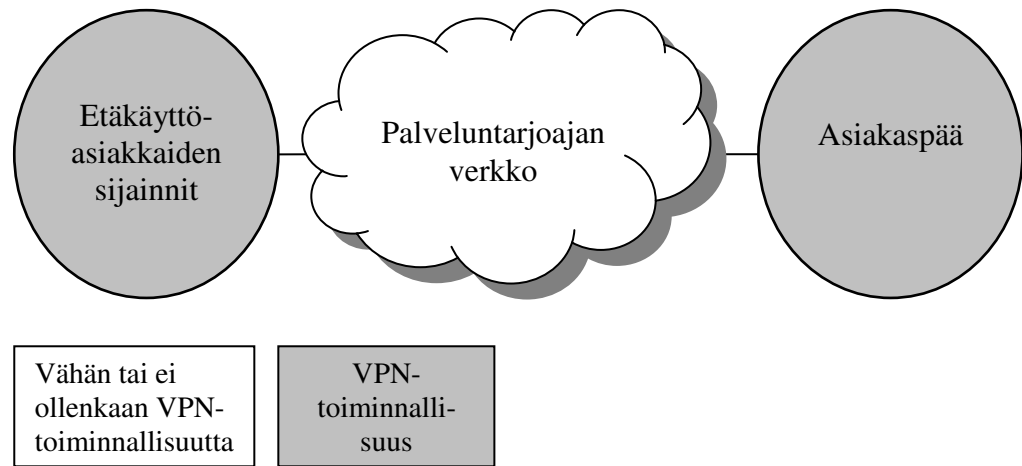
Sekamallin etuna voidaan pitää sitä, että se on sekä palveluntarjoajalle, että asiakkaalle edullisempaa, sillä VPN-laitteet ja toiminnallisuus on jaettu näiden verkkojen kesken. Tällöin kustannukset pienevät molemmin puolin, kun kumpikaan ei ole enää täydellisesti vastuussa verkon toiminnasta. Asiakkaan näkökulmasta sekamallinen VPN on helppo sisällyttää olemassa olevaan järjestelmään, ilman suu-

ria katkoksia tai häiriöitä. Sekamallinen VPN ei myöskään sido asiakasta tiettyyn palveluntarjoajaan, sillä tässä mallissa voidaan käyttää useampaa palveluntarjoajaa, joiden yhteinen pääte piste sijaitsee asiakkaan tiloissa. (Perlmutter, Zarkower 2001, 96.)

Palveluntarjoajan kannalta täydellisen kontrollin menettäminen on toisaalta myös negatiivinen asia. Koska asiakas vastaa nyt pääte pisteestään niin virheellisten ja ristiriitaisten asetusten mahdollisuus VPN:ssa kasvaa. Moni yritys ei myöskään pidä siitä, että osa sen verkosta olisi jonkin ulkopuolisen tahon hallinnassa, joten harva asiakas antaa palveluntarjoajalle luvan ottaa asiakaspään pääte piste haltuun. Sekamallissa myös asiakkaalta vaaditaan aktiivista roolia VPN:n ylläpitämisessä, joka taas kuluttaa asiakkaan resursseja. (Perlmutter, Zarkower 2001, 97.)

3.4.5 Päästä -päähän -malli

Tämä malli on yksi yleisimmistä ja sen ehdoton valtti on sen joustavuus. Se soveltuu erinomaisesti etäkäyttöön ja on jo hyvin vakiintunut niin laitteistonsa kuin toteutuksensakin puolesta. Tässä mallissa palveluntarjoajalla on hyvin pieni rooli VPN:n tunnelin aktivoinnissa ja lopettamisessa. Tässä mallissa molemmat pääte pisteet sijaitsevat palveluntarjoajan verkon ulkopuolella ja palveluntarjoajan verkko toimiikin vain läpinäkyvänä datan kuljettajana (KUVIO 6). (Perlmutter, Zarkower 2001, 98–99.)



KUVIO 6. Päästä – päähän malli (Perlmutter, Zarkower 2001, 98)

Asiakkaan kannalta parasta tässä mallissa on täydellinen riippumattomuus palveluntarjoajasta ja yhteysjärjestelmästä. Tästä syystä myöskään tietyn palveluntarjoajan verkon toimintahäiriöt eivät vaikuta asiakkaan tietoliikenneyhteyksiin. Päästä –päähän malli on myös ainut, jossa on molemmissa päissä yksi yhteneväinen turvallisuusmalli, joka helpottaa VPN:n säätämistä ja hallinnointia. Sillä voidaan myös helpoiten toteuttaa kaikki etäkäyttöön liittyvät palvelut, jotka voivat olla muissa malleissa jossain määrin ongelmallisia.

Perinteisen palveluntarjoajan näkökulmasta tämä malli on melko epäedullinen, sillä palveluntarjoajan verkko ei tuo VPN:n mitään toiminnallisuutta. Tästä syystä onkin syntynyt uusi palveluntarjoajien luokka, joka on keskittynyt tarjoamaan hyvin hallintoituja ja säädettyjä runkoverkkoja pelkästään yritysmaailman käyttöön. Näissä runkoverkoissa on valvotut yhdyskäytävät internetiin. He tarjoavat verkoissaan edistyksellisiä ominaisuuksia, jota ei yleisissä verkoissa vielä välttämättä ole saatavilla. Nämä bisnesverkot ovatkin ihanteellinen alusta päästä - päähän VPN:lle. Tämän lisäksi monet palveluntarjoajat ovat keskittyneet päästä -päähän VPN-yhteyksien tekniseen tukemiseen, laitteiden asentamiseen ja hallintaan. Heiltä löytyy päästä -päähän VPN:n asiantuntijoita, jotka suoriutuvat kaikista sen osa-alueista. Näiden asiantuntijoiden kautta he tarjoavat asiakkaille tarpeellisen palvelun päästä -päähän VPN:n käyttöönotossa ja ylläpidossa. Tässä mallissa

palveluntarjoajan ei myöskään tarvitse panostaa juuri ollenkaan infrastruktuurin luomiseen. (Perlmutter, Zarkower 2001, 99–101.)

Asiakkaan kannalta tämän mallin ongelmat eivät juonnu teknologiasta vaan VPN:n käyttöön liittyvistä ongelmista. Tätä mallia käyttävät etäkäyttö-VPN:t ovat vahvasti kytköksissä asiakasohjelmiin, joilla niitä käytetään ja jotka huolehtivat salauksesta, tunneloinnista ynnä muusta. Jos yrityksellä on paljon toimipisteitä pitkien välimatkojen päässä, niin ohjelmistojen levittäminen ja niiden käyttöön opastaminen rasittaa yrityksen IT-osastoa melko paljon. Jos toimipisteet ovat hajallaan, niin käyttäjien opastusta on hyvin hankala saada yhteneväiseksi ja myös vianetsintä vaikeutuu. Tämän takia asiakkaalla tuleekin olla, päästä - päähän mallia käytettäessä, riittävästi osaavaa henkilökuntaa vikatilanteiden estämiseksi ja korjaamiseksi. Tämä malli tulee myös asiakkaalle kaikkein kalleimmaksi, sillä kaikki laitteet, säätäminen, ylläpito ja muut VPN:sta koituvat kustannukset lankeavat asiakkaan maksettavaksi. Palveluntarjoajan kannalta huonoa tässä mallissa on se, että on hankala tarjota asiakkaita houkuttelevia palveluja. Tässä mallissa vaaditaan palveluntarjoajalta erikoistumista, johon lähellekään kaikki eivät ole valmiita. (Perlmutter, Zarkower 2001, 101.)

3.5 GSM ja UMTS

GSM (Global System for Mobile telecommunications) -tekniikka on tällä hetkellä eniten käytetty matkapuhelintekniikka. GSM on toisen sukupolven tekniikka ja sitä edelsi NMT (Nordic Mobile Telephone) -tekniikka. GSM on solupohjainen järjestelmä, missä tukiasemat muodostavat ympärilleen solukon käytettävissä olevista radiotaajuuksista. Tukiasemat ja solukot muodostavat halun alueen kattavan GSM -verkon.

GSM on puheensirtoon tarkoitettu FDMA (Frequency Division Multiple Access) / TDMA (Time Division Multiple Access) -pohjainen tekniikka. GSM toimii 890 – 960 megahertsin taajuusalueella, joka on jaettu 248:n noin 28 kilohertsin levyiseen alueeseen. Puolet näistä alueista on tarkoitettu käyttäjältä pois päin menevälle liikenteelle. Toinen puolikas on taas varattu tukiasemasta käyttäjälle päin tulevalle

liikenteelle. Jokaiselle taajuusalueelle saadaan kahdeksan eri käyttäjää, jakamalla jokainen alue kahdeksaan aikaväliin. (GSM:n tulevaisuus, 2007)

GSM tarkoitettiin alun perin puheensirtoon, mutta sen tiedonsiirto-ominaisuuksia on parannettu GPRS- (General Packet Radio Service) ja EDGE (Enhanced Data Rates GSM Evolution) -tekniikoilla. GPRS-tekniikka mahdollistaa pakettikytkentäisen tiedonsiirron, jolloin yhteyttä ei tarvitse erikseen muodostaa. Tiedonsiirto pakettikytkentäisessä verkossa on myös edullisempaa kuin piirikytkentäisessä verkossa. GPRS-päätelaite voi varata enemmän kuin yhden aikavälin, mikäli ylimääräistä kapasiteettia on tarjolla. Näin se voi saavuttaa jopa 171,2 kilobitin sekuntinopeuden. EDGE-tekniikassa tiedonsiirtonpeutta, GPRS-tekniikkaan verrattuna, on saatu nostettua muun muassa modulaatiota ja tiedon koodausta tehostamalla. Se mahdollistaa jopa 473,6 kilobitin siirtonopeuden. (GSM:n tulevaisuus, 2007)

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) on uusi kolmannen sukupolven puheen ja tiedonsiirtoon tarkoitettu tekniikka. UMTS-verkko on erillään GSM-verkosta mutta tukee GSM:n käyttämää TDMA-tekniikkaa. UMTS-tekniikka toimii 1900 – 1980, 2020 – 2025 ja 2110 – 2170 megahertsin taajuusalueilla. Se käyttää tiedon koodaukseen tehokkaita CDMA- (Code division Multiple Access) ja W-CDMA (Wide band-CDMA) -tekniikoita. CDMA-tekniikassa moduloidaan useita käyttäjiä samalla taajuudelle, ja käyttäjät erotellaan toisistaan käyttäjäkohtaisella koodauksella. W-CDMA-tekniikan avulla voidaan teoriassa saavuttaa jopa 14 megabitin sekuntinopeuksia. Käytännössä tämänhetkiset suurimmat nopeudet ovat noin 384 kilobittia sekunnissa, sillä koko solun kapasiteettia ei voida varata vain yhdelle käyttäjälle. (Universal Mobile Telecommunications System, 2007.)

UMTS -verkot kattavat tällä hetkellä isompien kaupunkien keskustat. GSM -verkko on edelleen pääasiallinen puheen- ja tiedonsiirrossa käytettävä matkapuhelinverkko Suomessa.

3.6 VoIP

VoIP, eli Voice over IP on uusi äänen siirtoon käytettävä tekniikka. IP-tekniikka ei sinänsä ole uusi keksintö, vaan uutta on sen hyödyntäminen puheen siirrossa laajemmassa mittakaavassa. VoIP:ssa ei tarvita erillistä verkkoa puheensierrossa, vaan se siirretään muun datan seassa IP-pohjaisessa tietoliikenneverkossa. VoIP laskee etenkin ulkomaanpuhelujen hintaa, sillä puheen siirtäminen yhteydettömässä, pakettikytkentäisessä tietoliikenneverkossa, on huomattavasti edullisempaa kuin sen siirtäminen perinteisessä piirikytkentäisessä puhelinverkossa. (Voice over IP 2007.)

Puheluiden yhdistämiseen ja välittämiseen IP -pohjaisessa verkossa on useita protokollia joista yleisimmät ovat H.323 ja SIP (Session Initiation Protocol). H.323:a alettiin kehittää 1990-luvun puolivälissä ja sen pohjana olivat ISDN- ja kuvapuhelintekniikat. SIP on taas hyvin paljon http:tä muistuttava protokolla, joten se pystytään helposti sisällyttämään olemassa oleviin web -palveluihin. Tästä syystä uudet VoIP-järjestelmät eivät enää nykyään juuri käytä H.323, vaikka periaatteessa molemmat tarjoavat samat palvelut. Äänen siirtoon molemmat käyttävät samaa RTP (Real-time Transport Protocol) -protokollaa. Varsinaisena kuljetusprotokollana käytetään puolestaan UDP (User Datagram Protocol) -protokollaa. (Voice over IP 2007.)

Kotimaassa toimivalle pk-yritykselle VoIP ei tuo paljonkaan etuja esimerkiksi GSM-pohjaiseen ratkaisuun verrattuna. GSM-palveluntarjoajat tarjoavat huomattavia alennuksia kotimaassa soitettaviin yrityksen sisäisiin puheluihin, joten mitään suuria säästöjä VoIP:n käytöstä ei tällöin synny. Palveluntarjoajat eivät vielä tarjoa valmiita VoIP -ratkaisuja, joten VoIP-tekniikan tehokas hyödyntäminen vaatii tietotaitoa ja resursseja yritykseltä itseltään. Tämän seurauksena VoIP:n avulla saatava pieni etu puheluiden hinnassa käytännössä menetetään. Vasta kansainvälisessä mittakaavassa VoIP-tekniikan tuoma puheluiden edullisuus alkaa todella vaikuttaa.

3.7 Tietoliikennelaitteisto

Nykyaikainen tietoliikennelaitteisto koostuu päätelaitteista, palvelimista, reitittimistä, kytkimistä, palomuuureista ja puhelinlaitteista. Seuraavassa on lyhyet kuvaukset kaikista muista paitsi puhelimista.

Päätelaite on laite, jonka kautta käyttäjä liikkuu verkossa. Se on laite, johon käyttäjä on suorassa yhteydessä. Toimiston päätelaitteet, yleensä tietokoneet, ovat joko pöytämallisia tai kannettavia. Nykyään kannettavien koneiden ominaisuudet ovat jo niin hyvät, että suurin osa yrityksistä on siirtymässä niihin. Niillä on monia etuja pöytämallisiin koneisiin verrattuna. Ne ovat pieniä, kevyitä ja liikuteltavia ja niiden avulla työtä voi tehdä muuallakin kuin omassa työpisteessä. (Workstation 2007.)

Palvelin on ohjelmisto, joka hallinnoi muun muassa sovellusten käyttöoikeuksia ja erilaisia palveluja. Palvelimella viitataan myös itse tietokonelaitteistoon, jolla palvelinohjelmisto toimii. Työasemat ovat yhteydessä palvelimeen ja pyytävät siltä esimerkiksi oikeuksia tiedostoihin tai ohjelmistoihin. Palvelimella voi olla esimerkiksi omat käyttäjätilit kaikille yrityksen työntekijöille. Tilit voidaan jakaa työntekijöiden toimenkuvan mukaan, esimerkiksi kolmeen eri tasoon, joilla voi olla erilaiset oikeudet verkon resursseihin. (Server 2007.)

Reititin on laite, joka ohjaa verkkoliikenteen oikeaan paikkaan parasta reittiä. Reititin yhdistää tietoverkkoja. Se tietää verkkojen keskinäiset suhteet ja tekee tietoliikenteelle reittivalinnat. Reitittimen takaa löytyy aina vähintään kaksi eri verkkoa, ja reitittimien muodostaman verkon rakennetta kutsutaan topologiaksi. Siitä käy ilmi, mitkä reitittimet ja verkot ovat tietyn reitittimen takana. Jokaisella reitittimellä on oltava tieto reitistä ulos internetiin, ja tätä reittiä kutsutaan oletusyhdyskäytäväksi. Jos verkkojen välissä on eri reittivaihtoehtoja, reititin valitsee parhaan reitin. Reittivalinta voi perustua erilaisiin reitin vaatimuksiin: reitin minimipituuteen, reitin nopeuteen, reiteille annettuihin prioriteetteihin. Uudet reitittimet sisältävät niin paljon ominaisuuksia että ne ovat jo hämärtäneet laitteiden keskinäisiä rajoja. Ne toimivat myös xDSL-modeemeina, kytkiminä ja palomuuureina. (Router 2007.)

Kytkin on verkkoja yhdistävä laite. Isoilla runkokytkimillä yhdistetään suuria verkkokokonaisuuksia toisiinsa ja pienemmillä lähiverkkokytkimillä taas yhdistetään pienempiä kokonaisuuksia. Kytkin voi yhdistää myös eri tekniikkaan perustuvia verkkoja, kuten Token ring ja Ethernet, toisiinsa. Kytkin kykenee yhdistämään toisiinsa myös eri nopeudella liikennöiviä verkkoja. Esimerkiksi gigabitin Ethernet-kytkimeen voidaan liittää myös hitaampia 100 ja 10 megabitin sekuntinopeudella toimivia laitteita. Kytkimien välinen liikenne tapahtuu OSI-mallin kahdella alimmalla tasolla, eli se on hyvin alhaisen tason liikennettä, jolloin sitä ei tarvitse juuri prosessoida. Sillä onnistuu myös VLAN:n luominen (Virtual LAN) joka voi olla hyvinkin tarpeen tehtäessä muutoksia toimistoissa. Eli verkon fyysistä rakennetta ei tarvitse välttämättä muuttaa, vaan määritellään toimiston lähiverkot VLAN:n avulla. (Switch 2007.)

Palomuuuri on eristävä järjestelmä, joka suodattaa suojattavan verkon ja vaarallisemman verkon välistä liikennettä. Palomuuuri voi olla joko ohjelmisto- tai laitepohjainen ratkaisu. Monissa reitittimissä on jo palomuuritoimintoja ja palomuurilaite onkin itse asiassa reititin. Erillisissä palomuurilaitteissa on kuitenkin yleensä huomattavasti paremmat ominaisuudet verkkojen suojaamista varten. Palomuurilaitteisiin asetetaan sääntöjä, joilla sisääntulevista yhteyksistä suodatetaan pois kaikki ylimääräinen. Yksinkertainen palomuuuri tarkkailee TCP-virtaa ja seuloo paketit lähde- ja kohdeporttien mukaisesti. On myös ohjelmallisia palomuuureja, ja niitä käytetään varsinkin pienissä yrityksissä tai yksityiskäytössä. Sovelluspalomuurissa tarkkaillaan pakettien sisältämää dataa. Jos paketin kohdeportti on esimerkiksi 25 (SMTP), niin tarkistetaan sisältääkö se komentoja, jotka eivät SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) -protokollaan kuulu. Sovelluspalomuuuri toimii OSI-mallin ylimmällä eli sovelluskerroksella. (Palomuuuri 2007.)

3.7.1 Tietoturva

3.7.2 Yleistä tietoturvasta

Mitä on tietoturva? Tähän kysymykseen saa yleensä aina eri vastauksen kysyttäessä sitä eri henkilöiltä. Erilaisten vastusten runsaus johtuu siitä, että se kattaa yllättävän laajan alueen, joka ylettyy aina mappiarkistoista varmuuskopiointiin. Yleisesti sanottuna tietoturva pyrkii säilyttämään, missä muodossa tahansa olevan, tiedon oikeellisuuden, saatavuuden ja luottamuksellisuuden sitä käytettäessä tai siirrettäessä. (Järvinen 2002, 21.)

Vaikka tietoturva siis kattaa todella ison alueen, niin tässä työssä keskitytään kuitenkin tietotekniikan tietoturvaan. Tietoturva on erittäin tärkeää nykyaikaisissa yrityksissä, joissa usein käsitellään henkilökohtaista tietoa. Tällaisia ovat esimerkiksi henkilöstöön ja heidän palkkoihinsa liittyvät tiedot. Mutta myös yrityksen itsensä kannalta tärkeät tiedot, kuten tuotteisiin ja myyntilukuihin liittyvät tiedot, on hyvä pystyä pitämään turvassa. Virukset ja hakkerit pitää pystyä myös pitämään loitolla. Tietoturva koostuu kolmesta tärkeästä osa-alueesta, jotka ovat luottamuksellisuus, eheys ja saatavuus. Nämä kolme osa-aluetta toimivat myös tietoturvan tavoitteina, jotka pyritään täyttämään mahdollisimman hyvin. Tietotekniikassa nämä tavoitteet pyritään täyttämään muun muassa palomuurien virustorjuntaohjelmien ja erilaisten käyttäjätunnistusmenetelmien avulla. (Järvinen 2002, 21–22.)

3.7.3 Luottamuksellisuus, eheys ja saatavuus

Luottamuksellisuudessa pyritään varmistamaan, että tietoon ei pääse käsiksi kukaan, jolla ei ole siihen oikeutta, vaan ainoastaan siihen oikeutetut henkilöt. Luottamuksellisuus edellyttää käyttäjän henkilöllisyyden todentamista ja tiedon salausta. Salausta käytetään, kun tietoa siirretään eri medioissa, jolloin mahdollinen ulkopuolinen salakuuntelija ei pysty tulkitsemaan kaappaamaansa tietoa, koska se

on salattu. Salauksella estetään myös varkaustapauksessa väärin käsiin joutuneen tiedon hyödyntäminen. (Järvinen 2002, 22.)

Eheydellä pyritään varmistamaan tiedon säilyminen sellaisena, kun se on tarkoitettu. Eli estetään ulkopuolisten tahojen luvaton tiedon muokkaaminen tai poistaminen. Eheys on rikkoutunut esimerkiksi silloin, kun hakkeri on murtautunut jollekin www-sivulle ja lisännyt sinne vaikka oman nimimerkinsä. Eheys voi rikkoutua myös tiedonsiirrossa tapahtuvan tiedon vahingoittumisen seurauksena. Esimerkiksi tiedoston siirrossa tapahtuva tiedonsiirtovirhe voi muuttaa tekstitiedoston lukukelvottomaksi. Tietotekniikassa eheyden saavuttamiseen käytetään muun muassa erilaisia tiedonsiirtoprotokollia, tarkistussummia, lokitiedostoja ja palomureja. Palomureilla estetään verkossa olevan tiedon luvaton muokkaaminen ja poistaminen. Lokitiedostoon kirjataan palomuurin tapahtumat ylös, josta niitä voidaan myöhemmin tarvittaessa tarkastella. Tarkistussumman avulla tutkitaan kopion ja alkuperäisen tiedoston vastaavuutta, kun taas tiedonsiirtoprotokollat pyrkivät estämään tiedonsiirtovirheet. (Järvinen 2002, 22 – 23.)

Saatavuudella tarkoitetaan sitä, että tieto on aina saatavilla, kun sitä tarvitaan. Saatavuus turvataan tietojärjestelmien toiminnan turvaamisella. Kun tietojärjestelmät toimivat, niin haluttu tieto on aina saatavilla tarvittaessa. Toimistoissa tämä tarkoittaa yleensä työaikaa, mutta monissa yleisissä verkkopalveluissa tietojärjestelmien on toimittava yöstä päivää ilman taukoja, jolloin joustavien varajärjestelmien merkitys kasvaa. Tietojärjestelmien toimintaa pyritään turvaamaan monilla eri tavoilla. Tehdään varmuuskopioita, käytetään kiintolevyjen peilaustoimintoja ja suoritetaan pitkäaikaisarkistointia. Käytetään erilaisia tekniikkaa suojaavia järjestelmiä, kuten UPS:a (Uninterruptible power supply) jännitepiikkejä vastaan. Tietenkin laitteet myös suojataan fyysisiltä uhilta, kuten esimerkiksi vesivahingoilta. (Järvinen 2002, 23.)

3.7.4 Tieturvan muut osa-alueet

Edellä mainittujen asioiden lisäksi tietoturvassa pyritään täyttämään myös kolme muuta periaatetta: todennus, pääsynvalvonta ja kiistämättömyys.

Todennus on näistä yleisin tapahtuma, ja sitä tarvitaan luottamuksellisuuden varmistamiseksi. Kaikki todentavat jotain päivittäin, esimerkiksi tuttuja ihmisiä tai esineitä. Mutta tekninen todentaminen onkin jo vaikeampaa. Kuinka varmistaa, että sähköpostinlähettäjä on se, kuka väittää olevansa? Tietokoneella tehtyjä dokumentteja tai viestejä ei voi todentaa fyysisesti, joten on ollut pakko kehittää muita keinoja. (Järvinen 2002, 24.)

Käyttäjät todennetaan yleensä salasanoilla ja käyttäjätunnuksilla, joskin erilaiset biotodennusmenetelmät ovat tehneet tuloaan. Esimerkiksi sormenjälkeen perustuva todennus on jo melko yleistä. Ihmiset eivät todenna laitteita, vaan laitteet todentavat yleensä toisensa erilaisten salauksien avulla. Verkkotiedon tai palvelujen todentaminen on melko vaikeaa. Yleensä todennus tapahtuu verkko-osoitteen perusteella. Parempi vaihtoehto olisi kuitenkin käyttää esimerkiksi SSL-varmenteita. (Järvinen 2002, 24 – 25.)

Pääsynvalvonnalla huolehditaan siitä, että esimerkiksi verkkoon ei pääse muita kuin todennettuja käyttäjiä. Tästä huolehtii esimerkiksi käyttöjärjestelmä tai erillinen sovellus. Osa pääsynvalvontaa on myös käyttäjien seuranta. Kaikki käyttäjien tekemiset kirjautuvat lokitiedostoihin, jolloin myöhemmin huomattua väärinkäyttöä on helppo selvittää lokitiedostoja tutkimalla. (Järvinen 2002, 27.)

Kiistämättömyys on erittäin tärkeää sähköisessä kaupankäynnissä. Jos asiakas ei esimerkiksi saa tilaamaansa tavaraa, on hänen pystyttävä todistamaan tilaus ja maksutapahtuma kiistattomasti. Toisaalta myös kauppiaan on pystyttävä todistamaan se, että hän on lähettänyt kauppatavarana, jos näin on tapahtunut. Kiistämättömyyteen pyritään eheyden ja todennuksen yhteiskäytöllä, jonka lisäksi se edellyttää tietysti osto ja tilaustapahtumien aikaleimaamista ajankohdan varmistamiseksi. (Järvinen 2002, 28.)

3.7.5 Yrityksen tietoturva

Yrityksen tietoturva kattaa monta osa-aluetta, ja se tulisi toteuttaa mahdollisimman kattavasti parhaan turvan saavuttamiseksi. Se kattaa kaikkea tilojen fyysisistä ominaisuuksista henkilöstöön saakka. Seuraavassa on lueteltuna tärkeimpiä kohtia yrityksen tietoturvasta teknisestä näkökulmasta katsottuna. (Järvinen 2002, 112.)

- Tietoliikenteen turvaaminen: Pyritään salaamaan siirrettävä tieto ja varmistamaan sen eheys. Yhteydet pyritään pitämään jatkuvassa toiminnassa.
- Laitteiston turvaaminen: Pyritään turvaamaan tietokoneiden ja tietoliikennelaitteiden toiminta erilaisissa vikatilanteissa, jotta tietoa ei häviäisi ja se olisi jatkuvasti saatavilla.
- Ohjelmistoturvallisuus: Pyritään suojaamaan ja rekisteröimään käytettävät ohjelmistot, jotta hakkerit ja virukset pysyvät poissa.
- Tietoaineistoturvallisuus: Pyritään käsittelemään kerättyä ja arkistoitua tietoa siten, että se ei tuhoudu tai joudu väärin käsiin.
- Yksityisyyden suoja: Pyritään estämään henkilökunnan tai yrityksen yksityisten tietojen väärinkäytökset ja niiden joutuminen väärin käsiin.

Näihin tavoitteisiin yritetään päästä käyttämällä tietoturvaohjelmistoja, palomureja ja erilaisia käyttäjätunnistusmenetelmiä. Yrityksen tietoturvan tärkein yksittäinen asia on kunnollisen tietoturvapolitiikan laatiminen. Tietoturvapolitiikka on johdon hyväksymä malli siitä, että miten tietoturva toteutetaan ja mihin sillä pyritään. Se linjaa myös sen, miten yritys sitoutuu kehittämään tietoturvaa tulevaisuudessa, sillä sitä hyvä tietoturva vaatii. Pelkkä politiikka ei kuitenkaan riitä vaan se on saatava myös jalkautettua henkilökunnan pariin. Henkilökunta on syytä kouluttaa tietoturvalliseen toimintaan, sillä tietoturva on vain niin vahva kuin sen heikoin lenkki. (Järvinen 2002, 112–113.)

4 LAITE- JA TIETOLIIKENNEYHTEYSVERTAILU

4.1 Taustatietoa

Työssä on tarkoituksena löytää toimiva ja kustannustehokas toimistotekninen ratkaisu pk-yrityksen tarpeisiin. Tässä osiossa vertaillaan eri laitteita ja erilaisia yhteysratkaisuja keskenään. Vertailun kohteena ovat kytkimet, palomuurit, palvelimet, työasemat, internetyhteydet ja puheyhteydet. Laitteita, ohjelmistoja ja yhteyksiä myös analysoidaan käytettävyyden, kustannustehokkuuden ja pk-yrityksen tarpeiden suhteen. Vertailuun tulevat laitteiden ominaisuuksien lisäksi niiden hinnat, joita ei tosin euromääräisesti ilmoiteta. Hinnat ilmoitetaan indekseinä siten, että edullisin vertailuryhmän laite tai tuote saa indeksiksi 1:n ja loput suhteutetaan siihen. Vertailun laitteet ja yhteydet valittiin tiettyjen valmistajien tuoteperheistä, sillä Ictum edustaa juuri niitä. Näistä perheistä valittiin tarkempaan vertailuun ja esittelyyn muutamia hyvin pk-yrityksille soveltuvia laitteita jokaisesta kategoriasta. Nämä valitut laitteet edustavat pk-yrityksille riittävää teknistä tasoa ja pk-yritysten arvostamaa käyttömukavuutta ja kustannustehokkuutta.

Esimerkkikokoonpano pyrittiin rakentamaan keskiverto pk-yrityksen vaatimukset täyttäväksi kokonaisuudeksi. Siinä ei lähdetty hakemaan maksimaalista suorituskykyä tai edullisinta hintaa, vaan pyrittiin löytämään sopiva ratkaisu useimpien pk-yritysten tarpeisiin. Laitteita esimerkkikokoonpanoon valittiin vain yksi kustakin kategoriasta, sillä kokoonpanon tarkoituksena on esitellä toimiva ja kustannustehokas pohja, jota voi halutessaan helposti laajentaa, niin paljon kuin haluaa. Jos haluaa vaikka useamman erillisen fyysisen lähiverkon, niin voi ostaa useampia samanlaisia kytkimiä.

Esimerkkikokoonpanon internetyhteys ja puheyhteyspalvelut tulevat Soneralta jonka kautta saadaan myös tietoturvaohjelmistot. Kokoonpanoon valitaan yksi palomuri, jonka kautta liikenne suodatetaan kytkimelle, johon työasemat ja palvelin on kytketty. Kokoonpanoon tulee siis yksi palvelin, joka tässä tutkimuksessa valitaan Fujitsu-Siemensin mallistosta. Palvelin sisältää ja hallinnoi esimerkiksi verkon yhteisiä resursseja ja sovelluksia, jonka lisäksi se voi sisältää erilaisia käyt-

täjäprofiileja eritasoisille käyttäjille. Palvelinlaitteisto sisältää usein myös sähköpostipalvelimen. Internetpalvelinta esimerkkikokoonpanoon ei tule, koska sille ei pk-yrityksessä ole kovin isoa tarvetta ja sen tuottamat palvelut saa hoidettua ulkoistamalla huomattavasti helpommin. Puheyhteydet ja puheyhteyspalvelut valitaan myös keskiverto pk-yrityksen tarpeiden mukaan. Esimerkkikokoonpanoon valitaan lisäksi yksi monitoimilaite Sharpin mallistosta. Monitoimilaite tulee toimimaan verkkolaitteena, jota kaikki voivat käyttää omilta työpisteiltään.

WLAN-laitteet jäävät tästä vertailusta pois, sillä alun perin esimerkkikokoonpano oli tarkoitus rakentaa Ictumin tiloihin, ja koska tiloissa on hyvät kaapeloinnit, päätettiin pysytellä langallisissa ratkaisuissa. Toinen syy langalliseen ratkaisuun on sen parempi ja helpommin toteutettava tietoturva. Toki langaton ratkaisu on monille yrityksille loistava ja kustannustehokas ratkaisu, etenkin jos yrityksen tilojen kaapeloinnit eivät ole kunnossa. VoIP-ratkaisut jätetään pois, siksi että ne eivät tuo merkittävää etua pk-sektorilla toimittaessa. VoIP -tekniikan edut alkavat näkyä kunnolla vasta siinä vaiheessa, kun yrityksellä on toimipisteitä myös ulkomailla, jolloin VoIP laskee kansainvälisten toimipisteiden välisien puheluiden hintaa huomattavasti. Puelinlaitteita ei myöskään vertailtu, sillä useimmilla yrityksillä on jo matkapuhelimet entuudestaan, ja suurimmalle osalle riittää aivan perustason puhelimet. Ictum ei myöskään edusta mitään puhelinvalmistajaa, joten laitekirjo olisi ollut kohtuuttoman suuri.

4.2 Tiedonsiirtoyhteydet

4.2.1 Yleistä tiedonsiirtoyhteyksistä

Yrityksen sisäinen lähiverkko on tullut osaksi useita yrityksiä. Kaikki käy nopeammin, kun kaikkea tietoa ei tarvitse itse kuljettaa paikasta toiseen paperilla. Paperin käyttö siis vähenee huomattavasti. Myös tulostus käy kätevästi omalta työpisteeltä lähiverkossa olevan monitoimilaitteen avulla. Lähiverkkoratkaisussa päädyttiin siis langalliseen ethernet-pohjaiseen ratkaisuun. Tähän päädyttiin Ictumin tilojen hyvän kaapeloinnin ja langallisen verkon paremman tietoturvan vuok-

si. Tietysti langaton WLAN-pohjainen ratkaisu on hyvä vaihtoehto, jos kaapeloinnit eivät ole kunnossa tai työntekijät liikkuvat tiloissa jatkuvasti paikasta toiseen.

Tiedonsiirtoyhteys ulkomaailmaan on nykyään jo osa kaikkien yritysten liiketoimintaa. Internetin välityksellä hoidetaan usein tilaukset ostot, ja kommunikaatio toisten yritysten kesken. Internetistä löytyy myös nopeasti tietoa ja vastauksia, mikä on erittäin tärkeää nopeita päätöksiä tehtäessä. Tiedonsiirtoyhteydet ulkomaailmaan valittiin Soneran mallistosta. Soneralta löytyy pk-yrityksille kaksi erilaista yhteysratkaisua. Kevyempi Easy Access ja hieman järeämpi Company Access. Soneralta löytyy myös Corporate Access yhteys, mutta se on suunnattu suurille yrityksille. Kannattaa huomata, että monelle pienelle yritykselle riittää myös aivan yksityiskäyttöön tarkoitetut internetyhteydet. Yrityspuolen ratkaisut tuovat kuitenkin monia lisäpalveluita, joita ei saa yksityiskäyttöön tarkoitettuihin yhteyksiin.

4.2.2 Vertailtavat internetyhteydet

Soneran Business Internet Easy Access -yhteys on hyvä perustason ADSL-internetyhteys pk-yrityksille. Yhteys sisältää yhteyden lisäksi myös verkkopalomuurin ja yhteys on koko ajan palveluntarjoajan valvonnassa. Tietoturvaa voidaan myös lisätä roskapostinsuodatus- ja virustorjuntapalveluilla. Virustorjunta- ja roskapostinsuodatuspalvelut toteutetaan välityspalvelimina, joiden läpi yrityksen liikenne kierrätetään. Easy Accessiin saa lisäpalveluna WLAN-palvelun, jolloin palveluntarjoaja toimittaa valmiiksi säädetyn WLAN-tukiaseman, ja asiakkaan täytyy huolehtia itse työasemiensa langattomista verkkokorteista ja niiden asetuksista. Easy Access-yhteyteen saa lisättyä myös sähköposti-, nimi- ja kotisivupalvelut. (Sonera Business Internet Easy Access 2007.)

Yhteyden mukana toimitetaan ADSL-modeemi/reititin joten yhteyden toimintaan saattamiseksi ei tarvitse hankkia lisää laitteita. Verkkopalomuuuri on säädetty valmiiksi, eikä sen asetuksiin voi itse vaikuttaa. Verkkopalomuuuri tukee kuitenkin standardinmukaisia VPN-yhteyksiä, joten esimerkiksi etätyöntekijät voivat olla

yhteydessä yrityksensä palveluihin. Easy Access-yhteys on nimensä mukaisesti erittäin helppo ottaa käyttöön. Yrityksen ei tarvitse huolehtia kuin omista laitteistaan, ja palveluntarjoajan asentajat hoitavat muun. Verkkopalomuurin, roskapostinsuodatus- ja virustorjuntapalvelujen ansiosta, ylläpitoonkaan ei kulu yrityksen resursseja. Nopeusvaihtoehtoja on neljä ja ne on esitelty myöhemmin taulukossa 1. Vikatilanteissa auttaa palveluntarjoajan yritysasiakas- ja keskitetty vianhallintapalvelu jotka sisältyvät kuukausimaksuun. Easy Access yhteys ei tarjoa kiinteitä julkisia IP-osoitteita, mikä rajoittaa yhteyden tarjoamien palveluiden määrää. Easy Access on luonnollisesti edullisempi yhteys ja sen hintaindeksi on 1. (Sonera Business Internet Easy Access 2007.)

Sonera Business Internet Company Access on jo hieman järeämpi ADSL- / SHDSL-yhteyksratkaisu. Se sisältää kaikki samat palvelut kuin Easy Access, ja vielä tukun uusia. Suurimpana erona Easy Accessiin siinä on kiinteät julkiset I - osoitteet, joiden avulla yritys voi muun muassa tarjota sisäverkkonsa palveluja internetiin. Tällöin esimerkiksi yrityksen kotisivut voivat sijaita yrityksen omalla ja omissa tiloissa sijaitsevalla palvelimella. Yhteys sisältää myös mahdollisen palomuurin, jonka saa joko verkkopalveluna tai laiteratkaisuna. Lisäksi yhteys sisältää perustason ylläpidon, jolloin esimerkiksi vikaantunut ADSL-modeemi/reititin vaihdetaan veloituksetta uuteen. Tietysti käytössä on myös palveluntarjoajan yritysasiakaspalvelu, ja keskitetty vianhallintapalvelu auttaa vikatilanteissa. Company Access mahdollistaa myös useampien toimipisteiden liittämisen internetin yli samaan verkkoon. Toimipisteiden maksimimäärä on 15, joka riittää jo isommallekin pk-yritykselle. Tällöin toimipisteet liikennöivät keskenään suljetussa verkossa palveluntarjoajan palomuuripalvelujen hoitaessa suojauksen. Tämä on hyvä ja helppo ratkaisu monen toimipisteen pk-yrityksille, joissa ei ole tietotaitoa tai resursseja oman VPN-ratkaisun luomiseen ja ylläpitämiseen. Company Access yhteys mahdollistaa epäsymmetristen ADSL -yhteyksien lisäksi myös symmetrisiä SHDSL -yhteydet, jolloin lähtö ja paluukanavan nopeudet ovat identtiset. Nopeudet on esitelty myöhemmin taulukossa 1. (Sonera Business Internet Company Access, 2007.)

4.2.3 Internetyhteyksien vertailu ja valinta

Yhteyden valinta riippuu hyvin pitkälti yrityksen tarpeista. Pienemmälle pk-yritykselle, jolla ei ole tarvetta omalle internet- tai sähköpostipalvelimelle, Easy Access-yhteys riittää mainiosti. Mutta jos on tarvetta tuoda palveluja omasta sisäverkosta internetiin, on Company Access hyvä vaihtoehto, sillä Easy Access ei sisällä kiinteitä julkisia IP-osoitteita. Easy Accessiin ei saa myöskään kuin yhden megabitin paluukanavan, joka rajoittaisi myös palvelujen toimivuutta. Molemmat yhteysratkaisut tarjoavat mahdollisuuden verkkopalomuriin, mutta Company Accessiin on mahdollista ottaa myös laitepohjainen palomuri ja sen verkkopalomuriakin voi itse säätää. Näillä ei periaatteessa ole tämän tutkimuksen kannalta merkitystä, sillä esimerkkikokoonpanoon tulee joka tapauksessa erillinen palomuurilaite.

Company Access mahdollistaa Company Access Network-lisäpalvelun, jonka avulla useamman toimipisteen saa samaan suljettuun verkkoon ja jonka turvallisuudesta Sonera huolehtii. Company Access Network on siis Soneran tarjoama VPN-ratkaisu. Tämä tuo tietysti yhteydelle lisähintaa, jolloin VPN-yhteys kannattaa hoitaa itse, jos yrityksestä löytyy tietotaitoa ja toimipisteitä ei ole montaa. Molempien yhteyksien maksiminopeus on verkosta käyttäjälle päin kahdeksan megabittiä sekunnissa, mikä riittää useimmille pk-sektorilla toimiville yrityksille. Company Access mahdollistaa myös symmetriset SHDSL-yhteyden käyttämisen, jonka maksimaalinen tiedonsiirtonopeus on neljä megabittiä sekunnissa kumpaankin suuntaan. Molemmat yhteysratkaisut ovat saatavilla avaimet käteen -periaatteella, jolloin asiakkaan ei tarvitse huolehtia niiden käyttöönotosta. Molemmat liittymät riittävät nopeutensa puolesta suurimmalle osalle pk-yrityksiä.

TAULUKKO 1. Internetyhteyksien ominaisuuksia (Sonera Business Internet, 2007.)

Internet-yhteys	Nopeusvaihtoehdot Mbps		Kiinteät julkiset IP-osoitteet	Hinta
	DownLink	UpLink		
Easy Access	1 / 2 / 8	1	Ei	1
Company Access	1 / 2 / 4 / 8	1 / 2 / 4	Kyllä	2

Esimerkkikokoonpanoon valittiin Company Access liittymä. Suurin syy tähän valintaan on Company Access -liittymän mahdollistamat kiinteät julkiset IP-osoitteet ja mahdollisuus isompaan kaistaan ulkoverkkoon päin. Niiden avulla yritys voi muun muassa halutessaan tarjota jouhevasti omia palvelujaan sisäverkkostaan julkiseen verkkoon. Vaikka esimerkkikokoonpanoon ei tule esimerkiksi internetpalvelinta, niin Company Access liittymä mahdollistaa sen lisäämisen helposti jälkikäteen. Hintaindeksien ero on selkeä, mutta mahdollinen symmetrisen yhteyden käyttö nostaa huomattavasti Company Accessin hintaindeksiä. Pelkäämään ADSL-vaihtoehtoa tarkasteltaessa Company Accessin hintaindeksi on huomattavasti pienempi. Liittymän mukana saadaan myös esimerkkikokoonpanon virustorjunta- ja roskapostinsuodatuspalvelut.

4.3 Tiedonsiirtoyhteyslaitteet

4.3.1 Kytkimet

Vertailtavat kytkimet valittiin D-linkin ja ZyXELin tuoteperheistä. Kytkimien käytön helpous ja vaivattomuus ovat erittäin tärkeitä seikkoja pk-sektorilla. Vain yksi vertailuun valituista kytkimistä on hallittavissa, sillä pienemmillä yrityksillä on harvemmin resursseja säätää ja hallinnoida laitteita itse. Pienemmissä yrityksissä ei ole usein myöskään tarvetta kovin monelle erilliselle lähiverkolle. Tieto-

turvallisuusominaisuuksilla ei ole tässä tapauksessa niin paljoa merkitystä, sillä ratkaisuun tulee lisäksi myös erillinen palomuurilaite, joka hoitaa tämän puolen. Kytkimille oli pari perusvaatimusta: portteja piti olla vähintään kahdeksan ja nopeuden luokkaa 100/1000 megabittiä sekunnissa. ZyXELiltä ja D-Linkiltä löytyy lukuisia nämä vaatimukset täyttäviä malleja, mutta vertailuun valittiin neljä laitetta, kaksi kummaltakin valmistajalta. Laitteet soveltuvat kaikki hyvin pk-yrityksen käyttöön. Vertailuun ei otettu laitteita aivan mallistojen ääripäistä, vaan koetettiin valita laitteita, jotka sopisivat tarpeeksi monipuoliseen käyttöön, mutta eivät maksa kuitenkaan liikaa.

D-Link DES-1024D on tehokas, ei hallittu, pöytämallinen fast ethernet kytkin. Kytkimen maksimaalinen tiedonsiirtonopeus on 100 megabittiä sekunnissa ja kuitukapasiteetti 4800 megabittiä sekunnissa. Nämä riittävät hyvin useimmille pk-yrityksille, sillä niissä harvemmin tarvitaan maksimaalista tiedonsiirtokapasiteettia. DES-1024D on varustettu 24 kappaleella nopeuden ja risti- ja suorakytkennän automaattisesti tunnistavalla portilla, joten asiakkaan ei tarvitse huolehtia siitä, ovatko kaapelit ristiin vai suoraan kytkettyjä. Käyttöönotto on helppoa, sillä kytkin on kytke ja käytä -tyyppiä. Mitään asetuksia ei siis tarvitse itse säätää, vaan kytkin tunnistaa siihen kytketyt linjat automaattisesti ja säätää portit niiden mukaisesti. Laitteen mitat ovat 44 mm*280 mm*180 mm ja siinä on viiden vuoden takuu. DES 1024D on kytkinvertailun edullisin laite, joten sen hintaindeksi on 1. (D-Link Systems 2007.)

D-Link DES 1016R+ on 16-porttinen, ei hallittu, fast ethernet kytkin, jonka tiedonsiirtonopeus on 100 megabittiä sekunnissa. Kaikki portit tunnistavat automaattisesti liikennöintinopeuden. Ne tunnistavat myös sen, onko porttiin kytketty johto ristiin vai suoraan kytketty, ja säätävät sen mukaan. Nopeus riittää kevyempään ja normaaliin käyttöympäristöön hyvin, ja se ei tarvitse hallinnointia, joten käyttäminen on vaivatonta ja käyttöönotto nopeaa. DES 1016R+ malliin saa lisälaitteena kuitumoduulin, jonka avulla myös kuituyhteydet ovat käytettävissä. Kytkimellä on viiden vuoden takuu. DES 1016R+ mitat ovat 44 mm*441 mm*207 mm ja se on telineeseen asennettava malli. DES 1016R+ on vertailun toiseksi edullisin kytkin ja sen hintaindeksi on 1,42. (DES 1016R+ 2007.)

ZyXEL GS-1116 on 16-porttinen, ei-hallittu, yhden gigabitin ethernet kytkin. Sen maksimaalinen siirtonopeus on 1 000 megabittiä sekunnissa ja kytkentäkyky 32 000 megabittiä sekunnissa. Nämä ovat varmasti riittävät suoritusarvot pk-yritykselle ja riittävät jo vaativammassakin käytössä. Laite on kytke ja käytä -mallia, joten mitään alkuasennuksia ei tarvita. Riittää kun kytkee johdot, niin portit tunnistavat nopeudet ja mahdolliset ristiin kytketyt kaapelit automaattisesti. Laitteessa on kaksi mini-GBIC paikkaa, jotka mahdollistavat myös valokuituyhteyksien käyttämisen laitteen kanssa. Kytkintä voi käyttää työpöydällä, mutta sen voi asentaa myös telineeseen. Kytkimellä on elinikäinen takuu. GS-1116:n fyysiset mitat ovat 44 mm*440 mm*224 mm. Tämä kytkin on vertailun kallein laite, ja sen hintaindeksi on 4,45. (ZyXELL GS-1116A 2007.)

ZyXEL ES-2024 on pk-yrityksille suunnattu, webkäyttöliittymällä hallinnoitava, fast ethernet-kytkin. Siinä on 24 kappaletta 10/100 megabitin ethernet-porttia ja kytkimen maksimaalinen tiedonsiirtonopeus on 100 megabittiä sekunnissa. kytkentänopeus on puolestaan 8 800 megabittiä sekunnissa. Nämä suoritusarvot ovat riittävät suurimmalle osalle pk-yrityksistä. Kytkimestä löytyy myös kaksi mini-GBIC paikkaa, joiden avulla gigabitin kupari- tai kuituyhteyden kytkentä laitteeseen on myös mahdollista. Kytkin tukee virtuaalisia lähiverkkoja eli VLAN:a ja sen ohjelmisto on mahdollista päivittää FTP:lla (File Transfer Protocol). ES-2024 -malli tukee myös SNMP (Simple Network Management Protocol) protokollaa ja laitteen porttikohtaisia nopeuksia voi säätää mielensä mukaan. Laitteen mitat ovat 46 mm* 438 mm*173 mm ja se on telinemallinen. ES-2024:ssä on elinikäinen takuu, ja sen hintaindeksi on 2,28. (ZyXELL ES-2024A M 2007.)

4.3.2 Kytkimien vertailu ja valinta

Nämä kaikki neljä kytkintä soveltuvat ominaisuuksiensa puolesta pk-yrityksien käyttöön. Se, mikä niistä kannattaa ottaa, riippuu hyvin pitkälti yrityksen toimialasta ja tarpeista. Edullisin D-linkin DES 1024D on aivan riittävä nopeudeltaan ja ominaisuuksiltaan useimpien pk-yrityksen tarpeisiin. D-linkin kalliimmassa DES-1016R+-mallissa ei ole muuta parempaa kuin se, että siihen saa tuotua erillisen moduulin avulla myös kuituyhteyden. Toisaalta siinä on vähemmän portteja kuin edullisemmassa DES 1024D-mallissa. ZyXELin molemmat kytkimet ovat selvästi D-Linkin kytkimiä kalliimpia. Vertailun kallein kytkin ZyXEL GS-1116 on ainoa gigabitin nopeusluokan kytkin. Aivan tavallisessa toimistokäytössä sen nopeudesta ei ole paljoa hyötyä, mutta esimerkiksi graafiseen suunnitteluun tai raskaaseen mallinnukseen suuntautuneessa pk-yrityksessä kytkimen suuri siirtonopeus voi osoittautua tarpeelliseksi.

ZyXEL ES-2024 on vertailun ainoa hallittava kytkin. Tämä tuo yritykselle monia mahdollisuuksia erilaisten toimintojen muodossa. Sillä voi luoda esimerkiksi virtuaalisia lähiverkkoja, jolloin samaan lähiverkkoon kuuluvat laitteet voivat sijaita eri puolilla rakennusta. Kytkin tukee myös SNMP:a joka mahdollistaa muun muassa sen etävalvonnan ja hallinnan. Toisaalta laitteen käyttöönotto voi olla monimutkaisempaa kuin vertailun muissa kytkimissä, jotka ovat varmasti käyttövalmiita heti johtojen kytkemisen jälkeen. Hallittava kytkin voi vaatia aina myös jonkin verran hallinnointia asetusten asettamisen jälkeenkin, jolloin yritykseltä tulisi löytyä osaavaa henkilökuntaa myös siihen. Toisena vaihtoehtona yrityksen on ulkoistettava hallinnointi, joka ei myöskään ole ilmaista. Seuraavassa taulukossa (TAULUKKO 2) on esitelty joitakin kytkimien ominaisuuksia.

TAULUKKO 2. Kytkimien ominaisuuksia (Hallittavat kytkimet 2007, Gigabit ethernet 2007, DGS-1024D 2007, DES-1016R+ 2007)

Kytkimet	Ethernetportit (kpl*Mbps)	Halittavuus	Mitat mm. (h, w, d)	Reitityskyky (Mbps)	Hinta
D-Link DES-1024D	24 * 10/100	Ei	44*280*180	4 800	1
D-Link DES-1016R+	16 * 10/100	Ei	44*441*207	8 800	1,42
ZyXEL GS-1116	16 * 10/100/1000	Ei	44*440*224	32 000	4,45
ZyXEL ES-2024	24 * 10/100	kyllä	46*438*224	8 800	2,28

Esimerkkikokoonpanoon valittiin D-Linkin DES-1024D, joka on vertailun edullisin malli. DES-1024D mallissa on riittävästi portteja ja sen nopeus riittää useimpien pk-yritysten tarpeisiin. Sen käyttöönotto ja käyttö on nopeaa ja helppoa ja lisäksi siinä on viiden vuoden takuu. Periaatteessa myös muut mallit täyttivät kaikki kriteerit, mutta niiden tuomat lisäominaisuudet, eivät olleet tässä tapauksessa riittävän hyödyllisiä, jotta ne olisivat kompensoineet kytkimien korkeamman hinnan. Hallittu kytkin on tietysti hyvä valinta, jos tarvitaan useita erillisiä lähiverkkoja. Varsinkaan pienemmissä yrityksissä erillisille lähiverkoille ei kuitenkaan ole juuri tarvetta, ja hallittavat kytkimet ovat lisäksi kalliimpia. Usein tuleekin edullisemmaksi ostaa kaksi ei-hallittua kytkintä yhden hallittavan kytkimen sijaan, jolloin saadaan jo kaksi erillistä lähiverkkoa.

4.3.3 Palomuurit

Myös palomuuuri valittiin D-Linkin ja ZyXELin tuoteperheiden sisältä. Palomuuria valittaessa yksi tärkeimpiä kriteerejä oli VPN-yhteensopivuus ja suorituskyky. Nykyään monilla pk-yrityksilläkin on hajallaan sijaitsevia toimitiloja, joiden on kuitenkin hyvä olla jatkuvassa yhteydessä toisiinsa. VPN on kustannustehokkain tapa toteuttaa tämä turvallisesti, joten palomuurin VPN-tuki ja toimivuus on tärkeä asia. Muita tärkeitä seikkoja valintoja tehtäessä olivat tietysti myös käytön helppous, palomuurin yleiset suojausominaisuudet ja hinta. Palomuurin ainoana vaatimuksena oli VPN-tuki LAN to LAN ja VPN-client yhteyksille. Vertailuun valitut palomuurit tukevat siis kaikki VPN-yhteyksiä ja ne on valittu mallistojen keskivaiheilta jättäen kalleimmat ja halvimmat mallit pois. Kaikkien laitteiden suorituskyky riittää suurimmalle osalle pk-yrityksistä.

ZyXEL ZyWALL 5 UTM on SPI (Stateful Packet Inspection) palomuuuri, jossa on neljä LAN -porttia ja yksi WAN (Wide Area Network) -portti. Siinä ei ole erillisiä DMZ (DeMilitarized Zone) -portteja, mutta jokaisen LAN-portin voi halutessaan muuttaa DMZ-portiksi. DMZ-portin takan sijaitsee niin kutsuttu eteisverkko. Eteisverkossa sijaitsee yleensä internetpalvelimet tai muut julkiseen verkkoon tarjottavat palvelut. Vaikka eteisverkkoon murtauduttaisiinkin, on sisäverkko vielä palomuurin suojaamana. Laitteessa on palomuuriominaisuuksien lisäksi myös reititysominaisuuksia, joten se toimii myös reitittimenä. Koska kyseessä on SPI-palomuuuri, niin se tarkkailee koko ajan erityyppisiä yhteyksiä ja niiden kautta kulkevia paketteja ja hyväksyy vain oikeanlaiset paketit oikeanlaisen yhteyden yli. Palomuurissa on suojaukset palvelunesto- ja hajautettuja palvelunestohyökkäyksiä vastaan ja se tukee myös RADIUS-palvelun käyttöä. Tuettuja salauksia ovat AES, 3DES ja DES. (ZyXEL ZYWALL 5 UTM 2007.)

ZyWALL 5 mahdollistaa kymmenen yhtäaikaista IPSecurityllä toteutettua VPN-yhteyttä, jotka riittävät useimpien pk-yritysten tarpeisiin. Palomuurin suorituskykykin riittää useimmille pk-yrityksille. Puhdas salaamattoman liikenteen suorituskyky on 65 megabittiä sekunnissa, ja VPN -suorituskyky on 25 megabittiä sekunnissa. UTM (Unified Threat Management) suorituskyky on 12 megabittiä sekunnissa. UTM-ominaisuudet sisältävät muun muassa virustorjuntaa ja tunkeutu-

misenesto-ominaisuuksia, ja niiden käyttöönotto vaatii erillisen kiihdytinkortin ja lisenssin. Palomuurissa on selainpohjainen hallintakäyttöliittymä ja erillisellä CardBus WLAN kortilla siitä saa myös langattoman IEEE 802.11b/g tukiaseman. Laitteessa on kolmen vuoden takuu, ja se on vertailun toiseksi kallein laite. ZyWALL 5 UTM mallin hintaindeksi on 2. (ZyXEL ZYWALL 5 UTM 2007.)

ZyWALL 35 UTM malli on neljä LAN-porttia ja kaksi WAN-porttia sisältävä SPI palomuri. Se on hyvin pitkälti sama laite kuin ZyWALL 5 UTM-malli, mutta ominaisuuksia ja suorituskykyä on jonkin verran lisätty. Laite tukee 35:ä yhtäaikaista IPSecuritylla toteutettua VPN-yhteyttä. Puhdas suorituskyky on 70 megabittia sekunnissa ja VPN-suorituskyky on 30 megabittia sekunnissa. UTM-suorituskykykin on nostettu 15 megabittiin sekunnissa. Nämä suoritusarvot riittävät useimmille pk-sektorilla toimiville yrityksille. Palomuurissa on lisäksi toinen WAN-portti varainternetyhteydelle ja kuormantasausominaisuudelle. Muilta osin ominaisuudet ovat samat kuin ZyWALL 5 UTM-mallissa. ZyWALL 35 UTM-mallissa on kahden vuoden takuu ja se on vertailun kallein laite. ZyWALL 35 UTM-mallin hintaindeksi on 3,31. (ZyXEL ZYWALL 35 UTM 2007.)

D-Link DFL 200 on SPI palomuri, jossa on neljä LAN-porttia, yksi WAN-portti internetyhteyksille ja yksi DMZ-portti esimerkiksi paikallisia internetpalvelimia varten. Palomuri tukee jopa 80 yhtäaikaista IPsec, L2TP tai PPTP VPN -yhteyttä. Laitteen puhdas suorituskyky on 50 megabittia sekunnissa ja VPN-suorituskyky vähintään 10 megabittia sekunnissa. Nämä riittävät kyllä pienemmälle pk-yritykselle, mutta VPN suorituskyky saattaa muodostua liian alhaiseksi hieman isommissa yrityksissä joissa voi olla käytössä yli 10 megabitin sekuntinopeudella toimivia internetyhteyksiä. Laitteessa on sisäänrakennettu neliporttinen kytkin ja reititysominaisuudet, joten sen kanssa ei ole pakko käyttää erillisiä kytkimiä tai reitittämiä. DFL 200-mallissa on suojaus palvelunestohyökkäyksiä vastaan ja laite havaitsee tunkeutumisyhteykset. Laite tunnistaa automaattisesti, ovatko johdot ristiin vai suoraan kytketty. Palomuri tukee kaukohallintaa SNMP:n, HTTP:n (Hyper Text Transfer Protocol) ja HTTPS:n (Hyper Text Transfer Protocol Secure) välityksellä. DFL 200:ssa on webkäyttöliittymä, jonka avulla käyttöönotto ja hallinnointi onnistuvat helpommin. Palomuurin tukemia salausalgoritmeja.

ritmeja ovat DES, 3DES ja SHA-1 ja laitteessa on vuoden takuu. DFL 200 on vertailun edullisin laite, ja sen hintaindeksi on tällöin 1. (DFL-200 2007.)

D-Link DFL 210 on todella monipuolinen SPI palomuuuri. Siitä löytyy neljä LAN-porttia, yksi WAN-portti internetyhteyksille ja yksi DMZ-portti paikallisille internetpalvelimille. DMZ-portin voi halutessaan muuntaa toiseksi WAN-portiksi, jolloin siihen voi kytkeä varainternetyhteyden, joka otetaan käyttöön jos pääyhteys katkeaa. Palomuurin puhdas suorituskyky on 80 megabittiä sekunnissa ja VPN-suorituskyky 25 megabittiä sekunnissa. Palomuuuri mahdollistaa jopa 100 yhtäaikaista IPsec, PPTP tai L2TP VPN-yhteyttä. Nämä suoritusarvot riittävät hyvin useimmille pk-yrityksille. Laite sisältää kytkimen ja reititysominaisuudet, ja se tukee VLAN:a. Lisäksi laite voi toimia dynaamisena DNS-palvelimena. DFL 210-mallissa on suojaus palvelunesto- ja hajautettuja palvelunestohyökkäyksiä vastaan. Laite tukee SNMP1 ja SNMP2 etähallintaprotokollia, joiden avulla sen etävalvonta ja hallinta onnistuu hyvin. Palomuurissa on myös kätevä webikäyttöliittymä, jonka avulla sen käyttöönotto on helpompaa. Laitteen tukemia salausalgoritmeja ovat DES, 3DES, Blowfish, Twofish, CAST ja AES. Tuettuja käyttäjätunnistustekniikoita ovat RADIUS, LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) ja Active Directory. Laitteessa on vuoden takuu, ja se on vertailun toiseksi edullisin laite. DFL-210:n hintaindeksi on 1,69. (DFL-210/800/1600/2500 2007.)

4.3.4 Palomuurien vertailu ja valinta

Kaikki vertailuun otetut palomuurilaitteet ovat soveliaita pk-sektorilla toimiville yrityksille. Tietysti valintaan vaikuttaa tässäkin tapauksessa pk-sektorin toimiala, koko ja niiden käyttämät tiedonsiirtoyhteydet. Joissain yrityksissä voi olla tarvetta ZyXELin mallien mahdollisille WLAN-tukiasemaominaisuuksille, kun taas toisissa yrityksissä arvostetaan D-Linkin edullisempia hintoja. Kaikista laitteista löytyy suojaus palvelunestohyökkäyksiä vastaan, ja ne ovat kaikki SPI mallia, eli ne tutkivat aktiivisesti avoinna olevia yhteyksiä ja niissä virtaavia paketteja. ZyXELin malleihin on saatavana lisäkortilla UTM, ominaisuudet joihin kuuluvat muun muassa antivirus-, roskapostinsuodatus-, IDP-, (Intrusion Detection & Prevention) eli tunkeutumisen havaitsemis- ja esto- ja sisällön suodatuspalvelut. Nä-

mä kuitenkin vaativat erillisen Turbo Card kiihdytinkortin ja lisenssit, joiden myötä laitteiden hinnat nousevat huomattavasti.

D-Linkin malleissa on mukana ilman erillisiä lisälaitteita IDS (Intrusion Detection System) eli tunkeutumisen havaitsemisjärjestelmä ja sisällönsuodatusominaisuudet. IDS ja sisällönsuodatus sisältyy myös ZyXELin malleihin ilman lisämaksua. Toki IDP on IDS:ä hyödyllisempi, mutta se, kannattaako maksaa palomuriin sisälletyistä roskapostinsuodatuksesta ja virustorjunnasta useita satoja euroja, onkin eri asia, kun ne voi hoitaa myös erillisillä ohjelmistoilla tai palveluntarjoajan kautta. Toisaalta UTM:n avulla kaikki tietoturvapalvelut saa keskitettyä, jolloin niiden hallinnointi on helpompaa, mutta vikatilanteessa menetetään myös kaikki palvelut kerralla.

ZyXELin palomuuereihin on lisämaksusta saatavilla myös kolmen vuoden huoltosopimus, joka kattaa kaikki vikatilanteet. Tämä on monelle pk-yritykselle varmasmieluisa palvelu, sillä monilla yrityksillä ei ole resursseja selvittää vikatilanteita itse. Kaikki palomuurit tunnistavat automaattisesti ovatko johdot suoraan vai rishtiin kytkettyjä. ZyXELin mallit ovat D-Linkin vastaavia jonkin verran tehokkaampia suorituskyvyllisesti, mutta varsinkin D-Linkin järeämpi DFL 210 on riittävä useimpien pk-yritysten tarpeisiin. Koska tehoero on kuitenkin kohtuullisen pieni, niin suorituskyvyn loppuessa D-Linkin mallista, ei mene juuri kauempaa, kun se loppuu myös ZyXELin mallista. ZyXELin malleissa ei myöskään ole erillisiä DMZ-portteja ja sellaisen halutakseen on uhrattava yksi LAN-portti. Toisaalta kalliimmassa ZyWALL 35 UTM-mallissa on kaksi WAN-porttia, joka mahdollistaa varayhteyden luomisen ja kuorman tasauksen käyttämisen. D-Linkin kalliimpaan DFL 210 malliin saa kyllä toisenkin WAN-portin, mutta silloin menetetään DMZ-portti, joka asetetaan toimimaan haluttaessa WAN-porttina. Kaikki vertailun mallit tukevat käyttäjätunnistustekniikoista RADIUS:ta, mutta DFL 210 tukee suoraan myös Active Directoryä ja LDAP:a.

D-Linkin edullisempi DFL 200 on edullisen hintansa vuoksi hyvä valinta pieneen pk-yritykseen, mutta sen VPN suorituskyky ei välttämättä ole riittävä isommassa yrityksessä. ZyWALLit ovat hyvä valinta jos arvostaa sen UTM-ominaisuuksia ja huoltotakuuta. Kannattaa kuitenkin muistaa, että nämä nostavat laitteiden hintaa

huomattavasti. Taulukossa 3 on esitelty joitain vertailtujen palomuurien ominaisuuksia. ZyXELin mallien hintoihin ei ole sisällytetty UTM-ominaisuuksien tai palvelutakuiden hintoja.

TAULUKKO 3. Palomuurien ominaisuuksia (Palomuurit ja VPN 2007, Pk-sektori / tietoturvararatkaisut 2007)

Palomuurit	VPN – yhteydet	Suorituskyky PM / VPN / UTM (Mbps)	Portit (kpl*Mbps)			Hallittavuus	Hintaindeksi
			LAN	WAN	DMZ		
ZyXEL ZyWALL 5 UTM	10	65 / 25 / 12	4* 10/100	1	-	Web, SNMP	2
ZyXEL ZyWALL 35 UTM	35	70 / 30 / 15	4* 10/100	2	-	Web, SNMP	3,31
D-Link DFL 200	80	50 / 10 / -	4* 10/100	1	1* 10/100	Web, SNMP	1
D-Link DFL 210	100	80 / 25 / -	4* 10/100	1	1* 10/100	Web, SNMP	1,69

Esimerkkikokoonpanoon valittiin D-Linkin DFL 210. Vertailluista laitteista siinä on ylivoimaisesti eniten ominaisuuksia, ja kun se on vielä vertailun toiseksi edullisin laite, niin sen hinta-laatusuhdekin on kunnossa. Nopeudessakaan se ei juuri jää ZyWALL 35 UTM mallista jälkeen ja on jopa salaamattomassa suorituskyvyssä parempi. ZyXELin mallit kariutuivat pois kovemman hintansa vuoksi ja hieinan huonompien ominaisuuksiensa vuoksi. Edes kalleimmassa ZyWALL 35 UTM mallista ei löydy yhtä paljon ominaisuuksia, kuin D-Linkin DFL 210 mallista. DFL 210 -mallista löytyy myös hyvät reititysominaisuudet, joten esimerkkikokoonpanoon ei tarvita erillistä reititintä.

4.3.5 Työasemat

Pk-sektorin työasematarve vaihtelee melko suuresti toimialan mukaan. Esimerkiksi mainosalalla vaaditaan tehokkaita raskaan grafiikan luomiseen ja työstämiseen kykeneviä koneita, kun taas esimerkiksi perinteisemmässä toimistoympäristössä, riittää, että koneet jaksavat pyörittää tarvittavia tekstinkäsittely- ja hallintasoveltuksia. Tässä vertailussa on mukana myös raskaampia koneita, vaikka niitä ei esimerkkikokoonpanossa välttämättä tarvita. Tähän päädyttiin, koska kaikki koneet valittiin Fujitsu-Siemensin mallistosta, jolloin tällä tavoin vertailuun saatiin mukaan hieman erilaisia laitteita.

Työasema vertailuun valittiin perinteisien pöytämallien lisäksi kannettavia vaihtoehtoja. Työasemat valittiin Fujitsu-Siemensin tuoteperheestä, joka on melko laaja. Pöytämallisia työasemia on kolme eri tasoa, joten ensin piti valita haluttu taso. Tasot ovat kevyet ja pienikokoiset minityöasemat, normaalit työasemat ja raskaaseen käyttöön tarkoitetut tehotyöasemat. Jokaisella tasolla on useampi erilainen vaihtoehto, joita saa vielä muunneltua hyvin pitkälti omien tarpeidensa mukaan. Valinnat tehtiinkin normaalin toimistotyön vaatimusten mukaan, johon suurin osa vaihtoehtoista soveltuu erinomaisesti. Työasemille ei ollut muita vaatimuksia, kuin verkkokortti ja riittävä määrä muistia ja prosessoritehoa toimistotyöskentelyyn. Fujitsu-Siemensin mallistosta löytyy myös runsaasti kannettavia koneita. Kannettavien työasemien kohdalla valintakriteerit olivat hyvin pitkälti samat kuin pöytämallienkin kohdalla. Pöytämallisten työasemien hintoihin on sisällytetty Fujitsu-Siemensin SCENICVIEW A19 TFT -näytön hinta.

Esprimo E5915 on pöytämallinen työasema. Se edustaa paluuta vanhoihin aikoihin, sillä se on suunniteltu sijoitettavaksi kyljelleen näytön alle, kuten iso osa vanhoista PC koneista sijoitettiin. E5915-malliin suorittimen voi valita tarpeen mukaan Intelin Celeron-, Pentium 4-, Pentium D -ja Core 2 Duo-mallistoista, joista löytyy varmasti sopiva prosessori pk-yrityksen käyttöön. Muistia laitteeseen saa maksimissaan neljä gigatavua, mikä on toimistotyöskentelyyn jo melko ylimitoitettu määrä. Sisäisiä 3,5 tuuman kiintolevyypaikkoja on kaksi, joihin kumpaakin voi kytkeä 250 gigatavun Serial-ATA 2 (Advanced Technology Attachment) kiintolevyn. Suurin mahdollinen tallennuskapasiteetti on tällöin 500 gigatavua, joka

on varmasti riittävä pk-sektorilla toimiville yrityksille. Työasemasta löytyy myös polttava DVD-asema ja lähiverkkosovitin. Koneeseen saa halutessaan myös langattoman lähiverkkosovittimen. Käyttöjärjestelmäksi voi valita minkä tahansa Windows XP:n tai vaihtoehtoisesti Windows Vista business mallin. Vista-paketissa tulee mukana lisäksi Norton Internet security tietoturvaohjelmisto. Koneen fyysiset mitat ovat 100 mm*340 mm*380 mm, ja sen kotelo on suunniteltu siten, että osien vaihtaminen on helppoa ja nopeaa. Kone on vertailun edullisin, joten sen hintaindeksi on 1. (Esprimo E Series 2007.)

Fujitsu-Siemens Celcius M450 on niin kutsuttu tehotyöasema. Siinä on enemmän laajennusvaraa kuin normaalitason työasemissa. Lisäksi se on jo vakiovarustelulla tehokkaampi. Suorittimen työasemaan voi valita Intelin Core 2 Duo-, Pentium D- ja Pentium 4-mallistoista. Näistä Core 2 Duo-suorittimet ovat kahdella ytimellä varustettuja. Mallistosta löytyy varmasti tarpeeksi tehokas suoritin raskaaseenkin käyttöön. Muistia Celcius M450-malliin saa parhaimmillaan kahdeksan gigatavua, joka riittää jo raskaaseen graafiseenkin työhön. Muistin saa halutessaan myös virheenkorjaukseen pystyvänä versiona. (Celcius M450 2007.)

Kiintolevyä paikkoja kotelosta löytyy neljä. Jokaiseen paikkaan saa parhaimmillaan 500 gigatavun Sarja-ATA II -kiintolevyn (Advanced Technology Attachment), jolloin maksimaalinen tallennuskapasiteetti on kaksi teratavua. Tämä määrä riittää kaikenlaiseen käyttöön. Kiintolevyiksi voi valita myös SAS (Serial Attached SCSI)-malliset levyt. SCSI (Small Computer System Interface)-levyt ovat jonkin verran varmatoimisempia kuin ATA-levyt. Toisaalta SAS-levyt ovat kooltaan hieman sarja-ATA levyjä pienempiä ja hinnaltaan kalliimpia. Niiden suurin koko on 300 gigatavua, jolloin suurin levykapasiteetti SAS -levyjä käytettäessä on 1,2 teratavua. Tämäkin on jo aivan ylimitoitettu määrä tavalliseen toimistotyöskentelyyn. Koneesta löytyy myös kolme ulkoista asemapaikkaa optisille asemille. Työasemasta löytyy gigabitin lähiverkkosovitin ja kahdelle kerrokselle kirjoittava DVD -asema. (Celcius M450 2007.)

Celcius M450 -malliin saa valita näytönohjaimen viidestä eri hintaluokasta Valinat tehdään NVIDIA:n valmistamasta Quadro-mallistosta tai ATI:n valmistamasta FireGL-mallistosta. Molemmat ovat vain ammattikäyttöön suunnattuja mallistoja. Kalleimmat näytönohjaimet ovat hyvin raskaaseen graafiseen ammattikäyttöön tarkoitettuja huippumalleja, kun edullisemmat mallit taas riittävät hyvin hieman kevyempään käyttöön. Liitäntöjä löytyy riittävästi. Koneessa on muun muassa kuusi USB-porttia ja sarja- sekä rinnakkaisportit. Käyttöjärjestelmäksi Celcius M450-työasemaan saa valita Windows XP Professionalin, Windows Vista Business-mallin tai Linuxin Red Hat-mallin. Windowseista on tarjolla 32- ja 64 -bittiset mallit. Koneen mitat ovat 446 mm* 215 mm* 520 mm. Celcius M450 on vertailun toiseksi kallein laite, ja sen hintaindeksi on 1,81. (Celcius M450 2007.)

Fujitsu-Siemens Amilo Pro V8210 on tehokas kannettava peruskäyttöön. Siihen saa valittua suorittimen Intelin Celeron M-, Core Duo- ja Core 2 Duo-suoritinperheistä, joista löytyy tarpeeksi tehokkaita malleja vähän vaativampaankin käyttöön. Keskusmuistia koneeseen saa maksimissaan kaksi gigatavua ja kiintolevyn maksimikoko on 120 gigatavua. Nämä ovat aivan riittävät määrät perinteiseen toimistotyöskentelyyn. Amilo Pro V8210:ssa on iso 15,4 tuuman näyttö, jonka erottelukyky on 1280*800 pikseliä. Koneessa on myös täysikokoinen näppäimistö, joka yhdessä ison näytön kanssa takaa hyvän työskentelyergonomian. Verkkokortti ja langaton a/b/g standardeja tukeva WLAN-verkkokortti löytyvät integroituina. Laitteessa on myös kirjoittava DVD-asema. Liitäntöjä koneesta löytyy runsaasti, muun muassa neljä kappaletta USB2-portteja, s-video ulostulo ja telakointiliitin. Amilon ilmoitettu maksimi akun kesto on viisi tuntia ja Amilon fyysiset mitat ovat 34-45mm*360mm*260mm. Käyttöjärjestelmäksi on tarjolla Windows XP:n home ja professional versiot sekä Windows Vistan business-versio. Laite on vertailun toiseksi edullisin, ja sen hintaindeksi on 1,04. (AMILO Pro V 8210 2007.)

Celcius H240 -malli on tehokas kannettava, jonka tehot riittävät jo raskaampaankin työskentelyyn. Suoritin valitaan Intelin Core 2 Duo-mallistosta, josta löytyy prosessori joka riittää vaativammassakin käytössä. Muistia Celcius H240-malliin saa maksimissaan neljä gigatavua, mikä on kannettavalle koneelle todella iso määrä. Kiintolevyksi saa maksimissaan 120 gigatavun sarja-ATA levyn, joka riit-

tää kyllä hyvin normaalissa toimistokäytössä, mutta raskaammassa graafisessa työskentelyssä voi tulla tarvetta ulkoisen lisäkiintolevyn käytölle. (Celcius H240 2007.)

Celcius H240-mallissa on erillinen ATI:n valmistama Mobility FireGL V5200 -näytönohjainkortti, jonka saa joko 256 megatavun tai 512 megatavun muistilla varustettuna. Tämä mahdollistaa hieman raskaammankin grafiikan työstämisen. Näytönohjainkortista löytyy myös lisäliitäntä, jonka avulla työaseman kuvan saa halutessaan ulkoiseen näyttöön. Laitteessa on iso 15 tuuman UWXGA laajakuvanäyttö, joka mahdollistaa parhaillaan 1920*1200 erottelukyvyn. Näytön katselukulmat ovat myös huippuluokkaa. Celcius H240-mallissa on sisäänrakennettuna ethernet-verkkokortti, WLAN-verkkokortti, ja Bluetoothvastaanotin. Liitäntöjakin löytyy riittävästi, muun muassa neljä USB2 liitäntää, sarja- sekä rinnakkaisporttiliitännät ja telakointiliitäntä. Celcius H240-mallissa on myös tietoturvaominaisuuksia. Siinä on paikka kensington lukolle ja sormenjälkitunnistin, jonka avulla voi suojata käyttöjärjestelmään kirjautumisen. (Celcius H240 2007.)

Celcius H240-mallin näppäimistö on roiskeenkestävä, joten se ei hajoa, jos läikyttää näppäimistölle vahingossa esimerkiksi kahvia. Lisäksi H240:ssä on myös tärähdysten tunnistus, joka pienentää riskiä tiedon häviämiseen tai vahingoittumiseen. Näiden lisäksi konetta suojaa myös vahva runko. Näiden ominaisuuksien ansiosta se kestää hieman kovemmassakin käsittelyssä. Akun kestoksi ilmoitetaan 4,5 tuntia.. Käyttöjärjestelmäksi saa valita Windows XP Professionalin, Windows Vista Business-mallin tai Linuxin. Windowseista on saatavilla 32- tai 64-bittiset versiot. Fyysiset mitat ovat: leveys 35 mm * korkeus 360 mm * syvyys 260 mm. Laite on vertailun kallein laite ja sen hintaindeksi on 2,36. (Celcius H240 2007.)

4.3.6 Työasemavertailu ja valinta

Kaikki vertailut työasemat riittävät perinteiseen toimistotyöskentelyyn erinomaisesti. Celcius-sarjan laitteet ovat siihen jo aivan ylimitoitettuja, mutta esimerkiksi suunnittelu- ja mainosalalla, joilla tarvitaan raskaita graafisia sovelluksia, ne varmasti ovat hyviä vaihtoehtoja. Niillä onnistuu jo raskas 3d-mallinnus ja laitteiden näytönohjaimien hyvät lisäliitännät mahdollistavat useamman näytön yhtäaikaisen käytön, joka on eduksi graafista työtä tehtäessä.

Jos ei tarvitse erityisen tehokasta tai liikuteltavaa laitetta, niin Esprimo E5915 on hyvä valinta. Siihen saa riittävästi muistia ja kiintolevytilaa normaalia toimistotyöskentelyä ajatellen. Siitä löytyy kaikki tärkeimmät liitännät, joten oheislaitteet saa kyllä kytkettyä. Se ei tarjoa mitään ekstraa, mutta normaali työskentely onnistuu varmasti. Celcius M450 on taas suunnattu aivan erilaisille markkinoille kuin E5915-malli. Se on tarkoitettu raskaansarjan graafiseksi työasemaksi, jolla luonnistuu toimistotyöskentelyn lisäksi myös 3d-mallinnus ja muu graafinen työskentely. Kun muustiakin saa maksimissaan kahdeksan gigatavua ja kiintolevytilaa kaksi teratavua, niin vääntö ei varmasti lopu heti kesken. Kaiken kruunaa vielä ammattikäyttöön suunnattu näytönohjain, jonka saa valita laajasta mallistosta. Celcius M450-mallia ei voi suositella ostettavaksi pelkkään tavalliseen toimistokäyttöön.

Kannettavat tietokoneet ovat kehittyneet huimasti ja Celcius H240 onkin jo tehokkaampi kuin moni pöytäkone. Nykyään ei kannata valita pöytäkonetta sillä perusteella, että pelkää kannettavan laitteen olevan liian tehoton. Pöytäkoneissa on tietysti huomattavasti enemmän laajennusvaraa, joka kannattaa ottaa huomioon valintoja tehtäessä. Kaikkein eniten vertailun kannettavat laitteet jäivät jälkeen tallennuskapasiteetissa. Niihin saa maksimissaan vain yhden 120 gigatavun kiintolevyn, kun Celcius M450-malliin saa jopa neljä 500 gigatavun levyä ja Esprimo E5915-malliinkin saa kaksi 250 gigatavun levyä. Muistin määrässä tai prosessoritehossa kannettavat eivät sen sijaan jää niin paljoa pöytämalleista jälkeen.

Kannettava kone on hyvä valinta, jos työntekijät joutuvat liikkumaan ja tekemään paljon töitä yrityksen ulkopuolella. Vaikka työntekijät liikkuisivat vain yrityksen-

kin tiloissa, niin kannettavat työasemat voivat olla hyödyllisiä. Kaikki voivat tuoda esimerkiksi omat koneensa kokoukseen ja tehdä haluamansa merkinnät ja muistiinpanot suoraan koneelleen. Kannettavat koneet vievät myös huomattavasti vähemmän tilaa ja ovat usein huomattavasti hiljaisempia kuin pöytäkoneet. Kumpikin kannettava työasema on mahdollista kytkeä telakointiasemaan, mikä on erittäin tärkeää nykyaikaisessa yritys ympäristössä toimittaessa. Kaikki lisälaitteet ovat kiinni telakointiasemassa, jolloin työpisteeseensä palaavan työntekijän ei tarvitse kuin kytkeä kannettava telakointiasemaan, ja hänellä on heti kaikki hallinta- ja lisälaitteet kytkettynä.

Amilo Pro V8210 on peruskäyttöön hyvin soveltuva kannettava. kahden gigatavun maksimimuistimäärä riittää normaalissa toimistotyöskentelyssä erinomaisesti, ja niin riittää 120 gigatavun kiintolevykin. Celcius H240 on tarkoitettu grafiikan työstöön ja sen tehot ovat normaaliin toimistoympäristöön ylimitoitettuja. H240 – malli tarjoaa tehon lisäksi myös hyvät kestävyysominaisuudet. Sen roiskesuojattu näppäimistö, tärähdyksen tunnistimet ja luja runko suojaavat sitä pieniltä tärskeyksiltä ja vahingoilta. Tämä on tärkeää, jos konetta kannetaan jatkuvasti mukana erilaisissa ympäristöissä. Lisäksi siinä on mukana sormenjälkitunnistin, joka lisää koneen tietoturvaa. Ilmoitetuissa akunkestossa ei ole suuria eroja, mutta tehokoneena Celcius H240 vie varmasti enemmän virtaa kuin Amilo Pro V8210, jos laite on jatkuvassa käytössä. Suurin tekninen ero kannettavien välillä on näytönohjain. Celcius H240-mallissa on erillinen näytönohjainpiiri, jolla on oma muistinsa. Tämä mahdollistaa sen käyttämisen graafisessa työskentelyssä. Celcius H240-mallin kiintolevyn koko saattaa tosin muodostua jonkinlaiseksi pullonkaulaksi esimerkiksi 3d-mallinnuksessa, joten ulkoisen lisäkiintolevyn hankinta saattaa olla järkevää. Kaikissa malleissa on vakiona ainakin vuoden takuu ja niihin on saatavilla myös pidempi kolmen vuoden takuu, mikä on monille yrityksille tervetullut lisä sillä se poistaa laitteiden toiminnasta koituvat huolet yrityksen harteilta pidemmäksi aikaa. Taulukossa 4 on esitelty joitain työasemien ominaisuuksia.

TAULUKKO 4. Työasemien ominaisuuksia (Professional Notebooks 2007, Professional PCs 2007)

Työasemat	Suorituskykyt	Muisti	Verkkoliitännät	Tyyppi	Kiintolevy (t)	Hinta
Amilo Pro V8210	Intel: Celeron M, Core Duo, Core2 Duo	Maks. 2Gt DDR2	Verkkokortti / WLAN	Kannettava	1*SATA / 120Gt	1,04
Esprimo E5915	Intel: Celeron, Pentium 4, Pentium D, Core 2 Duo	Maks. 4Gt DDR2	Verkkokortti / WLAN mahd.	Pöytäkone	2*SATA2 / 250Gt	1
Celcius H240	Intel: Core2 Duo	Maks. 4Gt DDR2	Verkkokortti / WLAN	Kannettava	1*SATA / 120Gt	2,36
Celcius M450	Intel: Pentium 4, Pentium D, Core 2 Duo	Maks. 8Gt DDR2	Verkkokortti / WLAN mahd.	Pöytäkone	4*SAS/SATA/300/500Gt	1,81

Esimerkkikokoonpanoon valittiin Amilo Pro V8210. Siinä on riittävästi tehoa normaaliin toimistotyöskentelyyn, ja kannettavana laitteena se parantaa työntekijän liikkuvuutta huomattavasti. Esimerkkimalliin valittiin yksi gigatavu keskusmuistia ja 80 gigatavun kiintolevy. Suorittimeksi valittiin Intel Core 2 Duo T5600 joka toimii 1,83 gigahertsin kellotaajuudella. Nämä riittävät normaaliin toimistotyöskentelyyn mainiosti, ja laajennusvaraakin jää vielä kaikilla osa-alueilla tulevaisuutta silmällä pitäen. Käyttöjärjestelmäksi valittiin Windows XP professional. Windows Vistaa ei valittu, sillä se on niin uusi käyttöjärjestelmä, että sen vakaus ja ajurit eivät ole vielä riittävän varmallalla tasolla. Linux ympäristö on taas useimmille vieraampi, joten se ei sovellu esimerkkikokoonpanon käyttöjärjestelmäksi siitä syystä. Hinnaltaan Amilo oli vain hitusen edullisinta E5915-mallia kalliimpi, joten se on erittäin kustannustehokas valinta.

4.3.7 Palvelimet

Omat palvelimet alkavat olla melko yleisiä jo pk-sektorillakin. Palvelin voi toimia muun muassa tietopankkina työntekijöiden yhteistyössä tarvitsemille tiedostoille ja palveluille. Ja esimerkiksi Active Directoryn avulla voidaan määrittää eritasoisia käyttäjätilejä, joilla voidaan rajoittaa käyttäjien oikeuksia tiedostoihin tai palveluihin. Voidaan luoda eritasoiset käyttäjätilit esimerkiksi ATK-ylläpidolle, hallinnolle ja muille työntekijöille. Yrityksellä voi olla myös oma internet- tai sähköpostipalvelin.

Vertailtavat palvelimet valittiin Fujitsu-Siemensin mallistosta. Fujitsu-Siemensin palvelinmallistokin on monitasoinen, joten ensin piti valita sopiva taso. Pk-yrityksen tarpeisiin soveltuu melko tavallinen peruspalvelin, joten kalliimmat mallit jätettiin suosiolla pois vertailusta. Toisaalta palvelimen on hyvä omata laajennusvaraa tulevaisuutta silmällä pitäen, joten halvinkaan ei välttämättä ole kustannustehokkain ratkaisu pitkällä tähtäimellä. Palvelimelle oli annettu seuraavat vaatimukset:

- levyjen peilaus, sisäinen tai ulkoinen varmistusasema
- käyttöjärjestelmä WINDOWS 2003 Small Business Server
- lennossa vaihdettavat hot swap -kiintolevyt (min 4 kpl)
- vikasietoiset virtalähteet.

Edullisimmissa Economy luokan palvelimissa ei ollut kaikkia haluttuja ominaisuuksia, kuten hot swap kiintolevyjä. Vasta seuraavissa Tower-luokan palvelimista löytyi kaikki halutut ominaisuudet. Kaikki halutut ominaisuudet löytyivät jo Tower-luokan palvelimien kevyimmästä Primergy TX150-mallista, joten sen lisäksi vertailuun otettiin vain seuraava, jo huomattavasti järeämpi, TX200-malli, koska on turha maksaa ominaisuuksista, joita ei tarvita. Tietysti palvelimen hinta vaihtelee sen mukaan, mitä ja minkälaisia komponentteja siihen valitaan. Hintaindeksit on laskettu peruspakettien mukaan, joten siitä näkee kuitenkin suhteellisen eron eri mallien välillä.

Primergy TX150 S5 on hyvillä perusominaisuuksilla varustettu palvelin. Suorittimen voi valita Intelin, Dual-Core- Pentium D- ja Dual-Core Xeon-mallistoista, joista löytyy riittävän tehokkaita malleja isommankin pk-yrityksen käyttöön. Muistia Primergy TX150 S5-malliin saa maksimissaan kahdeksan gigatavua, joka on riittävä määrä pk-yrityksen tarpeisiin. Palvelimeen saa kytkettyä neljä Sarja - ATA levyä, joiden maksimikapasiteetti on 500 gigatavua tai neljä SAS (Serial - SCSI)-levyä, joiden maksimikapasiteetti on 300 gigatavua. Tällöin Sarja -ATA levyjä käytettäessä maksimaalinen tallennuskapasiteetti on kaksi teratavua (Tt), ja 1,2 teratavua käytettäessä SAS-levyjä. TX150-malliin saa vielä kaksi lisäpaikkaa SAS-levyille, jolloin maksimaalinen SAS-levykapasiteetti nousee 1,8 teratavuun. Lisäpaikat eivät ole hot swap paikkoja, joten niissä olevia levyjä ei voi irrottaa koneen ollessa päällä. Tallennustilaa palvelimeen siis saa pk-sektorin käyttöön riittävästi. SAS-levyjä käytettäessä vikasietoisuus on parempi, mutta tallennuskapasiteetti jonkin verran pienempi. Laitteesta löytyy luonnollisesti myös kirjoittava DVD-asema ja paikka diskettiasemalle. Laajennuspaikkoja löytyy runsaasti, joten palvelimen elinikää on mahdollista pitkittää laajennuksilla. (Primergy TX150 S5 2007.)

TX150 S5-mallissa on tehokas tuplaydinsuoritin, joka nopeuttaa samaan aikaan ajettavien sovellusten toimivuutta. Palvelimen lennossa vaihdettavat hot swap - kiintolevyt on helppo vaihtaa palvelinta sammuttamatta. Tämän lisäksi Primergy TX150 S5 tukee levyjen peilausta, mikä lisää palvelimen vikasietoisuutta, kun samat tiedot kirjoitetaan aina kahdelle levyille yhtä aikaa. Virtalähde on vikasietoinen, jonka lisäksi senkin saa vaihdettua lennossa vaihdettavaksi malliksi. Palvelimesta löytyy sisään rakennettu etähallintaohjain, joka mahdollistaa hyvät etähallintaominaisuudet käytettäessä IPMI 2.0 (Intelligent Platform Management Interface) -tekniikkaa. Käyttöjärjestelmäksi voi valita erilaisia versioita Microsoftin Windows Server 2003:a, Red Hat Linuxista, SUSEsta, SCO:sta ja Unix Waresta. Palvelimeen saa hankittua on-site takuun, jonka vasteaika on yksi työpäivä. Tämä on todella tärkeä palvelu monille pk-yrityksille, sillä harvoissa pk-yrityksissä on omaa ATK-tukea. Palvelimen mitat ovat 444 mm*205mm*605 mm ja se on vertailun edullisin laite joten sen hintaindeksi on 1. (Primergy TX150 S5 2007.)

Primergy TX200 S3 on jo hieman järeämpi malli. Perusominaisuuksiltaan se on yhteneväinen TX150 S5-mallin kanssa, mutta siinä on enemmän laajennusvaraa ja tehoa. TX200 S3-malliin saa valita yhden tai kaksi suoritinta. Suorittimiksi saa valita kaksi- tai nelilytimisen 32- / 64 -bittisen suorittimen, Intelin Dual- / Quad-Core Xeon -mallistoista. Parhailtaan käytössä on siis kahdeksan prosessoriydintä, mikä riittää aivan varmasti raskaampaankin käyttöön. Palvelimeen saa 16 gigatavua puskuroitua virheenkorjaavaa hot spare-muistia, joka huomaa vioittuneet muistialueet ja ottaa vikatilanteessa vara-alueen käyttöön. Muistin määrä ja laatu riittää varmasti raskaammassakin käytössä. TX200 S3-malliin saa kiinnitettyä kuusi Sarja -ATA-levyä joiden maksimikapasiteetti on 500 gigatavua, tai kuusi SAS-levyä, joiden maksimikapasiteetti on 300 gigatavua. Sarja-ATA-levyjä käytettäessä maksimaalinen tallennuskapasiteetti on täten kolme teratavua ja SAS-levyjä käytettäessä 1,8 teratavua. Tosin koneeseen saa myös vielä kaksi SAS-levyapaikkaa lisää, jolloin maksimaalinen SAS-levykapasiteetti on 2,4 teratavua. Nämä lisäpaikat eivät tosin ole hot swap-paikkoja, joten niissä olevia levyjä ei voi vaihtaa palvelimen ollessa käynnissä. (Primegy TX200 S3 2007.)

TX200 S3 -mallin virtalähteenä on yksi tai kaksi 600 wattista ja vikasietoista virtalähdettä. TX200 S3 malliinkin saa luonnollisesti on-site -takuun, jota useat pk-yritykset varmasti hyödyntävät. Käyttöjärjestelmäksi voi valita erilaisia versioita Microsoftin Windows Server 2003:a, Red Hat Linuxista, SUSEsta, SCO:sta, Novellista ja Open Waresta. TX200 S3 mallin fyysiset mitat ovat 473 mm*286 mm*775 mm ja se on vertailun kalliimpi palvelin. Hintaindeksi on 1,38 (Primergy TX200 S3.)

4.3.8 Palvelinvertailu ja valinta

Molemmat palvelimet ovat hyviä valintoja pk-yrityksen käyttöön. Molempiin saa riittävästi muistia ja tallennuskapasiteettia raskaampaankin käyttöön. Molemmissa on tuplaydinsuoritin ja TX200 S3-malliin saa myös yhden tai kaksi nelilytimistä suoritinta. TX150 S5-mallin etuina ovat edullisempi hinta ja pienempi fyysinen koko. Laajennettavuudeltaan TX200 S3 on huomattavasti parempi ja voi olla järkevämpi ratkaisu tulevaisuutta silmällä pitäen. Mutta jos TX150 S5-mallin suori-

tusarvot riittävät reippaasti, eikä lähennellä sen rajoja, niin ei kannata turhaan satsata kalliimpaan malliin. Kalliimman mallin ominaisuudet saattavat olla jo muilta osin vanhentuneita, kun tulee tarve päivittää palvelin tehokkaammaksi. Seuraavassa taulukossa (TAULUKKO 5) on näkyvillä joitain palvelimien ominaisuuksia.

TAULUKKO 5. Palvelimien ominaisuuksia (Primergy tower servers 2007)

Palvelimet	Primergy TX150 S5	Primergy TX200 S3
Suoritin	Intel: Dual-Core Pentium D ja Xeon -mallit	Intel: 1/2 64-bit Dual-/Quad-Core Xeon-mallit
Kiintolevyt	4 * SATA / 2 Tt tai 4 * SAS / 1,2 Tt	6 * SATA / 3 Tt tai 6 * SAS / 1,8 Tt
Muisti	512Mt-8Gt ECC DDR2 PC4200	1-16Gt Puskuroitu DDR2 PC4200
Mitat mm (h, w, d)	444*205*605	473*286*775
Hinta	1	1,38

Esimerkkikokoonpanoon valittiin edullisempi primergy TX150-malli. Tähän päädyttiin, koska TX150 S5-mallin kapasiteetti riittää mainiosti esimerkkikokoonpanon tarpeisiin ja olisi ollut turha maksaa suuremmasta laajennusvarasta, jota ei tultaisi tarvitsemaan pitkiin aikoihin. Muistia palvelimeen valittiin kaksi gigatavua ja kiintolevyiksi valittiin neljä 146 gigatavun SAS-mallia, joten niiden osalta jää vielä laajennusvaraa tulevaisuutta silmällä pitäen. SAS-malliset kiintolevyt valittiin niiden paremman toimintavarmuutensa vuoksi. SAS-kiintolevyt ovat hieman SATA-levyjä kalliimpia, mutta toimintavarmuus on palvelimelle hyvin tärkeä asia, josta ei haluttu tinkiä. Kaksi näistä kiintolevyistä toimii peiliasemana, joihin kirjoitetaan samat tiedot kuin niiden peilaamiin asemiin. Muistin lisäys tulevaisuudessa voi tulla kyseeseen esimerkiksi siinä tapauksessa, että palvelimeen asennetaan tulevaisuudessa vaikka virtuaalinen sähköposti- tai internetpalvelin. Tämä

siksi, että jokaisella virtuaalipalvelimilla olisi hyvä olla ainakin yksi gigatavu muistia sen jouhevan toiminnan takaamiseksi. Virtuaalipalvelimet ovat yleistyneet koko ajan hyvän vikasietoisuutensa ja rautariippumattomuutensa ansiosta. Suorittimeksi valittiin 2,13 gigahertsin kellotaajuudella toimiva Dual-Core Xeon, joka palvelee palvelimen käyttötarkoitusta hyvin, ja senkin saa vielä vaihdettua tehokkaammaksi. Windows Server 2003 valittiin käyttöjärjestelmäksi, koska se on varmasti yleisimpiä palvelimien käyttöjärjestelmiä, ja siten monilla yrityksillä on siitä jo valmiiksi kokemusta.

4.4 Puheyhteydet

4.4.1 Yleistä puheyhteyksistä

Puheliikenne on tärkeä osa melkein jokaisen yrityksen päivittäistä toimintaa, joten puheliikenneyhteyksien on hyvä olla kunnossa. Nykyään ei ole montaa syytä valita puheyhteysjärjestelmäksi kiinteitä lankalinjoja. GSM- ja UMTS -yhteydet eivät ole enää sen kalliimpia kuin lankaliittymät, vaan tilanne on usein juuri toisin päin. Monissa yrityksissä on kuitenkin vielä ennakkoluuloja matkapuhelimien käytöstä yritysympäristössä, mutta nämä luulot ovat yleensä aivan turhia. Matkapuhelinliittymien palvelut ovat kirineet eron lankaliittymiin saataviin palveluihin jo kiinni, joten se ei ainakaan ole mikään syy olla valitsematta matkapuhelinliittymiä. Matkapuhelinliittymiin saa muun muassa vaihdepalvelut, alanumerot, poissaolotiedotteet, neuvottelupuhelut, soitonsiirrot ynnä muuta. VoIP vaihtoehto jätettiin käsittelemättä, sillä VoIP ei tuo Suomessa toimivalle pk-yritykselle paljonkaan etuja GSM tai UMTS -pohjaiseen ratkaisuun verrattuna.

4.4.2 Puhelinliittymät

Esimerkkikokoonpanon puhelinliittymä ja puhepalvelut valittiin Soneran liittymävalikoimasta. Soneralla on tarjolla kaksi erilaista yrityksille suunnattua matkapuhelinliittymää. Nämä ovat Yrityслиittymä ja Parempi-yrityслиittymä. Lisäksi on saatavilla myös erikseen kaksi tiedonsiirtoliittymää, jotka ovat Company Data -liittymä ja Parempi-yritysdataliittymä, joka on tarkoitettu vain kannettavien tietokoneiden kanssa käytettäväksi. Puheyhteyksien hintoja ei vertailla, sillä niitä on vaikea arvioida yhteneväisesti.

Yrityслиittymä on perusliittymä yrityksen matkapuhelinviestintään. Liittymä sisältää kaikki matkapuhelinliittymien perusominaisuudet ja, siihen saa sen lisäksi ilmaisia ja maksullisia lisäpalveluita. Liittymä tarjoaa muun muassa huomattavasti edullisemmat hinnat, yrityksen sisäisille puheluille ja kaikki palvelut toimivat myös ulkomailla. Maksuttomia lisäpalveluita ovat muun muassa palvelunumeroihin soittamisen tai tekstiviestien lähettämisen esto, soitonsiirrot, faksipalvelut ja poissaolotiedote, jonka avulla puhelu voidaan ohjata korvaavalle henkilölle. Yrityслиittymä sisältää myös aivan perustason datasiirtovalmiudet. Maksullisia lisäpalveluita ovat muun muassa Anytime puhelinneuvottelu ja ryhmäviestien lähetys. Anytime puhelinneuvottelu on puhelinpohjainen kokous, jossa yksi on puheenjohtajana. Kaikki soittavat samaan anytime numeroon ja näppäilevät koodin, joka vaaditaan neuvotteluun liittymiseen. Jos puheenjohtaja ei ole vielä liittynyt, kuuluu puhelimesta musiikkia. Kun puheenjohtaja liittyy neuvotteluun, musiikki loppuu ja neuvottelu alkaa. Kaikki kuulevat puheenjohtajan puheen samanaikaisesti ja voivat puhua myös itse. Näiden lisäksi liittymään saa tietysti myös vaihdepalvelut, jolloin voidaan ottaa käyttöön esimerkiksi alanumerot. Liittymään saa lisäksi halutessaan 300 minuutin kuukausittaisen puhepaketin, jonka avulla puhekustannusten budjetointi on helpompaa. (Sonera Yrityслиittymä 2007.)

Nimensä mukaisesti Company Data -liittymä sisältää tiedonsiirtopalveluita. Se otetaankin vaikka yrityслиittymän jatkeeksi tai sitten pelkäksi erilliseksi tiedonsiirtoliittymäksi esimerkiksi PC-datakortin käyttöä varten. Company data-liittymä sisältää runsaan valikoiman tiedonsiirtopalveluita. Liittymä mahdollistaa tiedon-

siirron ja puhumisen samanaikaisesti ja tarjoaa tehokkaan yhteystavan joka tilanteeseen. (Sonera Company Data 2007.)

Liittymän mukana tulee neljä eri palvelua yhdellä kuukausimaksulla ja SIM-kortilla:

- Nopea datapalvelu on piirikytkentäinen ja aikaveloitteinen isojen tiedostojen siirtoon tarkoitettu nopea tiedonsiirtopalvelu. Se on myös ainoa käytävissä oleva tiedonsiirtopalvelu, jos liittymää käytetään ulkomailla. Sen avulla saa isot tiedostot siirrettyä nopeasti ja kustannustehokkaasti.
- GPRS- / EDGE- ja UMTS-palvelu taas on pakettikytkentäinen ja siirretyn datan määrän mukaan veloittava palvelu. Sitä kannattaa käyttää silloin, kun verkkoyhteyden ajallinen kesto on pitkä, mutta siirrettävän tiedon määrä pienempi
- HomeRun palvelu on WLAN-tekniikkaan perustuva palvelu, joka toimii ainoastaan HomeRun alueilla. Se ei toimi puhelimien kanssa, vaan ainoastaan kannettavan tietokoneen kanssa. Kun lähistöllä on HomeRun tukiasema, niin käyttäjä pääsee sen välityksellä internetiin. HomeRun on laajakaistainen palvelu, ja sen käytöstä veloitetaan käytön mukaan.
- Company Data -liittymä sisältää vielä faksipalvelun, jonka avulla voidaan vastaanottaa ja lähettää fakseja kännykän tai tietokoneen avulla.

Company Data-palvelun maksimaalinen tiedonsiirtonopeus on 384 kilobittiä sekunnissa, mutta se vaihtelee käytettävä tiedonsiirtotekniikan ja vapaana olevan kaistan mukaisesti. Liittymän peruskuukausimaksuun sisältyy viisi megatavua pakettivälitteistä kotimaan liikennettä, ja sen saa laajennettua aina 30-, 100-, tai 300 megatavuun asti. (Sonera Company Data 2007.)

Parempi Yritys- pakettiliittymä tarjoaa puhelinliittymän ja matkapuhelimen samassa paketissa. Samalla päätelaitteen kanssa saadaan samalla palveluntarjoajan kattava 3G-verkko heti käyttöön. Yhteysasetukset ovat valmiina puhelimesta, ja SurfPort business valikosta pääsee suoraan käsiksi sähköposti-, haku- ja lomatie-dotepalveluihin. Paremmasta Yritys-pakettiliittymästä on tarjolla monia eritasoisia versioita. Eri vaihtoehdot sisältävät eri palveluja eri käyttötarkoituksiin. Peruspaketti sisältää samat peruspalvelut kuin Yritysluottamus, joiden lisäksi se mahdollistaa myös sähköpostin ja WAP-käytön. Siihen saa myös samat lisäpalvelut kuin Yritysluottamukseen. Tehopakettiin sisältyy kaikkien perusominaisuuksien lisäksi muun muassa mobiililaitteisto, liitetiedostojen lukumahdollisuus, VPN-yhteydet, virusturva ja mobiilivaihtopalvelu. (Parempi Yritys -pakettiliittymä 2007.)

Mobiililaitteisto on laaja operaattorista riippumaton sähköpostipalvelu. Sen avulla älypuhelimella saa automaattisesti sähköpostin ja kalenterin. Mobiililaitteiston avulla etätyöntekijä onkin jo melko riippumaton tietokoneesta. Älypuhelimella ja mobiililaitteiston avulla työntekijä saa hoidettua sähköpostit ja saa luotua turvalliset yhteydet niin internetiin, kuin yrityksen intranetiinkin. (Sonera Mobiililaitteisto 2007.) Mobiilista vaihtopalvelusta kerrotaan hieman myöhemmin.

Parempi Yritysdataluottamus on tarkoitettu käytettäväksi ainoastaan Sonera Connect-monitoimikortilla varustetun kannettavan tietokoneen kanssa. Luottamuksen kuukausimaksu sisältää rajattomasti GPRS-, EDGE- ja UMTS-tiedonsiirtoa. Monitoimikortin avulla internetyhteys on aina saatavilla, olipa käyttäjä sitten keskustassa tai maantiellä. Yhteyden nopeus kullakin hetkellä riippuu käytettävissä olevasta tiedonsiirtotekniikasta ja saatavilla olevasta kaistanleveydestä. GSM-data- ja HomeRun -palvelujen käytöstä veloitetaan erikseen. Luottamus mahdollistaa käyttäjälle verkosta päin maksimissaan 384 kilobitin sekuntinopeuden ja verkkoon päin 128 kilobitin sekuntinopeuden. (Parempi Yritysdataluottamus 2007.)

4.4.3 Mobiili puhelinvaihte

Sonera tarjoaa yrityksille Mobiilivaihdepalvelua. Se tarjoaa matkapuhelinliittymiin perinteiset puhelinvaihteen palvelut. Mobiilivaihdepalvelu on hyvä palvelu monille pk-yrityksille, sillä sen kanssa ei tarvitse ostaa omaa kallista puhelinvaihdetta. Tällainen palvelu soveltuu erityisesti yrityksille, joissa on paljon etätyöntekijöitä ja useita hajallaan sijaitsevia toimipisteitä. Palveluun on liitettävä vähintään neljä matkapuhelinta. Palvelun perusominaisuudet mahdollistavat muun muassa alanumerot eli niin sanotut lyhytnumerot, jotka voivat olla kolmesta viiteen numeron mittaisia, vaihteenhoitajan tavoitettavuusketjut, neuvottelupuhelut, puhelunsiirto, välipuhelut ja alaliittymän tavoitettavuusprofiilit. (Sonera Vaihdepalvelu 2007.)

- Vaihteenhoitajan tavoitettavuusketjussa voi olla enintään 21 liityntää. Tavoitettavuusketju otetaan käyttöön silloin, kun pääasiallinen vaihteenhoitaja ei jostain syystä vastaa puhelimeen.
- Neuvottelupuheluihin voi osallistua kahdeksan osapuolta, josta yksi voi olla vaihdepalveluun kuulumaton liittymä. Tällöin esimerkiksi asiakas voi neuvotella seitsemän yrityksen työntekijän kanssa samassa puhelussa.
- Puhelunsiirrossa puhelu siirretään seuraavaan alaliittymään joko automaattisesti tai tietoisesti.
- Välipuhelutoiminnon avulla vaihdepalveluun kytketty aliliittymä voi olla puhelun aikana yhteydessä toisen vaihdepalvelun aliliittymän kanssa.
- Takaisinsoitto-ominaisuus kytketään haluttaessa jokaiseen aliliittymään erikseen. Siinä soittajalle annetaan mahdollisuus takaisinsoittoon, jos vaihteeseen kytketty aliliittymä on varattu. Soittajan puhelin odottaa linjalla niin kauan, kunnes linja vapautuu.

- Alaliittymän tavoitettavuusprofiileilla voidaan määrittää mitä tapahtuu, kun tiettyyn alaliittymään soitetaan. Vaihtoehtoina ovat: ei soitonsiirtoa, viivesiirto vastaajaan, välitön siirto vastaajaan, kahden puhelimen rinnakkaissoitto ja soittoketju, jossa voi olla enintään kolme numeroa.

Näiden lisäksi Mobiilivaihdepalveluun on saatavilla lukuisia lisäominaisuuksia, kuten ryhmäkutsuominaisuudet ja ulkoinen ja sisäinen numerointi. Ryhmäkutsunumeroita voidaan määrittää viisi kappaletta. Kun joku soittaa ryhmäkutsunumeroon, niin kaikki siihen liitettyjen aliliittymien puhelimet soivat ja puhelu kytkeytyy ensimmäisenä vastaavalle. Soneran vaihdepalvelun 0424 -alkuiset numerot voi ottaa käyttöön, kun vaihdepalveluun on liitetty vähintään 20 liittymää, mutta 020 alkuisen numeroinnin voi ottaa käyttöön jo 10 liittymällä. Soitettaessa ulkoiset numerot siis näkyvät normaalien matkapuhelinnumeroiden sijaan. Sisäisessä numeroinnissa vaihteeseen liitettävät liittymät saavat sisäisiä puheluita varten omat lyhytnumerot. Lyhytnumeroilla ei voi soittaa ulkomaille, mutta väli ja neuvottelupuhelut onnistuvat vain niitä käytettäessä. (Sonera Vaihdepalvelu 2007.)

Palvelun hallinnointi tapahtuu joko palveluntarjoajan toimesta asiakkaan ohjeiden mukaan tai sitten asiakas voi itse hallinnoida joitain vaihteen ominaisuuksia siihen erikseen tarkoitetuilla hallinnointityökaluilla. Tämän lisäksi sitä voi hallinnoida myös puhelimen välityksellä. Tämä tapahtuu tekstiviestipohjaisesti WAP:n (Wireless Application Protocol) välityksellä. (Sonera Vaihdepalvelu 2007.)

4.4.4 Puheyhteyksien ja palveluiden vertailu ja valinnat

Puhelinliittymän valinta riippuu yrityksen tarpeista. Mikäli tiedonsiirtoa ei tarvita, niin yhteydeksi riittää Yrityslittymä perusominaisuuksilla varustettuna. Yrityslittymä varustettuna Company Dataliittymällä riittää hyvin kattamaan useimpien pk-yritysten tiedonsiirtotarpeet. Toisaalta esimerkiksi. IT-alalla toimiva isompi pk-yritys voi arvostaa Paremman Yritysdataliittymän kannettaviin laajennettua mobiilia internetyhteystukea.

Soneran Yritysluittymä on hyvä valinta perusluittymäksi. Siihen saa kuitenkin tarpeen vaatiessa lisäominaisuuksia ja Mobiilivaihdpalvelun avulla sen ominaisuudet moninkertaistuvat. Parempi Yritys -pakettiluittymä tarjoaa oletuksena perustason tiedonsiirtopalvelut ja sen mukana tulee myös puhelimet, joten niiden hankinnasta ei koidu enää lisäkuluja. Toisaalta monilla yrityksillä voi olla tarpeeksi hyvät puhelimet jo entuudestaan, jolloin on kustannustehokkaampaa ottaa Yritysluittymä. Parempaan Yrityspakettiluittymään saa kuitenkin huomattavasti enemmän lisätoimintoja kuin normaaliin Yritysluittymään. Paljon liikkuvat ja tiedonsiirtoyhteyksiä tarvitsevat työntekijät arvostavat varmasti Paremman Yrityspakettiluittymän hienoja lisäpalveluja, kuten Mobiilitoimistoa. Se helpottaa huomattavasti liikkuvan työntekijän työskentelyä, sillä Mobiilitoimiston ja kunnan älypuhelimien ansiosta hänen ei ole pakko kuljettaa kannettavaa tietokonetta mukanaan. Parempi Yritysdataluittymä on parhaimmillaan silloin, kun yrityksen työntekijät liikkuvat paljon ulkona ja tarvitsevat joka tapauksessa kannettavaa tietokonetta. Tämän luittymän avulla heillä on jatkuvasti myös internetpalvelut käytössään.

Esimerkkikokoonpanoon valittiin Yritysluittymä, jonka lisukkeeksi otettiin vielä Company Data -luittymä. Nämä kaksi luittymää soveltuvat esimerkkikokoonpanoon hyvin, sillä ne tarjoavat riittävät ominaisuudet useimmille pk-yrityksille. Parempi Yritys-pakettiluittymä olisi sekin hyvä valinta pk-yrityksille, mutta se karsiutui pois, koska ei haluttu rajata puhelimia sen tarjoamiin vaihtoehtoihin.

4.5 Puhelimet

Pk-yrityksessä järkevin vaihtoehto nykyään on langattomat puhelimet eli toisinsanoen matkapuhelimet. Ne vapauttavat työntekijät kiinteästä työpisteestä, ja kun puhelin on aina mukana, on työntekijä aina tavoitettavissa. Puhelimien valinta riippuu yrityksen ja sen työntekijöiden tarpeista. Yrityksessä kannattaa miettiä, kuinka paljon henkilökunta tarvitsee työssään puhelimen tiedonsiirtoominaisuuksia. Mitä enemmän henkilökunta tarvitsee tiedonsiirtoominaisuuksia, sitä paremmat puhelimet on hankittava. Ihan perustoimistoon riittää varmasti aivan peruspuhelimet, mutta esimerkiksi mainosalan yrityksissä voi olla tarvetta

pystyä siirtämään puhelimien välityksellä esimerkiksi videokuvaa tai muuta grafiikkaa, jolloin vaaditaan jo järeämpiä puhelimia. Monesti yritykseen hankitaan eritasoiset puhelimet eri tehtävissä toimiville henkilöille. Tällöin yritykset usein jakavat henkilökuntansa esimerkiksi kolmeen eri ryhmään puhelimen käyttötarpeiden mukaan, ja hankkivat erilaiset puhelimet joka ryhmälle.

4.6 Monitoimilaitteet

Monitoimilaitteilla tarkoitetaan laitteita, joissa yhdistyvät esimerkiksi tulostin skanneri ja faksi. Ne ovat tärkeässä osassa nykyaikaisissa toimistoissa, sillä vaikka tiedonkäsittely sähköistyy jatkuvasti, on paperille painetulle tiedollekin vielä paljon tarvetta. Paperia käytetään etenkin pitkäaikaisempaan arkistointiin, ja monesti paperille painettua informaatiota on helpompi lukea ja sen käyttömukavuus on huomattavasti parempi. Nykyään monitoimilaitteet ovat myös osa yrityksen verkkoa, ja niitä voi käyttää työpisteeltä. Monitoimilaitteella voi myös esimerkiksi skannata asiakirjoja suoraan työasemalle.

Monitoimilaitteet valittiin Sharpin mallistosta. Monitoimilaitteelta vaadittiin riittävää suorituskykyä ja helppokäyttöisyyttä. Myös verkko-ominaisuudet ovat nykyään tärkeässä asemassa monitoimilaitteita valittaessa. Pk-yrityksen yhteydessä kustannustehokkuus on hyvin tärkeää myös monitoimilaitteiden kohdalla, koska ei haluta maksaa turhista ominaisuuksista. Mutta koska kaikki mallit tulivat Sharpilta, niin otettiin vertailuun mukaan myös järeämpiä laitteita vertailun monipuolisuuden lisäämiseksi.

Sharp AR-M155 on peruskone, josta löytyy kopiokone, tulostin, neliväriskanneri ja lisälaitteena faksi. Sen mukana toimitetaan Sharpdesk-ohjelmisto, jonka avulla asiakirjahallinta on helpompaa. Laitteen tulostus- / kopiointinopeus on 15 A4-arkkia minuutissa, joka riittää kyllä pienemmässä toimistossa. AR-M155 ei tulosta väreissä, mutta se ei monessakaan yrityksessä ole tarpeellista. Paperia koneeseen menee 250 arkkia ja lisäpaperikasetin kanssa 500 arkkia. Lisäksi siinä on 50 kappaleen ohisyöttötaso. Tuetut paperikoot ovat A6 - A4, joten isompien kuvioiden tai taulukoiden tulostus ei onnistu. Laitetta ei tarvitse esilämmittää, joten se on

käyttövalmis heti kun virrat kytketään päälle. Tulostimen tulostustarkkuus on 600 pistettä tuumalla (dpi) ja skannerin skannaustarkkuus on 600*1200 pistettä tuumalla. AR-M155 saa myös verkkoliitännän, jonka kautta se tukee skannausta sähköpostiin, FTP:lle ja työpöydälle. Lisäksi tietysti myös verkkotulostus onnistuu. AR-M155 ei tue verkkokansioon tai USB-muistitikulle skannaamista. Laitteesta löytyy vakiona USB- ja sarjaporttiliitännät. AR-M155 on vertailun edullisin laite, joten sen hintaindeksi on 1. (Kopiokoneet / tulostimet 2007.)

Sharp AR-M236 on hyvä monitoimilaite monipuoliseen ympäristöön. Siitä löytyy kopiokone, tulostin, faksi ja väriskanneri. AR-M236 mallin tulostus- / kopiointinopeus on 23 A4 -arkkia minuutissa, mikä on riittävä nopeus normaalissa toimistotyöskentelyssä. Laitteen tulostustoiminta ei tue väritulostusta, mutta on kuitenkin lasertekniikkaan perustuva, joten musteiden kuivumisesta ei tarvitse huolehtia. Koneeseen saa vakiona 1100 arkkiä, mutta lisälokeron avulla maksimiarkkimäärän saa nostettua 2100:n arkkiin. Tuetut paperikoot ovat A6-A3, joten isompimpien kuvien ja taulukoiden skannaus ja tulostus onnistuu. Koneen tulostustarkkuus on 1200 pistettä tuumalla, ja skannaustarkkuus on 600 * 1200 pistettä tuumalla. Laitteessa on vakiona lähiverkkoliitäntä, jonka avulla onnistuu verkkoskannaus sähköpostiin, FTP:lle tai työaseman työpöydälle. Verkkoskannauskessa ja verkkotulostuksessa on tyydyttävä hieman huonompiin tarkkuuksiin, jotka ovat 600 * 600 kuvapistettä tuumalle skannattaessa ja 600 kuvapistettä tuumalle tulostettaessa. Laitteeseen saa lisävarusteena muun muassa vihkonitovan viimeistelijän ja reititystoiminnon. Laitteen hintaindeksi on 2,28 (Kopiokoneet / tulostimet 2007.)

MX-2300N on jo järeämmän luokan monitoimilaite. Koneessa on väriskanneri, kopiokone, tulostin ja faksi, joka on tosin lisäominaisuus. Siinä on käyttöä helpottava kosketusnäyttö ja ohjelmoitavat asetukset joiden lisäksi sen käyttämä Sharp Open System Architecture antaa käyttäjälle mahdollisuuden räätälöidä käyttösovelluksia itse. Koneesta löytyy muun muassa 100 arkin automaattinen asiakirjan syöttölaite, asiakirjojen arkistointitoiminto ja automaattinen kaksipuolitoiminto. Laitteessa on myös sisäänrakennettu 40 gigatavun kiintolevy, jonne voi esimerkiksi arkistoida ja skannata myöhemmin tulostettavia asiakirjoja. Kiintolevylle voi

luoda omia kansioita eri käyttäjille tai eri toiminnoille. Kansiot voidaan suojata salasanalla. (Kopiokoneet / tulostimet 2007.)

MX-2300N -mallin tulostus- / kopiointinopeus on 23 A4-arkkia minuutissa sekä mustavalkoisena että värillisenä. MX-2300N-mallin skannaus ja kopiointitarkkuudet ovat 600 pistettä tuumalla. Peruskokoonpanoon mahtuu 1 100 paperiarkkia, mutta laitteeseen lisättävillä lisälokeroilla paperiarkkien kokonaismäärän saa kasvatettua 5 600:n arkkiin. MX-2300N-mallin tukemat paperikoot ovat A6-A3. Laitteessa on tietysti myös lähiverkkoliitäntä, jonka avulla on saatavilla samat lisäpalvelut kuin kahdessa edellisessäkin laitteessa. MX-2300N-mallilla voi lisäksi skannata salakirjoitettuja tai salaamattomia pdf -tiedostoja. Sillä pystyy skannaamaan sähköpostin, FTP:n ja työpöydän lisäksi myös verkkokiintolevyille tai USB-muistitikulle. Koneeseen saa lisälaitteina muun muassa nivonta ja rei'itystoiminnot. (Kopiokoneet / tulostimet 2007.)

MX-2300N mallissa on myös todella kattavat tietoturvaominaisuudet. Laitteen verkkokortin mukana tulee palomuri, jolla estetään muun muassa luvaton pääsy konfiguraatio- ja verkkoasetuksiin. Palomuurilla voi myös suodattaa IP- ja MAC-osoitteita ja poistaa käytöstä haluttuja tiedonsiirtoprotokollia. Suodatusta ja käyttöoikeuksia hallitaan erillisen suojatun selainpohjaisen hallintasovelluksen kautta. Kiintolevyille kirjoitettava tai sähköiseen RAM (Random Access Memory)-muistiin tallennettava tieto salakirjoitetaan 128-bittisellä salauksella. Kiintolevyn tyhjennetyt alueet saadaan palautuskelvottomiksi kirjoittamalla niiden päälle satunnaisia arvoja jopa seitsemän kertaa. Tieto voidaan päällekirjoittaa automaattisesti aina kun alue tyhjenee tai ylikirjoitus voidaan toteuttaa manuaalisesti aina haluttaessa. Käynnistyksen yhteydessä automaattisesti tapahtuva ylikirjoitus on myös yksi vaihtoehto. Näiden lisäksi MX-2300N-mallin kanssa voi ottaa käyttöön luottamuksellisen tulostustoiminnon. Tätä toimintoa käytettäessä, tulosteet eivät tule laitteesta ulos ennen kuin oikea käyttäjä on näppäillyt laitteeseen pin koodinsa. Laitteen hintaindeksi on 4,75 (Asiakirjaturvallisuusratkaisut 2007.)

MX-5500N on Sharpin malliston kolmanneksi järein monitoimilaite. Siihen sisältyy kopiokone, väriskanneri, tulostin ja lisälaitteena faksi. Laitteessa on suuri yli 10 tuuman värikosketusnäyttö ja aloitusvalikoita voidaan muokata käyttäjäkohtaisesti. Laitteen ominaisuuksiin kuuluvat muun muassa, automaattinen kaksipuolitoiminto, elektroninen lajittelu, molemmat puolet sakannaava automaattinen 150 asiakirjan syöttölaite ja asiakirjojen arkistointitoiminto. Koneessa on 80 gigatavun kiintolevy, jolle voi luoda omia käyttäjäprofiileja ja kansioita eri käyttäjille tai palveluille. Kiintolevylle voi myös arkistoida asiakirjoja tulostusta odottamaan. Profiilit ovat suojattavissa salasanan avulla. Mustavalkosivujen tulostusnopeus on 55 A4 -arkkia minuutissa ja väritulostusnopeus on 41 A4 -arkkia minuutissa. MX-5500N-malliin saa vakiona 3 100 arkkia, mutta lisälokeroilla arkkimäärän saa nostettua 6 600:n arkkiin. Tuetut paperikoot ovat A5R-A3W. Skannaus- ja tulostustarkkuus on 600*600 pistettä tuumalla. (Kopiokoneet / tulostimet 2007.)

MX-5500N-mallissa on vakiona 10 megabitin siirtonopeuden mahdollistava 10 Base-T lähiverkkoliitäntä, mutta siihen saa myös nopeamman 100 megabitin siirtonopeuden mahdollistavan 100 Base-TX lähiverkkoliitännän lisävarusteena. MX-5500N ei tarjoa lisäominaisuuksia MX-2300N malliin verrattuna verkkoskannaukseen tai tulostukseen liittyen. MX-5500N-malliin saa lisälaitteina myös nivonta ja rei'itystoiminnot ja siitä löytyy samat tietoturvapalvelut kuin MX-2300N mallistakin. Laite on vertailun järein laite, ja sen hintaindeksi on 12,66 (Kopiokoneet / tulostimet 2007.)

4.7 Monitoimilaittevertailu ja valinta

Kaikki vertailun laitteet riittävät ominaisuuksiensa puolesta perus pk-yrityksille. Monitoimilaittevalinnat tehdään kuitenkin aina yritysten tarpeiden mukaan. Joissain yrityksissä esimerkiksi väritulostus on pakollinen ominaisuus, kun taas toisessa voidaan tarvita vain mustavalkotulostusta, mutta faksi on pakollinen. On tietenkin selvää, että vertailun järein MX-5500N-malli on jo todella ylimitoitettu useimmille pk-yrityksille ja lisäksi sen hinta on aivan eri luokassa muihin laitteisiin nähden. MX-5500N-mallin lukuisat ominaisuudet ja erinomainen suorituskyky saattavat olla hyödyksi esimerkiksi mainos- tai valokuvausalan yrityksessä,

joissa on tarvetta tulostaa suuria määriä isoja värikuvia. Kaikkiin laitteisiin lisäominaisuutena saatavat nivontamahdollisuudetkin ovat tällaisessa yrityksessä myös varmasti tervetulleita, kun voidaan nittoa esimerkiksi mainoslehtisiä kätevästi itse. Tavalliseen pk-sektorin pientoimistoympäristöön MX-5500N on kuitenkin jo aivan liian kallis ja järeä laite. Huomattavasti edullisempi MX2300N-malli tarjoaa paljon samoja ominaisuuksia kuin MX-5500N, mutta hieman karsittuna. Toisaalta sen hintakin on jo huomattavasti edullisempi, joten väritulostusta ja maksimaalisia tietoturvaominaisuuksia halajavalle pk-yritykselle se on järkevämpi valinta kuin MX-5500N.

Edullisin AR-M 155 malli on vertailun pienin laite. Se johtuu muun muassa siitä, että siinä ei ole mahdollisuutta tulostaa A4 -kokoa isompia asiakirjoja. Tämä on ikävä rajoite, sillä laite riittäisi muuten hyvin tavalliseen toimistokäyttöön. Vaikka normaalissa käytössä ei A3 kokoa tarvittaisikaan, niin voi yritysympäristössä toimittaessa tulla vastaan yllättäviä tilanteita. Muut perusominaisuudet ovat kunnossa, vaikkakin skanneri saisi kyllä tukea useampia värejä. AR-M236-malli on jo hieman isompi monitoimilaite. Se pystyy myös käsittelemään A3 -kokoisia kuvia ja asiakirjoja. AR-M236-mallistakin, kuten kaikista muistakin malleista, löytyy vakiona myös automaattinen kaksipuolitulostus. Mallissa on vakiona 10 Base-T verkkoliitäntä joka on AR-M155 -malliin hankittava erillisenä lisälaitteena. Suurimmat erot näiden kahden laitteen välillä ovat paperikoot ja tulostusnopeudet. AR-M236-malli kykenee hieman nopeampaan tulostukseen tai kopiointiin kuin AR-M155-malli, mutta tavallisessa pk-yrityksen toimistokäytössä molempien nopeudet ovat riittäviä.

Kaikki mallit saa siis liitettyä yrityksen verkkoon lähiverkkoliitännän kautta. Kaikissa malleissa on, ainakin vaihtoehtona 10 Base-T liitäntä, joka mahdollistaa 10 megabitin siirtonopeuden. MX-5500N-malliin saa halutessaan myös paremman 100 Base-TX liitännän, joka mahdollistaa 100 megabitin siirtonopeuden. Sellaisessa yrityksessä, johon tämä malli hankitaan, nopeammalle liitännälle on varmasti jo tarvettakin. Normaalissa toimistokäytössä hitaampi 10 Base-T liitäntä on kuitenkin aivan riittävä. Verkkoliitännän avulla onnistuu joka mallissa asiakirjojen skannaus sähköpostiin, FTP:lle ja työpöydälle. MX-2300N- ja MX-5500N-malleilla pystytään vielä lisäksi skannaamaan asiakirjat suoraan salaamattomiksi

tai salatuiksi pdf -tiedostoiksi. MX-2300N- ja MX-5500N-malleissa on sisäänrakennettu kiintolevy. Kiintolevy on hyödyllinen, jos yrityksessä on runsaasti samaa laitetta käyttäviä henkilöitä. Henkilöiden käyttötarpeet voivat vaihdella paljonkin ja kiintolevyille luotavat käyttäjäprofiilit ovat tällöin käteviä. Jokainen käyttäjä voi tallentaa profiiliin haluamansa asetukset, joten asetuksia ei tarvitse koko ajan säätää. Käyttäjillä on myös omat kiintolevyosiot, joille he voivat arkistoida asiakirjoja, joita ei tarvitse vielä tulostaa. Pienemmässä toimistoympäristössä, jossa käyttäjien määrä ja käyttötarkoitusten moninaisuus on vähäisempää, pärjää mainiosti kiintolevyttömälläkin mallilla.

Väritulostus löytyy MX-5500N ja MX-2300N -malleista. Väritulostus ei useinkaan ole välttämätön ominaisuus, mutta se on kuitenkin sellainen ominaisuus jonka moni yritys mielellään haluaa. Kun värilaserlaitteiden hinnatkin ovat tulleet reilusti alaspäin, niin sekään ei ole mikään este värilaserlaitteen hankinnalle. Paperia kaikkiin malleihin saa riittävästi normaalia toimistokäyttöä ajatellen, joskin AR-M155-mallissa on jo sen verran vähän tilaa paperille, että sitä joutuu täyttämään hieman useammin. AR-M236-mallin 2 100 arkin kapasiteetti riittää pk-sektorin normaalissa toimistokäytössä varmasti jo pidempääkin. Kaikkiin malleihin saa halutessaan myös faksipalvelut, jotka voivat olla joillekin yrityksille hyvinkin tärkeitä.

MX-5500N- ja MX-2300N-mallien tietoturvaominaisuudet ovat varmasti monelle yritykselle tervetulleita toimintoja. Ne varmistavat koko toimistoympäristön tietoturvan. Kopiokoneet ja monitoimilaitteet ovat usein verkkojen ainoita suojaamattomia laitteita minkä vuoksi hakkerit ovat alkaneet kiinnostua niistä yhä enemmän. Tiedon ylikirjoitusominaisuus on tärkeä myös silloin, kun laitteita uusitaan, sillä sitä käytettäessä laitteiden kiintolevyille ei jää tärkeitä tai salaisia tietoja. Kaikkiin laitteet myydään niin sanotulla toimivuustakuulla. Se tarkoittaa sitä että laite toimii asennuksen jälkeen moitteetta. Lisäksi tehdään yleensä noin 3-4 vuoden huoltotakuu, joka kattaa kaikki vikatilanteet huollot ja värikasetit. taulukossa 6 on esiteltyä joitain monitoimilaitteiden ominaisuuksia.

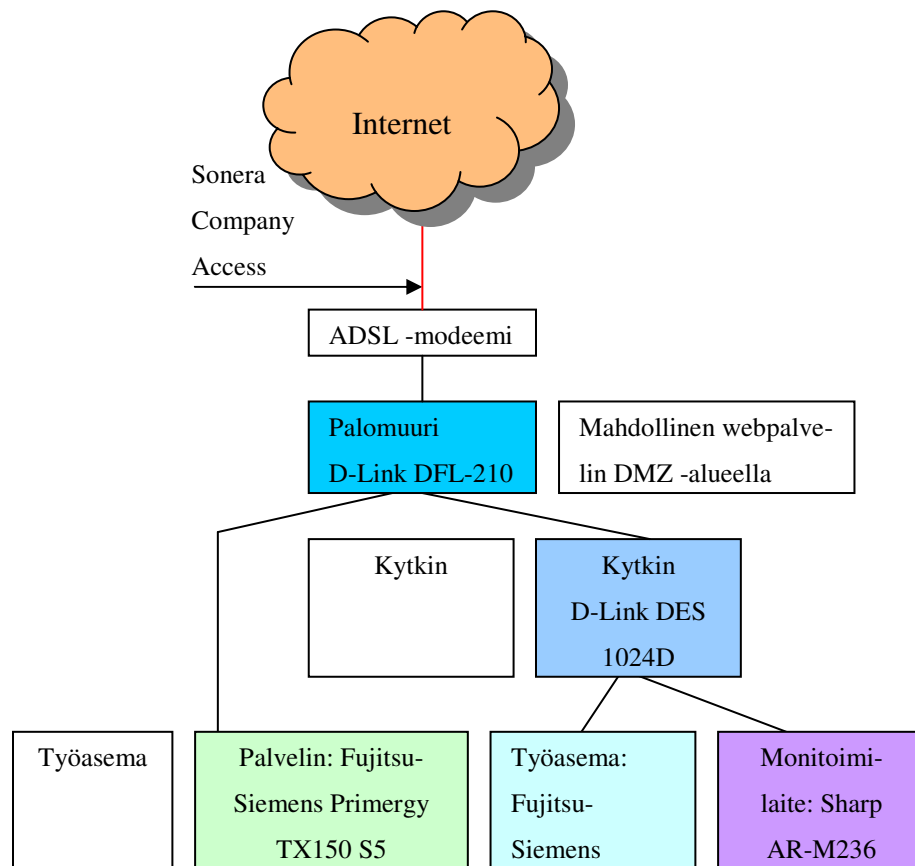
TAULUKKO 6. Monitoimilaitteiden ominaisuuksia (Kopiokoneet / tulostimet 2007.)

Monitoimilaitteet	Tulostusnopeus (A4)	paperimäärä (max)	Paperikoot	Muisti (Mt)	Hinta
MX-5500N	Väri: 41 kpl/min Mustavalko: 55kpl/min	6600 kpl	A5R-A3W	1024	12,66
MX-2300N	Väri: 23 kpl/min Mustavalko: 23 kpl/min	5600 kpl	A6-A3	768	4,75
AR-M236	Mustavalko: 23 kpl/min	2100 kpl	A6-A3	48	2,28
AR-M155	Mustavalko: 15 kpl/min	550 kpl	A6-A4	8	1

Esimerkkikoonpanoon valittiin AR-M236-malli. Se on riittävän suorituskykyinen ja sillä pystytään tulostamaan myös A3 -kokoisia asiakirjoja. Laitteen saa liitettyä verkkoon, jolloin skannaus sähköpostiin ja oman tai työkaverin työaseman työpöydälle onnistuvat. Laitteeseen saa myös riittävästi paperia, joten sitä ei tarvitse olla koko ajan lisäämässä. AR-M236 -malli on vertailun toiseksi edullisin, joten hintalaatusuhde on kunnossa. Ainoat miinukset ovat väritulostuksen ja tietoturvaominaisuuksien puuttuminen. Mutta koska varsinkaan väritulostus ei ole välttämättömyyttä, niin tämä malli on hyvä valinta esimerkkikoonpanoon.

4.8 Ratkaisu

Vertailun tuloksena tiedonsiirtoyhteyslaitteista syntyi seuraavanlainen kuviossa 7 näkyvä kokonaisuus.



KUVIO 7. Kaaviokuva valituista tiedonsiirtoyhteyslaitteista

Valitut laitteet näkyvät väritettyinä, ja tyhjät kohdat ovat mukana vain havainnollistamassa verkon laajennettavuutta.

Internetyhteytenä toimii siis Soneran Company Data Access, joka valittiin ensisijaisesti siksi, että se mahdollistaa kiinteät julkiset IP-osoitteet ja nopeamman tiedonsiirron sisäverkosta julkiseen verkkoon. Julkisten IP-osoitteiden avulla yritys pystyy tarjoamaan oman sisäverkkonsa palveluja julkiseen verkkoon ja parempi nopeus ulkoverkkoon päin takaa näiden palvelujen paremman toimivuuden.

Yhteys tuodaan ADSL-modeemin läpi suoraan palomuriin. Modeemeja ei vertailtu, eikä esimerkkikokoonpanoon valittu mitään tiettyä modeemia, sillä tähän ratkaisuun riittää aivan perusmodeemi, joka vain välittää liikenteen palomuurille. Esimerkkikokoonpanon palomuurissa on reititysominaisuudet ja se voi toimia DHCP-palvelimena, joten ratkaisuun ei tarvita erillistä reititintä. Palomuri voi välittää tarvittaessa kiinteät julkiset IP-osoitteet sisäverkossa sijaitsevalle palvelimelle, jolta voidaan täten tarjota palveluja myös julkiseen verkkoon. Kaikille työasemillekin voi halutessaan tuoda kiinteät julkiset kiinteät IP-osoitteet, mutta siitä ei ole juuri hyötyä. Palomuri jakaakin työasemille yrityksen omat sisäiset verkko-osoitteet, jotka palomuurin NAT (Network Address Translation) -palvelun avulla muutetaan julkisiksi osoitteiksi, kun halutaan yhteys julkiseen verkkoon.

Esimerkkikokoonpanon palvelin sijaitsee sisäverkossa, mutta se saa kiinteän julkisen IP-osoitteen joten sen tarjoamat palvelut ovat käytettävissä myös yrityksen ulkopuolella. Palvelimen roolia ei tässä työssä tarkasti määritelty. Se voi toimia esimerkiksi sähköpostipalvelimena tai tietopankkina työntekijöiden yhteistyössä tarvitsemille tiedostoille ja palveluille. AD:n eli Active Directoryn avulla voidaan esimerkiksi määrittää eritasoisia käyttäjätilejä, joilla voidaan rajoittaa käyttäjien oikeuksia tiedostoihin tai palveluihin. AD:n avulla voidaan palvelimelle luoda eritasoiset käyttäjätilit esimerkiksi ATK-ylläpidolle, hallinnolle ja vaikka etätyöntekijöille.

Esimerkkikokoonpanossa kytkin on automaattisesti toimiva ei-hallinnoitava kytkin. Se toimii läpinäkyvänä kytkijänä lähiverkon ja palomuurin välissä, eikä sillä ole vaikutusta verkon toimintaan. Kytkin vain välittää työasemien pyynnöt palomuurille, palvelimelle, monitoimilaitteelle tai toiselle työasemalle. Valittu kytkin ei mahdollista virtuaalisien lähiverkkojen luomista, joten jos haluaa useamman lähiverkon, on hankittava toinen kytkin, johon toiseen lähiverkkoon halutut laitteet kytketään. Yhteen D-Linkin DES 1024D -kytkimeen saadaan kytkettyä yhteensä 23 päätelaitetta.

Työasemat saavat ei-julkiset sisäverkon IP-osoitteet DHCP-palvelimena toimivalta palomuurilta. Jos halutaan yhteys julkiseen verkkoon, niin se onnistuu palomuurin NAT-palvelun avulla. Valittu työasemamalli on perustoimistokäyttöön suunnattu ja sisältää käyttöjärjestelmän, ja mahdollisesti erillisen tietoturvaohjelmiston. Palvelimen ja työasemien yhteistoimintaa ei tässä työssä määritellä, sillä ne ovat jokaisen yrityksen omia asioita. Etäyhteyksien tietoturva taataan VPN-yhteyksien avulla. Työasemiin asennetaan VPN-asiakasohjelmistot, joiden avulla ne muodostavat VPN-yhteyden palomuriin.

Monitoimilaitte on kytkettynä lähiverkkoon, joten se on käytettävissä kaikilta työasemilta. Monitoimilaitteen käyttöoikeuksia hallinnoidaan palvelimella, ja jos yrityksestä löytyy käyttäjäryhmiä, jotka eivät sitä tarvitse, niin heidän profiileissaan monitoimilaitteen käyttö voidaan estää. Verkossa oleva monitoimilaitte mahdollistaa muun muassa asiakirjojen skannauksen sähköiseen muotoon suoraan työntekijän työasemalle.

Tietoturvasta huolehtii palomuri ja internetyhteyden mukana saadut virustorjuntapalvelut. Yksittäisiin työasemiin kannattaa asentaa myös omat tietoturvaohjelmistot, jotta työasema on suojattuna myös käytettäessä internetiä yrityksen ulkopuolella.

Puhelinliittymäksi valittiin Sonera Yrityслиittymä, koska se tarjoaa tarvittavat peruspalvelut ja mahdollisuuden erilaisiin lisäpalveluihin. Halutessa voidaan ottaa käyttöön muun muassa Soneran Mobiilivaihdepalvelu, joka tuo perinteisen fyysisen puhelinvaihteen palvelut kännyköihin. Se mahdollistaa esimerkiksi alinumeroiden käytön ja erilaiset soittoketjut. Yrityслиittymän rinnalle otettiin myös Soneran Company Data-liittymä, joka mahdollistaa paremmat tiedonsiirto-ominaisuudet. Company Data -liittymä mahdollistaa myös internetin käytön, kannettavan tietokoneen ja siihen asennettavan PC -datakortin kanssa, myös yrityksen ulkopuolelta. Käyttö onnistuu HomeRun pisteiden lähetyvillä. Nämä pisteet ovat palveluntarjoajan WLAN-tukiasemia. Puhelinyhteyksien hintoja ei niiden vaikean vertailtavuuden vuoksi käsitelty. Puhelinlaitteet jätettiin vertailematta ja valitsematta, koska yrityksillä on puhelimet yleensä jo valmiina, tai he hankkivat mahdollisesti eritasoisia puhelimia eri työntekijöille.

5 YHTEENVETO

Työn tarkoituksen oli löytää nykyaikainen ja kustannustehokas toimistotekninen ratkaisu pk-yritykselle. Ratkaisuun kuuluvat tietoliikenneyhteydet, tietoliikenneyhteyslaitteet ja monitoimilaitteet. Ohjelmistopuoleen ei puututtu. Työ suoritettiin vertailemalla ja analysoimalla eri yhteyksien ja laitteiden ominaisuuksia. Vertailu suoritettiin puhtaasti teoriassa, eikä laitteita käsitelty fyysisesti lainkaan. Valinnoilla pyrittiin toimivaan ja kustannustehokkaaseen toimistotekniseen kokonaisuuteen, joka sopisi mahdollisimman monelle pk-sektorilla toimivalle yritykselle.

Tutkimustyön lopputuloksena syntynyt esimerkkikokoonpano vastaa hyvin perus pk-yrityksen tarpeisiin. Esimerkkikokoonpano ei sisällä parhaita mahdollisia laitteita, mutta se on kuitenkin hyvässä tasapainossa hinnan ja laadun suhteen. Ratkaisua ei voida tietenkään suoraan tarjota kaikille yrityksille, sillä vaikka laitteet ja yhteydet soveltuisivatkin useimmille pk-yrityksille, niin se ei tarkoita sitä, että ne sopisivat kaikille. Myös laitteiden muodostama kokonaisuus on eri asia kuin yksittäiset laitteet. Jossain yrityksessä saatetaan tarvita esimerkiksi tehokkaampaa monitoimilaitetta, kuin esimerkkikokoonpanossa oleva, vaikka muut laitteet voisi ottaa suoraan esimerkkikokoonpanosta. Tässä ratkaisussa on niin paljon laitteita ja vaihtoehtoja, että monesti siihen varmasti halutaan tehdä jonkinlaisia muutoksia. Esimerkkikokoonpanon tarkoituksena onkin toimia mallina, jonka pohjalta on helpompi lähteä rakentamaan toimistoteknistä ratkaisua pk-yritykselle.

Työn tekemisessä oli omat vaikeutensa, eniten sitä vaikeutti alueen laajuus. Melkein mistä tahansa työssä käsitellyistä yksittäisistä osa-alueista olisi voinut tehdä oman opinnäytetyönsä. Oli vaikeaa päättää sitä, mistä alueesta kirjoitetaan enemmän ja mistä vähemmän. Työn laajuuden vuoksi sitä jouduttiin myös rajaamaan melko paljon. Esimerkiksi tietoliikenneyhteyksiä käsiteltäessä puheyhteyksiin liittyvät aiheet jäävät tiedonsiirtoyhteyksien jalkoihin. Puheyhteyksistä olisi voinut kirjoittaa enemmänkin, mutta ajanpuutteen vuoksi niihin ei voitu uppoutua syvämmällä.

Työn tutkimusosuus tehtiin vertailemalla eri yhteyksien ja laitteiden ominaisuuksia teoriassa. Laitteista ja yhteyksistä löytyy sinänsä hyvinkin paljon tietoa, mutta vertailua vaikeutti se, että laitteiden ja yhteyksien kuvaukset sisälsivät monesti aivan eri ominaisuuksia keskenään. Vertailun aikaansaamiseksi olikin laitteiden ominaisuuksia kaivettava laitteiden ohjekirjoista ja muista erillisistä lähteistä. Vertailun tekemistä ei helpottanut yhtään myöskään se, että monen valmistajan sivuilta löytyi usein ristiriitaista tietoa samasta laitteesta. Loppujen lopuksi oli vain valittava omasta mielestä parempi ja luotettavampi vaihtoehto. Välillä oli myös vaikeaa määritellä, mitkä ominaisuudet ja toiminnot ovat keskeisiä varsinkin pk-sektorilla toimivien yritysten kannalta. Tätä analysointia olisi varmasti helpottanut se, että laitteita ja niiden yhteistoimintaa olisi päässyt oikeasti kokeilemaan. Alun perin esimerkkikokoonpano olikin tarkoitus rakentaa yrityksen tiloihin, mutta ajanpuutteen vuoksi siitä jouduttiin ainakin toistaiseksi luopumaan.

Vaikka tuotevalikoima olikin jo etukäteen melko hyvin rajattu, niin erilaisten laitteiden ja yhteyksien runsaus yllätti ja hyvien laitteiden löytäminen oli melko hankalaa. Tällaisen tutkimuksen tekeminen vie varmasti paljon resursseja ja aikaa yritykseltä, joka on uudistamassa toimisto- tai tietoliikenneteknistä kokonaisuuttaan. Yrityksen kannalta onkin tärkeää löytää hyvä yhteistyökumppani, jolla on jo entuudestaan tietotaitoa näistä asioista.

Tämä tutkimuksen tuloksena syntynyt toimistotekninen ratkaisu kuvaa hyvin tätä päivää, mutta tulevaisuus tuonee jonkin verran muutoksia tullessaan. Tulevaisuudessa puheyhteydetkin tullaan todennäköisesti toteuttamaan IP-pohjaisena liikenteenä, eikä voida enää puhua erikseen puhe- ja tiedonsiirtoyhteyksistä. Tämä on jo havaittavissa nykyäänkin VoIP:n myötä. VoIP:n yleistyessä ja kehittyessä kaikki tietoliikenne tapahtunee tulevaisuudessa samassa tietoliikenneverkossa. Nyt on jo saatavilla puhelimia, jotka sisältävät sekä VoIP-, että GSM- / UMTS -tuen. Tällaiset laitteet helpottavat siirtymistä VoIP:n käyttöön. Langattomat ratkaisut lisääntyvät ja kehittyvät myös koko ajan ja langattomuus onkin ehdottomasti lyömässä itsensä läpi lopullisesti. Langattomuus antaa työntekijöille lisää työskentelyvapautta ja helpottaa verkkojen rakentamista, kun paljon vaivaa aiheuttavasta kaapeloinnista päästään eroon. Nykyäänkin WLAN -pohjaiset ratkaisut ovat yleisiä

toimistoympäristössä, mutta WLAN -tekniikan ja tietoturvan kehittyessä langattomat lähiverkkoratkaisut tulevat olemaan enemmän sääntö kuin poikkeus.

LÄHTEET

Painetut lähteet:

Aalto, L. & Westermarck, I. 1997. Toimistotyö. 1. painos. WSOY- kirjapainoyksikkö, Porvoo.

Aalto, L., Peltomäki, S. & Westermarck, I. 2001. Palveleva toimisto. 1. painos. WS Bookwell Oy, Porvoo.

Granlund, K. 2001. Langaton tiedonsiirto. Docendo, Jyväskylä.

Ginsburg, D. 2000. ADSL. Alkuperäisteos: Implementing ADSL, Oy Edita AB, Helsinki.

Järvinen P. 2002. Tietoturva & yksityisyys. 1 painos. Docendo Finland Oy. WS Bookwell, Porvoo.

Perlmutter, B. & Zarkower, J. 2001. Virtuaaliset yksityisverkot. Alkuperäisteos: Virtual Private Networking. Edita Oyj, Helsinki.

Painamattomat lähteet:

802.11 [online] Wikipedia [viitattu 2.2.2007] Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/802.11g>

ADSL2 [verkkodokumentti]. RAD Data Communications, LTD [viitattu 18.3.2007]. Saatavissa: <http://www2.rad.com/networks/2005/adsl/adsl2.htm>

ADSL2 Plus [verkkodokumentti]. RAD Data Communications, LTD [viitattu 18.2.3.2007]. Saatavissa: <http://www2.rad.com/networks/2005/adsl/adsl2p.htm>

AMILO Pro V8210 [verkkodokumentti] Fujitsu-Siemens Computers [viitattu 21.3.2007]. Saatavissa: http://vilpublic.fujitsu-siemens.com/vil/pc/vil/datenblaetter/mobile/en/ds_amilo_pro_v8210.pdf

Asiakirjaturvallisuusratkaisut [verkkodokumentti] Sharp Corporation [viitattu 26.3.2007]. Saatavissa: http://www.sharp.eu/cps/rde/xbcr/SID-0A0A4383-82FA11D0/fi/8025_Sharp_Security_Fi.pdf

Celsius H240 [verkkodokumentti] Fujitsu-Siemens Computers [viitattu 21.3.2007]. Saatavissa: http://vilpublic.fujitsu-siemens.com/vil/pc/vil/datenblaetter/workstation/ds_celsius_h240.pdf

Celsius M450 [verkkodokumentti] Fujitsu-Siemens Computers [viitattu 21.3.2007]. Saata vissa: http://vilpublic.fujitsu-siemens.com/vil/pc/vil/datenblaetter/workstation/ds_celsius_m450.pdf

DES 1016R+ [verkkodokumentti] D-Link Corporation [viitattu 3.3.2007]. Saatavissa: ftp://ftp.dlink.se/Data%20sheets/des-1016rplus_1024rplus.pdf

DFL-200 [verkkodokumentti] D-Link Corporation [viitattu 5.3.2007] Saatavissa: <ftp://ftp.dlink.se/Data%20sheets/df1-200.pdf>

DFL-210/800/1600/2500 [verkkodokumentti] D-Link Corporation [viitattu 5.3.2007] Saatavissa: <ftp://ftp.dlink.se/Data%20sheets/df1-210.pdf>

Direct-sequence spread spectrum [online] Wikipedia [viitattu 21.2.2007] Saatavissa: <http://en.wikipedia.org/wiki/DSSS>

D-Link Systems [verkkodokumentti] techdata [viitattu 3.3.2007]. Saatavissa: <http://intouch.techdata.com/guisearch/DataSheetDisplay.aspx?>

Esprimo E Series [verkkodokumentti] Fujitsu-Siemens Computers [viitattu 21.3.2007]. Saatavissa: http://vilpublic.fujitsu-siemens.com/vil/pc/vil/datenblaetter/professional/ds_esprimo_e.pdf

Geier, J. 2003. WPA plugs holes in WEP [verkkodokumentti]. Network World Fusion [viitattu 9.2.2007]. Saatavissa:

<http://www.nwfusion.com/research/2003/0331wpa.html>

Gigabit kytkimet [verkkodokumentti]. Zyxel Communications corp. [viitattu

23.3.2007]. Saatavissa: <http://www.zyxel.fi/?kuvaus=1&deptID=11209&productID=152>

GSM:n tuevaisuus [verkkodokumentti] Melèn J., Laukka A., Karkas R. [viitattu

23.3.2007]. Saatavissa: <http://www.netlab.tkk.fi/opetus/s38118/s99/htyo/6/#GSM>

Hallittavat kytkimet [verkkodokumentti]. ZyXEL Communications corp. [viitattu

23.3.2007]. Saatavissa: <http://www.zyxel.fi/?kuvaus=1&deptID=11216&productID=101>

Kopiokoneet / tulostimet [verkkodokumentti] Sharp Electronics Europe [viitattu

20.3.2007]. Saatavissa: http://www.sharp.eu/cps/rde/xchg/SID-0A0A4384-7E822C16/fi/hs.xsl_44_FIN_HTML.htm

OSI-malli [online] Tampere University of Technology [viitattu 18.3.2007]. Saata-

vissa: <http://images.google.fi/imgres?imgurl=http://www.cs.tut.fi/etaopetus/titepk/kuvat/OSI1.gif&imgrefurl=http://www.cs.tut.fi/etaopetus/titepk/luku19/OSI.html&h=220&w=350&sz=5&hl=fi&start=7&tbnid=HLuDgIpZojO0UM:&tbnh=75&tbnw=120&prev=/images%3Fq%3DOSI-malli%26gbv%3D2%26svnum%3D10%26hl%3Dfi%26sa%3DG>

Palomuuuri [online] Wikipedia [viitattu 15.3.2007]

Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Palomuuuri>

Palomuurit ja VPN [verkkodokumentti]. ZyXEL Communications corp. [viitattu

12.2.2007]. Saatavissa: <http://www.zyxel.fi/?deptid=11183>

Pk-sektori / tietoturvaratkaisut [verkkodokumentti]. D-link Suomi [viitattu 12.2.2007]. Saatavissa: <http://www.d-link.fi/?go=jN7uAYLx/oIJaWVRCbkZU93ygJVYKuJXStvhLPG3yV3oUop/l7coNZwgNaRj5w==>

Primergy tower servers [verkkodokumentti]. Fujitsu Siemens Computers [viitattu 18.2.2007]. Saatavissa: http://www.fujitsu-siemens.com/products/standard_servers/tower/index.html

Primergy TX150 S5 [verkkodokumentti] Fujitsu-Siemens Computers [viitattu 12.3.2007]
Saatavissa: http://extranet.fujitsu-siemens.com/vil/pc/vil/primergy/model_line_100/tower_server/ds_prim_tx150_s5.pdf

Primergy TX200 S3 [verkkodokumentti] Fujitsu-Siemens Computers [viitattu 12.3.2007]
Saatavissa: http://extranet.fujitsu-siemens.com/vil/pc/vil/primergy/model_line_200/tower_server/ds_prim-tx200-s3.pdf

Professional Notebooks [verkkodokumentti]. Fujitsu Siemens Computers [viitattu 10.2.2007]. Saatavissa: http://www.fujitsu-siemens.com/products/mobile/notebooks/prof_notebooks.html

Professional PCs [verkkodokumentti]. Fujitsu Siemens Computers [viitattu 10.2.2007]. Saatavissa: http://www.fujitsu-siemens.com/products/deskbound/personal_computers/index.html

Router [verkkodokumentti] TechTarget [viitattu 23.3.2007].
Saatavissa: http://searchnetworking.techtarget.com/sDefinition/0,290660,sid7_gci212924,00.html

Server [verkkodokumentti] TechTarget [viitattu 23.3.2007]
Saatavissa: http://searchnetworking.techtarget.com/sDefinition/0,290660,sid7_gci212964,00.html

Sonera Business Internet Company Access [verkkodokumentti] TeliaSonera Finland Oyj [viitattu 12.2.2007]. Saatavissa:

http://www.sonera.fi/artikkeli2/0,3843,1-fi_h-13652_a-339590,00.html

Sonera Business Internet Easy Access [verkkodokumentti] TeliaSonera Finland Oyj [viitattu 12.2.2007]. Saatavissa: http://www.sonera.fi/artikkeli2/0,3843,1-fi_h-13653_a-339600,00.html

Sonera Company Data [verkkodokumentti]. TeliaSonera Finland Oyj [viitattu 19.3.2007]. Saatavissa:

http://www.sonera.fi/GetImages/GetImages_GetImage_pdf /0,3774,72403,00.pdf

Sonera Mobiilitoimisto [verkkodokumentti]. TeliaSonera Finland Oyj [viitattu 19.3.2007]. Saatavissa: http://www.sonera.fi/artikkeli2/0,3843,1-fi_h-13702,00.html

Sonera Parempi Yritysdata [verkkodokumentti]. TeliaSonera Finland Oyj [viitattu 19.3.2007]. Saatavissa: http://www.sonera.fi/artikkeli2/0,3843,1-fi_h-13754_a-339470,00.html

Sonera Parempi Yritys-pakteeiliittymä [verkkodokumentti]. TeliaSonera Finland Oyj [viitattu 19.3.2007]. Saatavissa: http://www.sonera.fi/artikkeli2/0,3843,1-fi_h-13755_a-339465,00.html

Sonera Vaihd palvelu [verkkodokumentti] Sonera [viitattu 15.3.2007] Saatavissa: <http://www.porvoonkruunu.fi/tiedostot/SONERA%209.6.2005%20vapakuvaus.doc>

Sonera Yritysluottamus [verkkodokumentti]. TeliaSonera Finland Oyj [viitattu 19.3.2007]. Saatavissa: http://www.sonera.fi/artikkeli2/0,3843,1-fi_h-13757_a-338000,00.html

Switch [verkkodokumentti] TechTarget [viitattu 23.3.2007].

Saatavissa: http://searchnetworking.techtarget.com/sDefinition/0,,sid7_gci213079,00.html

Universal Mobile Telecommunications System [online] wikipedia [viitattu 24.3.2007] Saatavissa: <http://en.wikipedia.org/wiki/UMTS>

WLANin rakentaminen [verkkodokumentti] Joni Ranta-Eskola [viitattu 19.3.2007]. Saatavissa: http://www.wlan.puv.fi/wlan_lopputyo.pdf

Workstation [verkkodokumentti] TechTarget [viitattu 23.3.2007]
Saatavissa: http://searchmobilecomputing.techtarget.com/sDefinition/0,290660,sid40_gci213385,00.html

xDSL-TEKNIKAT [verkkodokumentti]. Toni Jaakkola [viitattu 12.3.2007]. Saatavissa : http://www2.lut.fi/~tjaakkol/xDSL_Seminaari.pdf

Voice over IP [online] Wikipedia [viitattu 2.2.2007] Saatavissa:
<http://en.wikipedia.org/wiki/VoIP>

WLAN-turvallisuus [verkkodokumentti]. Niemi J. Seminaarityö, Helsingin yliopisto. [viitattu 9.2.2007] Saatavissa:
http://www.cs.helsinki.fi/group/turvasem/papers/niemi_wlan.pdf

ZyXELL ES-2024A M [verkkodokumentti] GNT Finland Oy [viitattu 3.3.2007].
Saatavissa: <http://www5.gnt.fi/scripts/DBMNet.dll?TuoteTiedot?TUOTEID=581888&V=2>

ZyXELL GS-1116A [verkkodokumentti] GNT Finland Oy [viitattu 3.3.2007].
Saatavissa: <http://www5.gnt.fi/scripts/DBMNet.dll?TuoteTiedot?TUOTEID=61177&V=2>

ZyXELL ZYWALL 5 UTM [verkkodokumentti] GNT Finland Oy [viitattu 8.3.2007].

Saatavissa: <http://www5.gnt.fi/scripts/DBMNet.dll?TuoteTiedot?TUOTEID=582529&V=2>

ZyXEL ZYWALL 35 UTM [verkkodokumentti] GNT Finland Oy [viitattu 8.3.2007].

Saatavissa: <http://www5.gnt.fi/scripts/DBMNet.dll?TuoteTiedot?TUOTEID=582590&V=2>