

## **Tuotannon työasemaratkaisujen suunnittelu**

Case PACCOR Finland Oy



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma

Visamäki, 02.10.2012

Kim Virtaranta



Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma  
Hämeenlinna

Työn nimi Tuotannon työasemaratkaisujen suunnittelu

Tekijä Kim Virtaranta

Ohjaava opettaja Tommi Lahti

Hyväksytty \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ .20 \_\_\_\_\_

Hyväksyjä

Hämeenlinna  
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma

---

<b>Tekijä</b>	Kim Virtaranta	<b>Vuosi</b> 2012
<b>Työn nimi</b>	Tuotannon työasemaratkaisujen suunnittelu	

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia ja evaluoida erilaisia työasemaratkaisumalleja sekä siihen liittyviä tekniikoita PACCOR Finland Oy:lle. Kuluttajapakkauksia sekä siihen liittyviä palveluja tarjoava yritys on vuoden 2012 lopulla siirtymässä uusiin toimitiloihin, minkä ohessa vanhat tuotantokoneet tullaan korvaamaan uusilla päätelaitteilla.

Opinnäytetyön rakennetta lähdettiin työstämään PACCOR Finland Oy:n antamien vaatimusten, tarpeiden sekä erinäisten reunaehtojen puitteissa. Työlle asetettiin kaksi pääprioriteettia, joista ensimmäisen tarkoitus oli tutkia virtualisointia sekä siihen liittyvien tekniikoiden soveltuvuutta PACCOR Finland Oy:n tulevassa tehdasympäristössä. Toisen pääprioriteetin tarkoitus oli kartoittaa eri työasemavaihtoehdot, joiden avulla virtualisointia sekä siihen liittyvää tekniikkaa voitaisiin tukea mahdollisimman kattavasti.

Työssä saatujen tutkimus- ja haastattelutulosten perusteella oli kuitenkin selvää, ettei virtualisointia olisi mahdollista soveltaa niin kustannustehokkaasti kuin alun perin oli suunniteltu. Näin ollen uudeksi, vartenotettavaksi työasemaratkaisumalliksi nousi tehdasympäristöihin tarkoitettu tehdastyöasema. Tehdastyöasemien valinta ja evaluointi suoritettiin painotetun valintamatriisin avulla, missä tehdastyöasemien ominaisuudet sekä kriteerit pisteytettiin eri painoarvoilla. Parhaiten kriteerit täyttäneet ja ominaisuuksiltaan sopivin valittiin PACCOR Finland Oy:n uudeksi työasemaratkaisuksi.

Jatkokehitystä varten opinnäytetyössä suoritettiin myös loppukäyttäjättestaus projektin aikana rakennetuille pilottityöpisteille. Testauksen aikana ilmenneet ongelmat sekä parannusehdotukset dokumentoitiin myöhempää analysointia ja kehitystä varten.

**Avainsanat** Virtualisointi, työasemaratkaisumallit, ohjelmistojakelu

**Sivut** 39 s. + liitteet 4 s.

Visamäki

Degree Programme in Business Information Technology

---

**Author**

Kim Virtaranta

**Year** 2012

**Subject of Bachelor's thesis**

Solution design of production workstations

---

ABSTRACT

The purpose of this thesis was research and evaluation of different workstation solution models and related techniques for PACCOR Finland Ltd. The company offering consumer packaging and related services is moving to new premises at the end of 2012, during which the old production workstations will be replaced with a new workstation solution.

The structure of this thesis was created based on PACCOR Finland Ltd.'s given demands, needs and preconditions. The work was given two main priorities, of which the first one's purpose was to study suitability of virtualization and similar techniques for the upcoming factory environment. The second main priority was to map different workstation options for supporting virtualization and similar techniques as extensively as possible.

However, based on the gained research- and interview results, it was clear that virtualization would not be adaptable as cost efficiently as originally was planned. Thus the new considerable workstation solution model was a workstation specifically meant for factory environments. Factory workstation selection and evaluation was completed by an evaluation matrix, in which the properties and criteria of factory workstations were scored under different values. The workstation matching the criteria and with the most suitable properties, was selected as the new workstation solution for PACCOR Finland Ltd.

For further development the thesis also includes an end-user testing, conducted on the pilot workstations built during the project. Problems and improvement suggestions that came up during the testing were documented for further analyzing and development.

**Keywords** Virtualization, workstation solutions, software distribution

**Pages** 39 p. + appendices 4 p.

## ALKUSANAT

Kiitos mahdollisuudesta työn tekemiseen kuuluu toimeksiantajalleni Paccor Finland Oy:lle, joka on antanut työtä varten erinomaiset resurssit sekä varsin vapaat kädet toimia työn puitteissa. Suuret kiitokset kuuluvat myös Paccor Finland Oy:n positiiviselle ja motivoivalle työilmapiirille, joka auttoi jaksamaan sekä työn tekemisessä että opinnäytetyön kirjoittamisessa.

Haluaisin erityisesti kiittää myös opinnäytetyöni toimeksiantajan ohjaajaa Kari Kinnusta rakentavista palautteista sekä hyvistä neuvoista.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	VAATIMUSMÄÄRITTELY .....	2
2.1	Vaatimusmäärittelyn prosessi .....	2
2.3	Tarpeiden ja vaatimusten määrittely .....	3
2.4	Vaatimusten hankintamenetelmät .....	3
2.4.1	Kyselyt ja haastattelut.....	4
2.4.2	Haastattelujen toteutus.....	5
2.5	Tuotteiden ja palveluiden evaluointimenetelmät .....	5
3	IT-ARKKITEHTUURI .....	7
3.1	Virtualisointi.....	7
3.1.1	Mitä on virtualisointi? .....	8
3.1.2	Palvelinvirtualisointi.....	8
3.1.3	Virtuaaliarkkitehtuurit .....	10
3.1.4	Työpöytävirtualisointi .....	12
3.1.5	Sovellusvirtualisointi.....	13
3.1.6	Virtualisointiohjelmistot.....	15
3.2	Päätelaitteet .....	17
3.2.1	Teollisuus PC.....	17
3.2.2	Thin Client.....	18
4	OHJELMISTOJAKELU .....	20
4.1	Microsoft.....	20
4.2	VMware.....	21
4.3	Citrix.....	22
5	TYÖASEMARATKAISU.....	23
5.1	Vaatimusmäärittely .....	23
5.1.1	Lähtötilanne .....	24
5.1.2	Toimintasuunnitelma.....	24
5.1.3	Esiselvitys.....	25
5.1.4	Lopputulokset.....	28
6	PILOTTITYÖPISTEEN RAKENTAMINEN.....	31
6.1	Tehdaskoneiden käyttöönoton suunnittelu.....	31
6.2	Työpisteen rakentaminen .....	32
6.3	Tehdaskoneiden oheislaitteiden hankinta.....	32
7	LOPPUKÄYTTÄJÄTESTAUS .....	34
7.1	Testausmenetelmät .....	34
7.2	Lopputulokset.....	34
8	YHTEENVETO .....	38
	LÄHTEET .....	39

## 1 JOHDANTO

Mitä enemmän tuotannon toimintaa automatisoidaan, sitä luotettavampi tuki ja kalusto tarvitaan taustalle korkean automaatiotason takaamiseksi. Tuotannon kustannustehokkaat sekä automatisoidut toimintamallit ovat olleet viime vuosina hyvin esillä, eikä kyseinen trendi näytä toistaiseksi vielä hiipumisen merkkejä.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii kuluttajapakkauksia sekä siihen liittyviä palveluja tarjoava yritys, PACCOR Finland Oy. Yrityksen juuret ulottuvat aina vuodelle 1965 asti, jolloin PACCOR Finland Oy toimi Polarpak-nimen alla. Sitten nimi on muutettu Polacupiksi ja siitä edelleen Huhtamäki Oyj:ksi. Lopulta yritys liitettiin osaksi Sun Capital Partnersia, jonka jälkeen yritys on toiminut PACCOR Finland Oy:nä.

PACCORilla on tällä hetkellä 19 tehdasta 13 eri Euroopan maassa, joista kaksi sijaitsee Suomessa. Vuoden 2012 loppuun mennessä PACCOR Finlandilla on tarkoitus siirtyä uusiin toimitiloihin sekä samalla keskittää liiketoimintaa nykyisestä kahden tehtaan mallista yhden tehtaan malliin.

Uuden tehtaan korkean automaatiotason saavuttamiseksi PACCOR Finland Oy tarvitsee luotettavat kalustot sekä IT-infrastruktuurin, johon koko tehtaan perustoiminnot voivat nojautua. Tätä varten tehdastyöasemien ja käytettävän tekniikan yhdenvertaistaminen takaa tehokkaamman ylläpidon sekä luotettavamman toiminnan, mitä tämäkin opinnäytetyö tulee käsittelemään.

Opinnäytetyö toteutettiin osana suurempaa PACCOR Finland Oy:n projektikokonaisuutta, mistä syystä muiden projektien aikataulut ja mahdolliset muutokset vaikuttivat merkittävästi myös itse opinnäytetyön rakenteeseen. Opinnäytetyössäni paneudutaan virtualisoinnin mahdollisuuksiin sekä tutkitaan erilaisia työasemaratkaisuja, joita voitaisiin hyödyntää uudessa tehtaassa.

Uuden työasemaratkaisun tarpeet, vaatimukset sekä muut reunaehdot oli valmiiksi määritelty PACCOR Finland Oy:n toimesta. Uutta työasemaratkaisua suunniteltaessa keskityttiin neljään olennaiseen tutkimuskysymykseen, jotka ovat nähtävissä alla olevassa taulukossa 1 tutkimusmenetelmineen.

Taulukko 1 Työssä käytettävät tutkimusmenetelmät

<b>Tutkimuskysymys</b>	<b>Tutkimusmenetelmä</b>
Voidaanko uusi työasemaratkaisu toteuttaa virtualisoinnin avulla?	Haastattelut
Mitä vaatimuksia työasemaratkaisulle asetetaan?	Vaatimusmäärittelydokumentti
Mitkä kriteerit vaikuttavat työasemaratkaisunvalintaan?	Painotettu valintamatriisi
Millaisia käytettävyysongelmia uudella työasemaratkaisulla on?	Kyselylomake

## 2 VAATIMUSMÄÄRITTELY

Vaatimusten määrittely on prosessi, jossa hankkeen vaatimukset ja tarpeet kerätään yhdeksi dokumentiksi. Dokumentin tavoitteena on määritellä hankkeen tarpeet sekä vaatimukset sillä tasolla, että kaikki osapuolet – tilaaja ja toimittaja – ymmärtävät toisiaan. (JHS-suositukset 2009, 7.)

Vaatimusmäärittely toimii hankkeen tilaajan ja toimittajan välisenä kommunikoinnin välineenä. Mitä selkeämmin hankkeen tarpeet ja vaatimukset saadaan listattua, sitä parempi lopputulos saavutetaan. Vaatimusmäärittelyn avulla varmistutaan myös siitä, että projekti vastaa sille asetettuja tarpeita ja vaatimuksia. (JHS-suositukset 2009, 7–8.)

JHS-suositusten (2009, 8–9.) mukaan yli 75 % epäonnistuneista projekteista johtuu puutteellisesta vaatimusten määrittelystä. Yleisimmät syyt vaatimusmäärittelyn epäonnistumisiin ovat puutteelliset tiedot sekä riittämätön ymmärryksen taso kommunikoitavien osapuolien välillä. Kommunikoinnin vaikeus johtaa helposti väärinkäsityksiin, jolloin osapuolten näkemykset eroavat merkittävästi toisistaan.

Huonosti laadittu vaatimusmäärittely vaikuttaa merkittävästi projektin aikatauluun ja tuo ylimääräisiä lisäkustannuksia, koska projektin lopputulos ei vastaakaan sille asetettuja vaatimuksia. (JHS-suositukset 2009, 9.)

### 2.1 Vaatimusmäärittelyn prosessi

Vaatimusmäärittelyn prosessi lähtee liikkeelle yleensä tarpeiden tai ongelmien tunnistamisesta. Tarpeita ja vaatimuksia työstetään läpi koko projektin elinkaaren ajan, jotta paras mahdollinen ymmärrys hankkeen tarkoitukselle saataisiin. Tilaajan tarpeet ja vaatimukset saattavat muuttua tiedonkeruun ja haastattelujen vuoksi moneen kertaan projektin aikana. Tästä syystä yrityksen nykytilan ja tarpeiden kartoitus kannattaa tehdä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta kaikki oleellinen tulisi otettua hankkeen kannalta huomioon. (Vaatimusmäärittely 2008.)

JHS-suositusten (2009) mukaan hyvissä ajoin aloitettu vaatimusten määrittely lisää merkittävästi projektin läpiviennin mahdollisuutta onnistuneesti. Hyvin tiedostetut tarpeet luovat aidon kilpailuedun valittaessa hankkeen toimittajaa. Vaatimusmäärittelydokumentti nousee hankkeen toimittajien kilpailutustilanteessa avainasemaan: mitä paremmin tilaaja on selvillä omista tarpeistaan, sitä paremmin se osaa vaatia toimittajalta haluamaansa.

Toimittajan valitsemisen jälkeen vaatimusmäärittelydokumenttia käydään sillä tasolla läpi, että molemmat ymmärtävät toisiaan riittävän hyvin, millaista hanketta ollaan toteuttamassa. Vaatimusmäärittelyä saatetaan vielä muokata puolin ja toisin, jotta mahdolliset epäselvyydet saadaan eliminoitua.



Projektin suunnittelun kannalta, vaatimusten määrittely kannattaa toteuttaa aliprojektina, jotta resurssit saadaan mitoitettua oikein. Hyvin usein vaatimusten määrittely toteutetaan vain yhtenä pääprojektin osatehtävänä, jolloin resurssit alimitoitetaan reilusti suhteessa työmäärään ja tärkeysluokkaan. Myös esiselvityksen tekeminen on koko projektin kannalta hyvin tärkeää. Projektille tehtävä esiselvitys tuo merkittävästi lisäarvoa vaatimusmäärittelyä laadittaessa. Esiselvitystä voidaan pitää myös yhtenä tiedonkeruun lähteenä, jolloin hankkeen tarvetta ja tarkoitusta saadaan tarkennettua entisestään. (JHS-suositukset 2009, 8–9, 12.)

### 2.3 Tarpeiden ja vaatimusten määrittely

JHS-suositusten (2009) mukaan vaatimusmäärittelydokumentin tulee sisältää suunnitelma siitä, miten, kuka ja missä vaiheessa vaatimusten määrittely tullaan tekemään. Tarpeiden ja vaatimusten määrittelyn päätavoite on saada eri osapuolet yhteisymmärrykseen siitä, mitä ollaan tekemässä. Yhteisymmärrykseen pääseminen vaatii yleensä useiden eri osapuolten välisiä kompromisseja ristiriitaisten näkemysten vuoksi.

Tarpeiden ja vaatimusten määrittelyvaiheessa kannattaa ottaa mukaan sellaisia yksilöitä, jotka ovat kehitettävän hankkeen tai järjestelmän käyttäjiä, koska heillä on yleensä paras mahdollinen tietämys nykyhetken tarpeista. Mukaan kannattaa ottaa myös hankkeen kannalta tärkeitä asiantuntijoita, jotta lait, asetukset sekä tarpeet tulisi otettua mahdollisimman ajoissa huomioon.

Tyypillisimpiä vaatimusten ja tarpeiden hankintamenetelmiä ovat erilaiset kyselyt, haastattelut sekä ryhmäkeskustelut, joiden avulla pyritään keräämään tarvittavia tietoja projektin läpiviemiseksi. Kerätyt tarpeet ja vaatimukset dokumentoidaan, minkä jälkeen ne analysoidaan, priorisoidaan sekä tarpeen vaatiessa tarkennetaan. Hyvän lopputuloksen kannalta vaatimuksia tulee kerätä mahdollisimman monesta lähteestä, jotta kaikkia osapuolia, joita muutos koskee, tulisi huomioitua.

Kun vaatimukset on saatu määriteltyä lopulliseen muotoonsa, ne katselmoidaan ja hyväksytetään projektin ohjausryhmässä valtuutetun henkilön toimesta. Katselmointitilaisuudessa vaatimusten ymmärrettävyys, oikeellisuus ja tarkkuus tarkistetaan sekä arvioidaan. Elleivät vaatimukset täydy niille asetettuja kriteerejä, tulee vaatimuslista korjata seuraavaa katselmointitilaisuutta varten. Katselmoinnissa hyväksytyä vaatimusmäärittelyä kutsutaan baseline-dokumentiksi, joka tulee toimimaan tarjouspyynnön pohjana. Hankkeen kannalta kyseinen prosessi mahdollistaa projektin asianmukaisen valvonnan, ohjauksen sekä laadunvarmistuksen. (JHS-suositukset 2009, 12–13, 15, 17–19.)

### 2.4 Vaatimusten hankintamenetelmät

Vaatimusten määrittely vaatii JHS-suositusten (2009) mukaan systemaattista tiedonkeruuta, jonka tavoitteena on saada mahdollisimman

paljon tietoa ongelma-alueen tarpeista. Tiedon relevanttiuden kannalta tulee tiedonkeruuta tehdessä kiinnittää erityistä huomiota tiedon hankintamenetelmään sekä kohderyhmään, jolle se suoritetaan. Vaatimusten hankinnan kannalta kaikki epäoleellinen tarve tulisi sivuuttaa, jotta hankkeen resurssit saataisiin fokuoitua oikein.

Oikeiden kohderyhmien valinta vaatimusten hankintaprosessissa on erittäin tärkeää, koska kehitettävän hankkeen tietämys on usein hajaantunut, jolloin jokaisella taholla voi olla eri näkemykset kehitettävän hankkeen kokonaiskuvasta. Tästä syystä ongelmien ja kysymysten asetteluun tulee kiinnittää erityistä huomiota tyydyttävän lopputuloksen saavuttamiseksi.

Vaatimusten hankintaan voidaan käyttää monenlaisia menettelytapoja, joista suosituimpia ovat erilaiset kyselyt, haastattelut sekä avoimet keskustelut. Menettelytavan valinta on aina tapauskohtaista ja riippuu hyvin paljon hankkeen luonteesta. Seuraavissa luvuissa tullaan käsittelemään muutamia vaatimusten hankintaan liittyviä tarpeellisia hankintamenetelmiä. (JHS-suositukset 2009, 7, 17, 18–19.)

#### 2.4.1 Kyselyt ja haastattelut

Kyselyt ja haastattelut ovat sekä tehokas että järjestelmällinen tapa kerätä tietoa sekä mielipiteitä valintojen pohjaksi. Kyselyiden avulla on mahdollista saada hyvinkin yllättäviä tai täsmällisiä vastauksia riippuen siitä, millaista kyselytapaa haastattelijat ovat käyttäneet. (Vuorela 2005, 37–38.)

Haastattelutyyppinä on kolmenlaisia, jotka on esitetty Vuorelan (2005) laatimassa taulukossa 2. Jokaisella haastattelutyyppillä on omat vahvuutensa sekä heikkoutensa, ja haastattelutyyppien valinta määräytyy pääasiassa tutkimusongelman ja hankkeen mukaan.

Taulukko 2 Haastattelutyyppit (Vuorela 2005, 40.)

	Lomakehaastattelu	Teemahaastattelu	Avoim haastattelu
<b>Kysymyksen muotoilu</b>	Kiinteä	Suorituskysymyksiä	Vapaa
<b>Kysymysalue</b>	Tiukasti määritelty	Pääpiirteittäin määritelty	Vapaa
<b>Osallistujamäärä</b>	Suuri	Melko pieni	Pieni
<b>Kustannus yksikköä kohden</b>	Pienuhko	Suurehko	Suurehko
<b>Työmäärä analyysivaiheessa</b>	Melko pieni	Suuri	Suuri
<b>Tutkijan paneutuminen</b>	Voi olla pieni	Välttämättä suuri	Välttämättä suuri
<b>Saatu tieto</b>	Pintapuolinen	Syvä	Syvä

Lomakehaastattelu, eli strukturoitu haastattelu on näistä kolmesta haastattelutyypeistä kontrolloiduin. Strukturoidussa haastattelussa kysymykset ovat valmiiksi mietittyjä sekä hyvin yksinkertaisia. Kysymysten rakenne tulee Vuorelan (2005) mukaan olla niin yksiselitteinen, että siihen voi vastata yhdellä sanalla. Tästä syystä kysymysten ja haastateltavan kohderyhmän tulee olla tarkoin valittuja sekä rajattuja. Strukturoitu haastattelu soveltuu parhaiten sellaisiin tilanteisiin,

jossa tietoa halutaan kerätä mahdollisimman tehokkaasti suurelta ihmisjoukolta pienin resurssein.

Lomakehaastattelun toinen ääripää on avoin eli strukturoimaton haastattelu. Kuten taulukosta 1 näkyy, avoin haastattelu on hyvin vapaata kommunikointia haastattelijan ja haastateltavan välillä. Vapaan kommunikoinnin ansiosta haastatteluissa voi tulla sellaisia asioita esille, mitä haastattelija ei välttämättä olisi osannut kysyä tai edes ajatella etukäteen. Toisaalta avoin haastattelu tarvitsee melko paljon resursseja, eikä se ole kustannustehokasta toteuttaa isolle ihmisjoukolle. Tiedon dokumentointi ja analysointi on hitaampaa eikä niin järjestelmällistä.

Avoimen haastattelun ja lomakehaastattelun lisäksi on olemassa vielä yksi haastattelun muoto, teemahaastattelu. Teemahaastattelu – joka tunnetaan myös nimellä strukturoimaton haastattelu – on hyvin vapaamuotoinen, mutta toisaalta ennakoitu haastattelutilanne. Teemahaastattelu on avoimen ja lomakehaastattelun välimuoto, joka käyttää hyväkseen kummankin haastattelutyypin parhaita piirteitä. (Vuorela 2005, 38–39, 40.)

### 2.4.2 Haastattelujen toteutus

Haastattelut suoritetaan joko yhdelle tai useammalle henkilölle kerrallaan. Käytetyistä haastattelutyypistä riippuen haastatteluja voidaan toteuttaa joko kasvotusten, puhelimitse, sähköpostitse tai verkon kautta täytettävien lomakkeiden avulla. Kasvotusten järjestetyt haastattelut mahdollistavat myös haastateltavien reaktioiden tarkkailun, joka saattaa tuoda haastattelulle odottamatonta lisäarvoa. (Vuorela 2005, 40–41.)

Useamman henkilön haastattelutilanteissa voidaan käyttää ryhmäpohjaisia tapaamisia tai aivohiiriä. Tämäntapaiset haastattelutilanteet luovat luonnollisen vuorovaikutusympäristön, jossa haastattelijalla on mahdollisuus tarkkailla haastattelun aikana syntyviä reaktioita. Tämä edesauttaa näkemysten, ideoiden ja erityisesti hiljaisten tietojen välittymisen jokaiselle ryhmän jäsenelle. Haastattelun aikana syntyneet uudet ideat, näkemykset ja vastaukset tulee dokumentoida sillä tasolla, että niitä voidaan hyödyntää ja analysoida vaatimusmäärittelyn aikana. (JHS-suositukset 2009, 19.)

Haastattelutilanteet voidaan dokumentoida videoimalla, ääninauhoittamalla tai kirjaamalla perinteisesti paperille. Strukturoidut lomakehaastattelut mahdollistavat nopeamman tiedon dokumentoinnin verrattuna avoimiin haastatteluihin, joissa tieto saattaa olla monipuolisempaa ja rikkaampaa. (Vuorela 2005, 40–41.)

### 2.5 Tuotteiden ja palveluiden evaluointimenetelmät

Samankaltaisia tuotteita ja palveluita vertaillaessa tulee moni asia ja yksityiskohta huomioida, jotta projektissa määritellyt vaatimukset ja tarpeet saataisiin täytettyä riittävän hyvällä tasolla. Onnistunut tuote- tai palveluvalinta riippuu melko pitkälti siitä, millaisia evaluointimenetelmiä

on kulloisiinkin tilanteisiin käytetty. Esimerkiksi McCuenin (1996) esittelemä Stuart Pughin valintamatriisi – jota alunperin käytettiin erilaisten tuotekonseptien arvioimiseen sekä niiden kehittämiseen – soveltuu hyvin monenlaisiin eri tilanteisiin. Pughin valintamatriisia voidaan soveltaa erityisesti kaikkiin niihin tilanteisiin, jossa samankaltaisia tuotteita tai palveluita halutaan evaluoida ja pistää paremmuusjärjestykseen.

Yksinkertaisuudessaan Pughin valintamatriisiin (taulukko 3) valitaan sekä nykyinen tuote että kilpailevat tuotteet ja palvelut, joissa valikoituja kriteerejä tai ominaisuuksia verrataan. Alla olevaan taulukkoon 3 on valittu kolme esimerkkituotetta A, B ja C, joiden ominaisuuksia halutaan vertailla. Taulukossa 3 oleva DATUM-merkintä edustaa nykyisen, jo käytössä olevan tai vaihtoehtoisen tuotteen B ominaisuuksia, joita on tarkoitettu verrata kilpailevien tuotteiden A ja C ominaisuuksien kanssa. Jos tuotteen A ominaisuus on nykyiseen tuotteeseen verrattuna parempi, merkitään sille (+)-merkki tai (-)-merkki, jos se on huonompi. Ominaisuuksien ollessa tasavertaisia, merkitään kilpailevalle tuotteelle (S)-merkki. Evaluointiprosessin aikana saadut tulokset analysoidaan ja käytetään osana lopullista päätöksentekokriteerin pohjaa. (H. McCuen 1996, 121.)

Taulukko 3 Stuart Pughin valintamatriisi (H. McCuen 1996, 122.)

Kriteeri	A	B	C
Ominaisuus 1	-		+
Ominaisuus 2	-	D	+
Ominaisuus 3	S	A	S
Ominaisuus 3	+	T	-
$\Sigma+$	1	U	2
$\Sigma-$	2	M	1
$\Sigma S$	1		1

Mikäli tuotteen tai palvelun tiettyjä ominaisuuksia halutaan korostaa evaluointivaiheessa, voidaan eri kriteereille antaa eriarvoisia painoarvoja, kuten taulukossa 4 on havainnollistettu. Stuart Pughin valintamatriisista poiketen (taulukko 3), eri kriteereille annetaan numeeriset arvosanat, jotka kerrotaan sille määritetyllä painoarvolla. Lopuksi tuotteen tai palvelun painotetut pisteet lasketaan yhteen lopullista analysointia varten. (Nummilla 2010, 29.)

Taulukko 4 Painotettu valintamatriisi (Nummilla 2010, 29.)

Kriteeri	Painoarvo	A	B (DATUM)	C
Ominaisuus 1	0.15	1	2	4
Ominaisuus 2	0.20	3	2	2
Ominaisuus 3	0.30	2	2	5
Ominaisuus 3	0.10	3	2	3
<b>Kokonaispisteet</b>		<b>1,65</b>	<b>1,50</b>	<b>2,80</b>

### 3 IT-ARKKITEHTUURI

IT-arkkitehtuurilla tarkoitetaan kaikkia niitä järjestelmien, laitteiden, sovellusten sekä palveluiden summaa, joita tarvitaan yrityksen tai organisaation ydintoiminnan pyörittämiseen sekä sen tukemiseen. Hietanen (2011, 15) on siteerannut Weilliä ja Boardbenttiä seuraavasti: ”IT-arkkitehtuuri on kokoelma menettelytapoja ja sääntöjä, jonka avulla hallinnoidaan tietotekniikkaa ja joka antaa suuntaviivat liiketoiminnan toteuttamiselle tulevaisuudessa”.

IT-arkkitehtuuri on kirjalliseen muotoon laadittu dokumentti, jonka pohjalta IT-infrastruktuuri rakennetaan. Arkkitehtuurin avulla varmistutaan siitä, että yrityksellä on selkeät toiminnalliset sekä strategiset suunnitelmat yrityksen IT-toiminnalle. (Hietanen 2011, 15.)

IT-infrastruktuuri on monimutkainen kokonaisuus, joka koostuu monista eri asioista. Tässä luvussa luodaan katsaus virtualisoinnin tekniikoihin sekä päätelaitteisiin osana IT-infrastruktuuria ja tutustutaan kyseisten osa-alueiden hyviin ja huonoihin puoliin.

#### 3.1 Virtualisointi

Ensiaskleet kohti virtualisointia otettiin jo 1960-luvun alkupuolella, jolloin IBM esitteli ensimmäistä kertaa virtualisointiin perustuvaa tekniikkaa nimeltä Time Sharing. Virtualisoinnin avulla IBM halusi saada suurtietokoneen resurssit tehokkaampaan käyttöön. 1960-luvulla suurtietokoneet olivat melko hintavia ja Time Sharing –tekniikan avulla haluttiin luoda ratkaisu, jonka avulla koneen resurssit voitaisiin käyttää mahdollisimman kustannustehokkaasti. (Marshall, Beaver & McCarty 2009, 3–6.)

Vuonna 1965 IBM esitteli System/360 suurtietokoneen sekä päivitetyn version Time Sharing –tekniikasta, jonka avulla kyettiin ajamaan jopa 14:ää virtuaalikonetta yhdellä fyysisellä suurtietokoneella. Suurista edistysaskelista huolimatta 1960-luvun virtualisointitekniikka oli melko epävakaata, eikä se saavuttanut toivottua suorituskykytasoa kuin vasta neljä vuosikymmentä myöhemmin. (Marshall ym. 2009, 3–6.)

IBM oli virtualisointitekniikoiden edelläkävijä, joka hallitsi kyseisiä markkinoita suvereenisesti aina 2000-luvulle asti. 2000-luvun jälkeen suurille markkinoille ovat saaneet jalansijaa myös muutkin toimijat kuten Citrix, VMware ja Microsoft. (Marshall ym. 2009, 3–6.)

Vaikka tietokoneisiin liittyvää virtualisointitekniikkaa on ollut saatavilla jo 1960-luvulla, todellinen läpimurto tapahtui vasta 2000-luvulle tultaessa. Syy siihen, miksi virtualisointi on noussut 2000-luvulla niin kuumaksi puheenaiheeksi eri yritysten keskuudessa, on puhtaasti liiketoimintamaailmaan liittyvä manööveri. Elokuussa vuonna 2007 VMwaren emoyhtiö, EMC, päätti listautua pörssiin, jonka seurauksena yhtiön pörssi-arvoksi noteerattiin lähes miljardi dollaria. Kaikkien yllätykseksi, heti seuraavana päivänä, VMwaren kilpailija Citrix ilmoitti

vahvistavansa asemiaan virtualisointimarkkinoilla hankkimalla XenSourcen. Citrixin ja XenSroucen välinen kauppa toteutui ja sen arvoksi tuli noin 500 miljoonaa dollaria. Nämä kaksi tapahtumaa saivat yritykset ja ihmiset jaloilleen, ja niiden virtualisointi sai suurta medianäkyvyyttä. Samalla vuosikymmenellä yhtä menestyksekkään pörssilistautumisen teki EMC:n lisäksi myös Google. (Marshall ym. 2009, 1.)

### 3.1.1 Mitä on virtualisointi?

Virtualisointi on Englesonin (2010) mukaan monimutkainen käsite, jota voidaan toteuttaa hyvin monella eri tasolla. Tällä hetkellä yleisimpiä tuotantokäytössä olevia virtualisointitekniikoita ovat palvelin-, työpöytä- sekä sovellusvirtualisointi. Kyseisten tekniikoiden avulla mikään päätelaite tai sovellus ei ole enää tiettyyn paikkaan sidottu, vaan niitä voidaan käyttää missä ja millä tahansa päätteellä, jotka kyetään kytkemään tietoliikenneverkkoon.

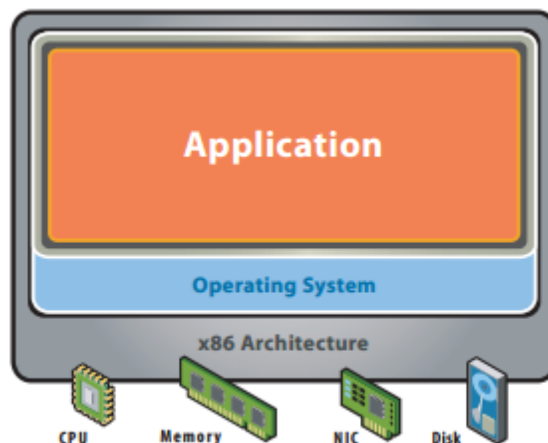
Parhaimmillaan virtualisointi voi tarjota keskisuurelle yritykselle luotettavan, kustannustehokkaan sekä selkeän työskentely-ympäristön IT-infrastruktuurin käyttäjille sekä ylläpitäjille. Erilaisten virtualisointityökalujen ansiosta virtualisoituja palvelimia, työpöytiä sekä sovelluksia on mahdollista monitoroida, hallita sekä päivittää mistä päin maailmaa tahansa. (Engleson 2010.)

Virtualisoinnin tuomiin etuihin kannattaa toisaalta suhtautua myös pienellä varauksella, vaikka monet toimittajat lupaavatkin tuntuvia leikkauksia IT-kustannuksiin. Gartnerin tekemien elinkaarilaskelmien perusteella myös perinteisillä työasematarkaisuilla voidaan saavuttaa kustannustehokas työskentely-ympäristö. Vaikka virtualisointi saattaaakin tuoda tietyillä osa-alueella säästöjä, niin jotkut kustannukset saattavat nousta kohtuuttoman suuriksi. Pelkästään virtualisointiympäristön pystyttäminen on iso kertainvestointi verrattuna muutamien työasemien ostamiseen. Kertainvestointien lisäksi virtualisointiympäristön ylläpito vaatii vuosittaisia lisenssimaksuja. Virtualisointi ei toisin sanoen sovi jokaiselle yritykselle ja sen kannattavuus riippuu pitkälti yrityksen luonteesta sekä sen toimintatavoista. (Reinmaa 2010.)

### 3.1.2 Palvelinvirtualisointi

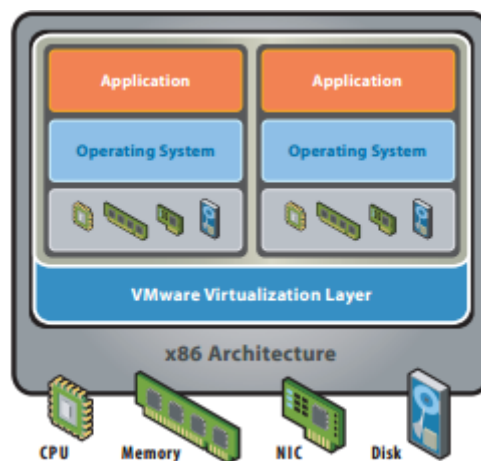
Perinteisesti yhdellä palvelimella on pyritty ajamaan mahdollisimman monta sovellusta rinnakkain, jotta palvelinresurssit saataisiin mahdollisimman tehokkaaseen käyttöön. Kyseinen tekniikka saattaa asettaa kuitenkin paljon yhteensopivuusvaatimuksia sekä sovelluksien että käyttöjärjestelmien välille. Kuvan 1 arkkitehtuurimallissa asennettavien sovelluksien tulee olla riittävässä määrin samankaltaisia, jotta ne voisivat toimia samalla käyttöjärjestelmäalustalla rinnakkain, häiritsemättä kuitenkaan toistensa toimintaa. Perinteisellä arkkitehtuurimallilla palvelimen resursseja voidaan hyödyntää keskimäärin 20 %, kun

virtualisoinnin avulla palvelinten hyötysuhde saadaan nostettua jopa 80 %. (Freud 2007.)



Kuva 1 Perinteinen arkkitehtuuri (VMware 2007a, 3.)

Yksinkertaisuudessaan palvelinvirtualisointi tarkoittaa kahden tai useamman fyysisen laitejärjestelmän – tai tarkemmin sanottuna, käyttöjärjestelmän – siirtämistä yhden fyysisen laitteen sisään (kuva 2). Salonkato (2010, 13) siteeraakin Popekin ja Goldbergin määritelmää, jonka mukaan virtuaalikone on ”*tehokas, eristetty kopio oikeasta koneesta*”. Virtualisointi mahdollistaa muun muassa fyysisen laitejärjestelmän resurssien jakamisen, erottamisen sekä yhtäaikaisen hyödynnettävyyden toisten virtualisoitujen vierasjärjestelmien käyttöön. Virtualisoidut vierasjärjestelmät voivat toimia isäntäpalvelimella joko yksin tai osana suurempaa järjestelmäkokonaisuutta. (Saarinen 2006.)



Kuva 2 Virtualisoinnin idea (VMware 2007a, 3.)

Vakaan ja luotettavan toimintaympäristön lisäksi virtualisointi tarjoaa palvelinpuolelle erilaisia ohjelmistoja, joiden avulla järjestelmille on mahdollista taata lähes 100-prosenttinen saatavuus kaikkina vuorokauden aikoina. Korkeaan saatavuustilaan pääseminen vaatii palvelinklusterin lisäksi virtualisointiohjelmiston, joka tarkkailee jatkuvasti palvelinten tilaa. Virhetilanteiden sattuessa toinen, identtinen palvelin jatkaa palvelun tuottamista, aiheuttamatta ainuttakaan käyttökatkosta. Perinteisessä

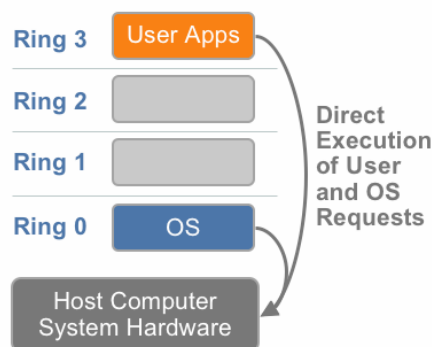
arkkitehtuurissa, ei-virtualisoidussa järjestelmässä, palvelimen palauttaminen vikatilanteesta on paljon aikaa vievä prosessi, varsinkin, jos on tapahtunut laiterikko. Klusteroitu virtuaalipalvelinratkaisu parantaakin oleellisesti palvelun saatavuutta laitteiston käyttökatkoksen aikana. Lisäksi ratkaisu tarjoaa myös mahdollisuuden jakaa palvelinten kuormitusta automaattisesti vakaamman toiminnan takaamiseksi. (Pietoforte 2008; Fagerlund, haastattelu 12.3.2012.)

Palvelinvirtualisoinnilla on mahdollista saada aikaan tuntuvat kustannussäästöt, kun neljän fyysisen palvelimen sijasta tarvitaan vain yksi palvelin ylläpitämään samaa ympäristöä käynnissä. Kyseinen ratkaisu vähentää merkittävästi sähkönkulutusta sekä fyysisten palvelimien määrää konesaleissa. (Saarinen 2006.)

Vaikka palvelinvirtualisointi antaa suuria etuja joustavuuden sekä skaalautuvuuden suhteen, se voi toisaalta olla myös yrityksen haavoittuvin ja heikoin kohta. Huonosti suunniteltu virtuaaliympäristö huonoine toimintasuunnitelmineen voi aiheuttaa odottamattomia ongelmia, jotka voivat pahimmassa tapauksessa vaarantaa koko yrityksen toiminnan. Suunnittelu- ja käyttöönottovaiheessa onkin erittäin tärkeää kartoittaa yrityksen toiminnan kannalta kriittisimmät palvelimet, joiden on pakko toimia tilanteessa kuin tilanteessa. (Fagerlund, haastattelu 12.3.2012.)

### 3.1.3 Virtuaaliarkkitehtuurit

x86-pohjaiset arkkitehtuurijärjestelmät suunniteltiin alun perin toimimaan suoraan palvelinjärjestelmän päällä, minkä vuoksi laitteiston virtualisointi on tuottanut monenlaisia haasteita. Kuten kuvassa 3 on havainnollistettu, x86-pohjainen prosessoriarkkitehtuuri tarjoaa neljä eri suojaustasoa sekä sovelluksien ajamiseen että fyysisten laitejärjestelmien hallinnoimiseen. Perinteisesti käyttäjien sovellukset sijaitsevat tasolla kolme ja käyttöjärjestelmä tasolla nolla, koska se tarvitsee suoran kontaktin palvelimen resursseihin. Tästä syystä virtualisointirajapinta tulee x86-pohjaisissa arkkitehtuurijärjestelmissä sijoittaa aina virtualisoidun käyttöjärjestelmän alapuolella olevalle suojaustasolle. (VMware 2007b, 3.)

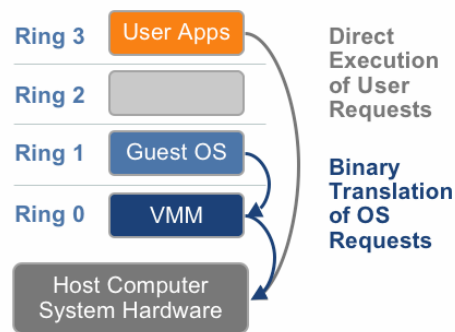


Kuva 3 Perinteinen x86-järjestelmäarkkitehtuuri (VMware 2007b, 3.)



Tämän hetken vaihtoehtoisia virtualisointitekniikoita x86-pohjaisille arkkitehtuurille ovat täysi virtualisointi, paravirtualisointi sekä laitteistoavustettu virtualisointi. Edellä mainitut täysi virtualisointi sekä laitteistoavustettu virtualisointi tarjoavat tällä hetkellä parhaimman virtualisointialustan erilaisille käyttöjärjestelmille. Täysi virtualisointi ja laitteistoavustettu virtualisointi mahdollistavat laitteiston täydellisen virtualisoinnin, jolloin virtuaalikone ei ole tietoinen siitä, että sitä virtualisoidaan. Tällöin käyttöjärjestelmän toimintaa simuloidaan täydellisesti, kuten se olisi suoraan kytköksissä oikeaan laitejärjestelmään. Todellisuudessa fyysinen laitejärjestelmä ja virtualisoitu käyttöjärjestelmä on erotettu toisistaan erityisen virtualisointirajapinnan avulla, joka mahdollistaa fyysisen laitejärjestelmän resurssien jaon muiden virtualisoitujen käyttöjärjestelmien käytettäväksi yhtä aikaa. (VMware 2007b, 4–6.)

Virtualisointirajapinta – joka tunnetaan myös nimellä hypervisor – sijaitsee kaikkein korkeimmalla suojaustasolla nolla (kuva 4), jolloin virtualisoitu käyttöjärjestelmä saadaan erotettua fyysisen laitejärjestelmän resursseista. Kyseisen rajapinnan yksi tärkeimmistä tehtävistä on käsitellä käyttäjiltä sekä virtualisoidulta käyttöjärjestelmiltä tulevia suorita pyyntöjä ja komentoja, ja välittää ne edelleen hypervisor-kerroksen läpi fyysiselle laitejärjestelmälle. Sama toimenpide toistetaan molempiin suuntiin, jotta järjestelmien välinen kommunikaatio onnistuisi. Tämän lisäksi hypervisor-rajapinta pitää huolen siitä, että jokainen virtualisoitu käyttöjärjestelmä saa fyysiseltä laitejärjestelmältä käyttöönsä sille spesifioidun määrän suoritusnopeutta, muistia sekä muita määriteltyjä resursseja. (VMware 2007b, 4.)

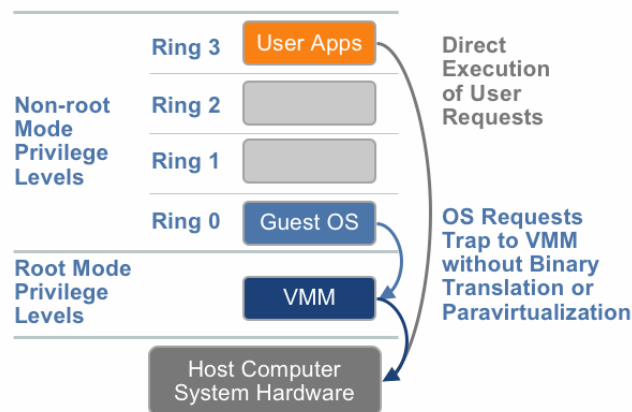


Kuva 4 Hypervisor-arkkitehtuuri (VMware 2007b, 4.)

Hypervisor-rajapintaa on kahdentyyppistä. Ensimmäistä tyyppiä käytetään täyden virtualisoinnin arkkitehtuurissa, jolloin pyynnöt ja komennot välitetään virtualisoidulta käyttöjärjestelmältä fyysiselle laitejärjestelmälle binaarimuunnoksen avulla. Edellä mainittua rajapintaa kutsutaan virtuaalikoneiden monitoroijaksi (Virtual machine monitor), joka käsittelee jokaisen virtuaalikoneen pyynnöt erikseen. Toisin kuin täydessä virtualisointitekniikassa, paravirtualisoitu käyttöjärjestelmä keskustelee suoraan hypervisor-rajapinnan kanssa, jolloin pyyntöjä tai komentoja ei tarvitse kierrättää binaarimuunnoksen avulla fyysiselle laitejärjestelmälle. Paravirtualisoidun käyttöjärjestelmän suora kontakti hypervisor-rajapintaan lisää merkittävästi virtualisoidun käyttöjärjestelmän suorituskykyä. (VMware 2007b, 4.)

Vaikka täysi virtualisointi viekin osan fyysisen laitejärjestelmän todellisesta suorituskyvystä, on se kuitenkin pieni hinta siitä, jos fyysisen laitejärjestelmän resurssien käyttöastetta saadaan nostettua parhaimmassa tapauksessa jopa 60 %:lla. Toisin kuin täydessä virtualisoinnissa, paravirtualisoinnissa ei ole mahdollista ajaa mitä tahansa käyttöjärjestelmää, koska jokainen käyttöön otettava vierasjärjestelmä joudutaan erikseen implementoimaan virtualisointirajapintaa varten. Implementoitavat vierasjärjestelmät perustuvat useimmiten avoimiin lähdekoodeihin, esimerkiksi Linuxeihin, joiden käyttöjärjestelmän ydintä voidaan muokata avoimesti. Paravirtualisoinnin avulla fyysisen laitejärjestelmän resurssit saadaan tehokkaammin hyödynnettyä, koska virtualisoidun käyttöjärjestelmän ydin on räätälöity juuri hypervisor-rajapintaa varten. Tällöin paravirtualisoitu käyttöjärjestelmä keskustelee suoraan hypervisor-rajapinnan kanssa, eikä komentoja tai pyyntöjä jouduta kierrättämään binaarimuunnoksen avulla laitejärjestelmälle. (Marshall ym. 2009, 7–11.)

Paravirtualisoinnin tapaan myös laitteistoavustettu virtualisointi käyttää hyväkseen omaa, tason nolla alapuolella olevaa suojaustasoa. Toisin kuin paravirtualisointi, laitteistoavustettu virtualisointi hyödyntää laitevalmistajien kehittämiä uusia ominaisuuksia x86-järjestelmäarkkitehtuurille, joka mahdollistaa hypervisor-rajapinnan sijoittamisen täysin omalle, sille tarkoitetulle suojaustasolle (Kuva 5). Kyseisen järjestelyn ansiosta järjestelmien väliset pyynnöt tai komennot voidaan välittää suoraan hypervisor-rajapinnalle käyttämättä binaarimuunnoksia. (VMware 2007b, 6.)

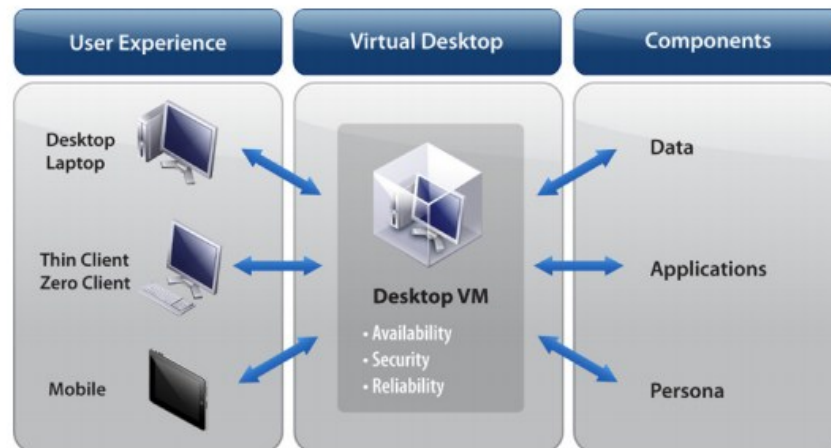


Kuva 5 Laitteistoavustettu virtualisointiarkkitehtuuri (VMware 2007b, 6.)

### 3.1.4 Työpöytävirtualisointi

Työpöytävirtualisoinnin parhaimpiin ominaisuuksiin kuuluvat ehdottomasti hallittavuus sekä erilaisten resurssien kustannustehokkaampi hyödyntäminen verrattuna perinteiseen työasemaratkaisuun. Etenkin isoissa ja keskisuurissa yrityksissä työasemien hallittavuus lisää tuotannon tehokkuutta sekä vähentää IT-kustannuksia. Myös työasemien liikuteltavuus on sujuvampaa, eikä päätelaite ole enää riippuvainen sen

omasta suorituskyvystä, koska virtualisoitu infrastruktuuri tulee tarjoamaan sille määritellyn suorituskyvyn ja resurssit. Tällainen ratkaisu tarjoaa myös parempaa tietoturvaa, koska kaikki tiedostot ja sovellukset sijaitsevat palvelimien tietokeskuksissa. Päätelaitteen rikkoontuessa tai vikatilanteissa ei siis tarvitse enää asentaa käyttöjärjestelmää ja sovelluksia uudestaan, koska virtuaalinen työpöytä – sisältäen käyttöjärjestelmän ja tarvittavat sovellukset – tuotetaan loppukäyttäjälle suoraan keskustietokoneiden kautta, kuten kuvassa 6 on havainnollistettu. (Kinnunen 2009.)



Kuva 6 Esimerkki työpöytävirtualisointitekniikasta (VMware 2012d, 1.)

Virtualisoidun työpöydän ansiosta päätelaitteena voidaan käyttää normaalin PC:n sijasta esimerkiksi älypuhelinta, kämmenlaitetta tai kevytpäätettä, joita tullaan käsittelemään enemmän luvussa 3.2. Päätelaitteena voi toimia myös vanhempi PC, koska kyseinen ratkaisu poistaa riippuvuuden suorittimen tehosta, muistin määrästä sekä kovalevyn tilasta kaikilta loppukäyttäjien päätelaitteilta. Tämän ansiosta päätelaitteiden, käyttöjärjestelmien sekä sovellusten elinkaarta voidaan pidentää hallitusti ja välttyä samalla yhteensopivuusongelmista. (Simolin 2010.)

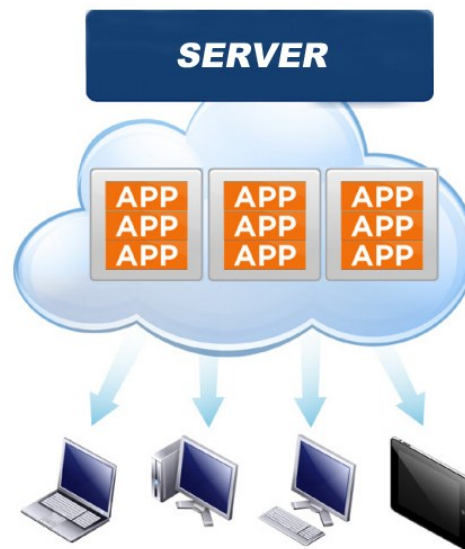
Tämänkaltaisen ratkaisun ansiosta IT-osasto voi suunnata resurssejaan enemmän IT-infrastruktuurin innovoimiseen kuin kuluttaa aikaa lähitukeen. Kinnusen (2009) mukaan yli 70 % IT-budjetista käytetään erilaisten laitteiden ja järjestelmien ylläpitämiseen. Tästä IT-budjetista alle 30 % käytetään innovaatioihin sekä paremman kilpailuedun saavuttamiseen.

### 3.1.5 Sovellusvirtualisointi

Sovellusten asennus tietokoneelle on itsessään melko yksinkertainen, mutta aikaa vievä prosessi. Varsinkin, jos sama ohjelmisto pitää asentaa erikseen koko yrityksen henkilöstön käyttöön yksitellen. Ajatellaan, että yrityksessä työskentelee noin 150 työntekijää ja jokaisella on oma tietokone käytössään. Jokaiselle pitäisi asentaa sama sovellus, johon kuluu

konetta kohden aikaa keskimäärin 15 minuuttia. Nopealla laskutoimituksella yhdeltä henkilöltä kuluu aikaa tehtävän suorittamiseen noin yksi työviikko, kun virtualisoinnin avulla sama homma saadaan hoidettua tunnin sisällä käyttökuntoon. (Simolin 2010.)

Sovellusvirtualisointi mahdollistaa sekä keskitetysti hallitun että kustannustehokkaan tavan toimittaa valmiita sovelluspaketteja loppukäyttäjien käyttöön (kuva 7). Ennen kuin sovellus voidaan jakaa halutuille käyttäjille, pitää paikalliselle koneelle olla asennettuna agentti-ohjelmisto. Agentti-ohjelmiston avulla virtualisointiohjelmisto näkee kaikki ne koneet, joille virtualisoituja sovelluksia voidaan jakaa. Sovellusvirtualisoinnissa asennettava ohjelmisto kapseloidaan omaan pakettiin, jonka jälkeen se jaetaan halutuille käyttäjille käytettäväksi verkon ylitse. Paketin jakamisen jälkeen kyseinen sovellus on välittömästi käytettävissä, eikä loppukäyttäjän tarvitse suorittaa ylimääräisiä toimenpiteitä sovelluksen käyttöönottoa varten. (Simolin 2010.)



Kuva 7 Sovellusvirtualisoinnin idea (VMware 2012d, 1)

Virtualisoitu sovellus pitää sisällään kaikki tarpeelliset komponentit ohjelmiston ajoa varten, minkä vuoksi sitä voidaan ajaa vaikka USB-muistitikulta. Sovellusten virtualisointi mahdollistaa myös samojen ohjelmistojen yhtäaikaisen käytön, joiden versionumerot eroavat toisistaan. Samalla koneella on siis mahdollista käyttää esimerkiksi Microsoft Word 2007- ja 2010-versiota samanaikaisesti. Perinteisessä asennusmallissa tämä ei ole mahdollista, koska ohjelmisto asennetaan osaksi käyttöjärjestelmää. (Paavola 2010.)

Jokaisen sovelluksen asennus muuttaa käyttöjärjestelmää aina hallitsemattomalla tavalla: rekisteriin tehdään muutoksia, sekä .dll-kirjastoon viedään uusia komponentteja. Mitä enemmän muutoksia tapahtuu rekisterissä sekä .dll-kirjastossa, sitä hitaammaksi kone muuttuu ajan myötä. Virtualisoitujen sovelluksien suhteen tällaista ongelmaa ei tule, koska sovellukset eivät toimi osana tietokoneen käyttöjärjestelmää, vaan omassa, kapseloidussa ympäristössään. Tästä syystä Microsoft Wordin eri versioita on mahdollisuus ajaa samassa käyttöjärjestelmässä,

virtualisoituna, ilman .dll-konfliktien vaaraa. (Paavola 2010; Hämäläinen 2009.)

Erilaisten sovellusten virtualisoiminen ei luonteeltaan eroa paljoakaan tavanomaisesta sovellusasennuksesta: ainoastaan virtualisointiympäristöllä on väliä. Paavolan (2010) mukaan sovelluksen virtualisoimiseen kannattaa käyttää seuraavanlaista virtuaaliympäristöä:

- Puhdas virtuaalikone, johon asennettu vain haluttu käyttöjärjestelmä sekä virustentorjuntaohjelmisto
- Virtuaalikoneen käyttöjärjestelmän tulisi olla sama kuin tuotantokoneessa
- Jos käyttöjärjestelmät eroavat toisistaan, niin käytetään käyttöjärjestelmäversioiden pienintä yhteistä nimittäjää
- Käyttöjärjestelmän pikakuvien (Snapshot) käyttömahdollisuus

Toisaalta sovellus on mahdollista virtualisoida myös tavanomaisella koneella, mutta tämä ei ole suositeltavaa, koska koneen rekistereitä ja .dll-tiedostoja ei voida hallita samalla tavalla kuin virtuaalikoneella. Virtuaalikoneella käyttöjärjestelmän rekistereitä ja .dll-tiedostoja on mahdollista hallita pikakuvien avulla. Pikakuva kannattaakin ottaa heti käyttöjärjestelmäsennuksen jälkeen, koska silloin kone on puhtaimmillaan. Lisäksi sovellusvirtualisoinnissa kannattaa ottaa huomioon tuotantokoneessa käytetty käyttöjärjestelmän versio. Esimerkiksi jos yrityksessä on sekä Windows XP- ja Windows 7-käyttöjärjestelmiä, kannattaa sovellus virtualisoida käyttöjärjestelmäversion pienimmällä yhteisellä nimittäjällä – Windows XP:llä. Tämän avulla taataan sovelluksen toimivuus molemmissa käyttöjärjestelmissä. (Paavola 2010.)

Kaikkia sovelluksia ei ole kuitenkaan mahdollista virtualisoida. Sovellusvirtualisointi asettaa rajoitteita muun muassa sellaisiin sovelluksiin, joiden lisensointi ei tue verkko- tai VLK-lisensointia (Volume License Key) tai niiden toiminta on liian monimutkaista virtualisoimiseksi. VLK-pohjaisessa tuotelisensoinnissa käytetään vain yhtä lisenssiavainta, joka toimii kaikkien samojen tuotteiden aktivoinnissa. Toisin sanoen esiasennuksiin tarkoitettujen, konekohtaisien OEM-lisenssien (Original Equipment Manufacturer), estävät sovelluksen virtualisoinnin. (Microsoft 2012a.)

### 3.1.6 Virtualisointiohjelmistot

Markkinoilla on tällä hetkellä monia yrityksiä, jotka tarjoavat omia ohjelmistojaan ja tuotteitaan palvelinten, työasemien sekä sovellusten virtualisointiin. Kuitenkin vain muutamien yritysten virtualisointituotteet ovat niin pitkälle kehitettyjä, että niitä voitaisiin luotettavasti käyttää myös tuotannossa. Tällä hetkellä ylivoimaisesti suosituimpia virtualisointiohjelmistoja tarjoavia yrityksiä ovat VMware ja Citrix. Nämä kaksi yritystä ovat saavuttaneet viime aikoina todella vahvat asemat virtualisointimarkkinoilla. Tällä hetkellä VMwaren ja Citrixin pahimpana kilpailijana voidaan pitää Microsoftia, joka on viime vuosina tehnyt

merkittäviä parannuksia omiin virtualisointituotteisiinsa. (Fagerlund, haastattelu 12.3.2012.)

Virsto Softwaren teettämän tutkimuksen mukaan 65 % vastaajista valitsisi käyttöön otettavaksi virtualisointitekniikaksi mieluummin VMwaren, 12 % Citrixin ja 8 % Microsoftin. Virsto Software on virtuaaliin työpöytiin ja tallennusratkaisuihin erikoistunut yritys, joka tarjoaa osaamistaan VMwarelle, Citrixille sekä Microsoftille. Tutkimuksen mukaan 50 % vastaajista suunnitteli ottavansa VMwaren virtualisointirajapinnan tuotantokäyttöön View-tuotteiden kanssa. Palvelinympäristöjen virtualisointiin tarkoitettujen VMware ESX- sekä ESXi-virtualisointirajapinnat ovat osoittautuneet tuotantokäytössä monesti hyvin vakaiksi ja helposti hallittavaksi. VMware tarjoaa myös paljon lisäohjelmistoja, joiden avulla virtualisointiympäristöstä saadaan entistä vakaampi ja hallittavampi. Näiden lisäohjelmistojen hankinta vaatii kumminkin VMwaren kalleimman lisenssin. VMware mahdollistaa muun muassa työkuorman jakamisen eri palvelinten kesken resurssien optimoimiseksi sekä korkean saatavuuden kaikkina vuorokauden aikoina. VMwaren vMotion-tekniikalla palvelinklusterit tarkkailevat jatkuvasti toisiaan, ja toisen palvelimen kaaduttua seuraava palvelin jatkaa palveluiden sekä resurssien tuottamista aiheuttamatta ainuttakaan käyttökatkosta. (Virsto Software 2012; Fagerlund, haastattelu 12.3.2012.)

VMwaren tuoteperheeseen kuuluvat myös View-tuotteet, joiden avulla voidaan virtualisoida työpöytiä sekä jakaa virtualisoituja sovelluksia. Viewin avulla käyttäjät voivat helposti luoda kotoaan turvallisen etäyhteyden organisaation sisäverkkoon sekä saada tarvittavat resurssit ja tiedostot välittömästi käyttöönsä. Tiedostojen siirto sekä kopiointi paikallisen PC:n ja virtualisoidun työpöydän välillä toimivat saumattomasti. Myös ulkoiset liitännät, kuten USB-portit toimivat moitteetta. VMwaren heikkous on tällä hetkellä sovellusvirtualisoinnissa. Fagerlundin (2012) mielestä tällä hetkellä paras mahdollinen virtuaaliympäristö rakennettaisiin seuraavasti: fyysinen palvelin virtualisoidaan VMwaren ESXi:llä, virtualisoitu työpöytä toimitettaisiin VMware Viewin avulla, mutta sovellukset virtualisoidaan ja jaetaan Citrixin XenApp-ohjelmistolla. VMware tuotteisiin käytettäisiin tietenkin kalleinta lisenssiä, koska sen mukana tulisivat kaikki tarpeelliset lisäohjelmistot. Jos tavoitteena on luoda mahdollisimman toimiva ja vakaa virtuaaliympäristö, niin yllä mainittu ratkaisu takaa Fagerlundin (2012) mukaan tällä hetkellä parhaan mahdollisen käyttökokemuksen. Kyseinen ratkaisumalli on myös kallein mahdollinen lisenssimaksujen johdosta, koska jokainen virtualisoitu työpöytä vaatii VMware- ja käyttöjärjestelmälisenssin – unohtamatta Citrixin lisenssejä.

VMwaren sovellusvirtualisointiin tarkoitettulla ThinApp-ohjelmistollakin on omat hyvät puolensa, vaikka se ei olekaan aivan samalla tasolla kuin Citrixin XenApp. ThinApp:n avulla sovellus paketoitetaan omaan ympäristöönsä, jonka kautta sitä myös ajetaan. Näin ollen sovellus ei ole riippuvainen käyttöjärjestelmästä, koska paketoitu .exe-tiedosto sisältää kaiken tarvittavan ohjelmiston ajamiseen. Tämän avulla vanhempien sovelluksien elinkaarta voidaan pidentää merkittävästi ja liikuteltavuus

lisääntyä, koska sovellusta voidaan ajaa myös USB-muistitikulta. Tämä mahdollistaa myös sovelluksen käytön ilman verkkoyhteyttä. (Fagerlund, haastattelu 12.3.2012.)

Sekä Citrixiltä että VMwarelta löytyy samanlaisia tuotteita, joiden avulla pystytään tekemään samoja asioita, mutta molemmilla on omat vahvuusalueensa. Citrix on edelleen hyvä siinä, mistä se alunperin lähti liikkeelle: sovellusten ja palveluiden virtualisointi sekä niiden toimittaminen. VMware on taas aivan omassa luokassaan, kun kyseessä on palvelin- tai työpyötvirtualisointi. (Fagerlund, haastattelu 12.3.2012.)

### 3.2 Päätelaitteet

Tavalliset pöytäkoneet sekä kannettavat PC:t ovat niiden monikäyttöisyyden ja muunneltavuuden ansiosta olleet jo pitkään eri yritysten suosituin päätelaiteratkaisu. Normaalit PC:t pystyvät tarjoamaan paljon suorituskykyä sekä kapasiteettia melko edulliseen hintaan. Lisäksi niiden käyttötarkoitusta ei ole rajattu vain yhteen tehtävään, vaan niitä voidaan soveltaa melkein päähän käyttöön tahansa. (Komonen 2005, 52.)

Luotettavat ja toimivat päätelaitteet muodostavat vahvan tukipilarin sekä IT-infrastruktuurille että tuotannon jatkuvuudelle. Vaikka nykypäivänä tietokoneiden käyttö yrityksissä ja organisaatioissa on yleistynyt automaation myötä merkittävästi, eivät niiden käyttötarpeet eroa Komosen (2005) mukaan juurikaan 1980-luvun peruskäytöstä. 1980-luvulla ohjelmistojen perusideat ja toiminnot ovat melko samoja kuin nykypäivänäkin. Jatkuvasti kehittyvät ohjelmistot sekä työkalut vaativat vuosi vuodelta tietokoneelta yhä enemmän tehoa ja kapasiteettia, jotta hienompi grafiikka ja monimutkaisempi prosessointi olisi mahdollista toteuttaa. (Komonen 2005, 52.)

Virtualisoinnin kannalta päätelaitteella ei ole juurikaan merkitystä, koska palvelin tulee tuottamaan päätelaitteelle sen tarvitsemat resurssit. Vaatimuksia päätelaitteelle asettavat ennemminkin yrityksen käyttötarpeet sekä toimintaympäristö kuin virtualisointi. Erilaisissa tuotantoympäristöissä päätelaitteet voivat altistua pölylle, lialle, tärinälle tai lämpötilamuutoksille, joiden seurauksena laitteen elinkaari ja toimintavarmuus alenevat merkittävästi. Erilaisissa tehdasympäristöissä päätelaitteiden ainoa tehtävä onkin luoda tarvittavat puitteet tuotannon toiminnalle sekä sen hallinnalle. (Komonen 2005, 53.)

#### 3.2.1 Teollisuus PC

Perinteisten PC-laitteiden monikäyttöisyyden ansiosta niitä voidaan käyttää moitteetta myös tehdasympäristöissä, mutta niiden elinkaari lyhenee merkittävästi vaativien toimintaolosuhteiden takia. Muutamat laitevalmistajat ovatkin reagoineet tähän tarpeeseen ja kehittäneet erilaisia PC-malleja vaativiin tehdasoloihin. Tehdasoloissa pöly, lika, tärinä ja lämpötilavaihdokset asettavat melkoisia vaatimuksia PC:den komponenteille sekä kokoonpanoratkaisuille. (Komonen 2005, 52.)

Kuten kevytpäätteissä, myös tehdaskoneiden kokoonpanoratkaisuissa on pyritty panostamaan toimintavarmoihin sekä passiivijäähdytettyihin komponentteihin, joissa liikkuvat osat on pyritty minimoimaan laitteen elinkaaren pidentämiseksi. Pitkän elinkaaren lisäksi tehdaskoneille luvataan yleensä pitkäaikainen, noin viiden vuoden mittainen laitesaatavuus samalla hankintakokoonpanolla. Tästä syystä tehdaskoneissa käytettävät komponentit ovat keskimääräistä hieman vanhempia, mutta valmiiksi kuluttajatestattuja sekä tarkoin valikoituja tuotannon komponenttimalleja tehtaan vaativiin tuotantoympäristöihin. Kuluttajatestauksella viitataan tässä yhteydessä esimerkiksi johonkin tiettyyn komponenttimalliin, jonka on todettu olevan täysin vakaa ja virheetön kuluttajien käytössä. (Halonen, haastattelu 12.4.2012.)

Vaikka tehdaskoneet käyttävätkin suurimmaksi osaksi samoja komponentteja kuin normaalit tietokoneet, voivat niiden rakenteelliset erot olla hyvinkin suuria. Esimerkiksi tehdaskoneissa käytettävät kotelot ovat yleensä alumiinisia, johon kaikki koneen komponentit – emolevyä myöten – on juotettu kiinni. Koneen kotelo itsessään toimii paitsi hyvänä suojana, myös lämmön siirtäjänä. Tästä syystä koteloiden materiaali, muotoilu sekä komponenttien sijoittaminen vaikuttaa oleellisesti passiivisen jäähdytyksen tehoon. Lisäksi koteloiden saumattomuus sekä kompaktit kokoonpanoratkaisut tekevät niistä hyvin lika- ja pölysietoisia. Normaaleista tietokoneista poiketen, tehdaskoneisiin suositellaan käytettävän SSD-kovalevyjä normaalin HDD-kovalevyjen sijaan, koska ne soveltuvat rakenteiltaan ja ominaisuuksiltaan erittäin hyvin tehdasympäristöjen vaihteleviin olosuhteisiin. Tehdaskäyttöön tarkoitetut SSD-kovalevyt sisältävät erittäin vähän liikkuvia osia ja pystyvät toimimaan jopa 0...+55 °C lämpötiloissa. Toisaalta tehdaskoneiden kompakti rakenne asettaa hyvin suuria rajoituksia päivitettävyyden osalta, koska jokainen kotelo on mitoitettu ja suunniteltu juuri tietyille komponenttikokonaisuuksille. Tästä syystä tehdaskoneiden päivittäminen tarkoittaa lähes aina uusien koneiden hankkimista. (Halonen, haastattelu 12.4.2012.)

Pidempi elinkaari sekä joustavampi päivitettävyyys on kuitenkin saavutettavissa virtualisoinnin avulla, jolloin paikallisen koneen resursseihin ei tarvitsisi panostaa juuri lainkaan. Virtualisointi tarjoaa aina päätelaitteesta riippumatta erinomaisen skaalautuvuuden sekä päivitettävyyden. Virtualisointi lisää myös merkittävästi tehdaskoneen liikuteltavuutta päälaitteen rikkoutuessa sekä tarjoaa paljon joustavuutta päätelaitteiden ylläpitäjille (katso alaluku 3.1.4). (Fagerlund, haastattelu 12.3.2012.)

### 3.2.2 Thin Client

Thin Client eli kevytpäätte on nimensä mukaisesti pieni ja kompakti päätelaite, jonka pääasiallinen tarkoitus on toimia sekä asiakkaan että keskustietokoneen välisenä yhteydenpitovälineenä. Kevytpäätteiden toimintaperiaatteen vuoksi ne ovat hyvin riippuvaisia keskustietokoneen tuottamista resursseista. Kaikki ohjelmistot, sovellukset sekä tiedostot



säilytetään keskustietokoneiden tietokeskuksissa, mikä tekee kevytpäätteisestä hyvin riippuvaisen paitsi keskustietokoneista myös niiden välisestä verkkoyhteydestä. Ilman verkkoyhteyttä kevytpäätteet eivät pääse käsiksi keskustietokoneiden tarjoamiin resursseihin ja ovat toisin sanoen täysin hyödyttömiä. Tästä syystä kevytpäätteissä on pyritty panostamaan enemmän komponenttien pidempään elinkaareen, koska keskustietokone tulee kuitenkin tarjoamaan sille lopullisen suorituskyvyn (katso alaluku 3.1.4). Kuten tehdaskoneissa, myös kevytpäätteiden jäähdytys on pyritty hoitamaan mahdollisimman passiivisesti, jotta päätelaitteen komponentit altistuisivat vähemmän pölylle sekä pysyisivät toimintakuntoisena pidempään. Myös muut liikkuvat osat on pyritty minimoimaan, jotta päätelaitteesta saataisiin mahdollisimman hiljainen. Kevytpäätteiden yksinkertaisten kokoonpanoratkaisujen ansiosta ne ovat paljon vikasietoisempi ja luotettavampi päätelaiteratkaisu verrattuna normaaleihin tietokoneisiin. (KyAMK – Virtuaalinen työpöytä 2009; Komonen 2005.)

Kevytpäätteiden elinkaarta pidentävät merkittävästi myös erityiset laiterakennemallit, jotka eivät sisällä lainkaan kovalevyjä. Kyseiset laiterakennemallit käyttävät hyväkseen sulatettujen käyttöjärjestelmien (Embedded System) kevytrakenteisuutta, joita on mahdollista ajaa pelkästään päätelaitteen keskusmuistien varassa. Tämä parantaa merkittävästi päätelaitteen suorituskykyä, koska kaikki toiminnot ladataan valmiiksi päätelaitteen keskusmuistiin jo järjestelmän käynnistyksen yhteydessä. Toisaalta loppukäyttäjien tekemät muutokset eivät koskaan jää voimaan, koska keskusmuisti tyhjenetään joka kerta virrankatkaisun yhteydessä. Käyttöjärjestelmää ja sovelluksia on kuitenkin mahdollista muokata, mutta se vaatii päätelaitteen käyttöjärjestelmäkuvan muokkaamista. Käyttöjärjestelmäkuvalla tarkoitetaan tässä tapauksessa käyttöjärjestelmän asennuspakettia, joka sisältää kaikki räätälöidyt sovellukset sekä järjestelmäasetukset, joita halutaan määrittellä käytettävän päätelaitteella. Vanha järjestelmäkuvaa saadaan päivitettyä ”sulattamalla” uusi, räätälöity, järjestelmäkuvaa vanhan päälle, päätelaitteen keskusmuistiin. Kyseinen ratkaisumalli vähentääkin oleellisesti päätelaitteiden ylläpitoon kohdistuvaa työmäärää, koska loppukäyttäjillä ei ole mahdollisuutta muuttaa käyttöjärjestelmää tai ohjelmistojen asetuksia pysyvästi (katso luku 3.1.5). (Fagerlund, haastattelu 12.3.2012; Karppi 2010.)

Kevyet päätelaitteet sopivat hyvin käytettäväksi esimerkiksi Internet-kahviloihin, hotelleihin tai kirjastoihin, jossa niiden käyttöjärjestelmän kuvaa ei ole tarvetta muokata usein. Yrityksissä kevytpäätteet toimivat vaihtoehtoisena työkaluna, jonka avulla asiakas – tässä tapauksessa yrityksen työntekijä – pääsee käsiksi keskustietokoneen tarjoamiin resursseihin. Tämänkaltaiseen ratkaisuun vaaditaan yleensä jonkinlainen virtualisointiohjelmisto- sekä ympäristö, jonka avulla tarvittavat palvelut ja resurssit voidaan tuottaa loppukäyttäjien päätelaitteille. Molemmissa tapauksissa päätelaitteen käyttöjärjestelmä halutaan pitää mahdollisimman puhtaana rekistereistä, jotta laite pysyisi mahdollisimman suorituskykyisenä sekä vikasietoisena. (KyAMK – Virtuaalinen työpöytä 2009; Fagerlund, haastattelu 12.3.2012.)

## 4 OHJELMISTOJAKELU

Yksinkertainen ja tehokas ohjelmistojen jakelu on hyvin tärkeä sekä olennainen asia toimivan IT-infrastruktuurin kannalta. Etenkin suuremmissa organisaatioissa pitkälle automatisoitu ohjelmistojakelu takaa kustannustehokkaan sekä keskitetyn tavan hallita loppukäyttäjille toimitettavia ohjelmistoja. Luotettavan ja toimivan ohjelmistojakelumethodin avulla varmistaudutaan myös siitä, että kaikki tarvittavat palvelut sekä ohjelmistot asentuvat oikeilla asetuksilla oikeille käyttäjille. (Microsoft 2012b.)

Monet yritykset kuten Microsoft, VMware ja Citrix tarjoavat monenlaisia keskitettyjen ohjelmistojen jakeluun tarkoitettuja ratkaisumalleja, joiden avulla helpotetaan osaltaan sekä IT-infrastruktuurin ylläpitäjien että lähitukeen kohdistuvaa työmäärää. Tämän lisäksi keskitetty ohjelmistojakelu tarjoaa ylläpitäjille mahdollisuuden kokonaisvaltaiseen ohjelmistojen hallintaan sekä seurantaan. (Microsoft 2012b.)

Ilman keskitettyä ja automatisoitua ohjelmistojakelua, ylläpitäjien pitäisi toimittaa jokaisen ohjelmistoasennuksen yhteydessä asennusmediat ohjeineen tai käydä itse asentamassa tarvittavat ohjelmistot loppukäyttäjille. Automatisoidun ohjelmistojakelun avulla eliminoidaan mahdolliset asennus- tai asetusvirheet, jotka saattavat syntyä asennusvaiheessa. Tästä syystä jokainen yritys joutuu jossain vaiheessa pohtimaan, kuinka yrityksen sisäinen ohjelmistojakelu tulisi toteuttaa, jotta toiminta olisi mahdollisimman kustannustehokasta. (Microsoft 2012b.)

Jotta oikeanlaiseen työasemaratkaisumallin päädyttäisiin, on hyvä luoda katsaus muutamaa eri ohjelmistojakelutekniikkaan sekä toimittajiin, joiden avulla saadaan kokonaisvaltaisempi käsitys siitä, miten ohjelmistojakelu vaikuttaa IT-infrastruktuuriin. Tämän lisäksi ohjelmistojakelutekniikka toimii yhtenä päätöksentekokriteerinä valittaessa oikeanlaista työasemaratkaisumallia.

### 4.1 Microsoft

Ohjelmistoyhtiö Microsoft tarjoaa tällä hetkellä monia vaihtoehtoisia ratkaisutapoja toteuttaa kustannustehokas sekä keskitetty ohjelmistojakelukeskus, joita on mahdollista soveltaa hyvin monenlaisiin IT-infrastruktuuriympäristöihin. Yksinkertaisimmillaan ohjelmistojakelu voidaan toteuttaa esimerkiksi Microsoft Windows Serverin ryhmäkäytännöillä. Yhdistämällä selkeät ryhmäkäytännöt yrityksen aktiivihakemistoon, saadaan aikaan hyvin yksinkertainen sekä edullinen tapa jakaa ohjelmistoja sekä sovelluksia. Aktiivihakemiston ansiosta ohjelmistojakelu voidaan suorittaa esimerkiksi tietyille koneille, käyttäjille tai käyttäjäryhmille. (Microsoft 2012c.)

Ryhmäkäytäntöjen avulla suoritettava ohjelmistojakelu vaatii aina erillisen MSI-asennuspaketin, joka määrittää jaettavaksi halutuille käyttäjille tai koneille. Kyseinen ohjelmistopaketti asennetaan käyttäjän kirjautuessa

koneelle tai koneen käynnistyksen yhteydessä riippuen siitä, miten ohjelmistojakelu on määritelty suoritettavan. Käyttäjakohtaisella ohjelmistojakelulla voidaan määrittellä, mitkä ohjelmistot tulevat kenenkin käyttöön kirjautumisen yhteydessä, kun konekohtaisessa ohjelmistojakelussa jokainen jaettu ohjelmisto tulee kaikkien käytettäväksi. (Microsoft 2012c.)

Yllä mainitun lisäksi Microsoft on kehittänyt System Center Configuration Managerin, joka on suunniteltu varta vasten Windows-pohjaisten koneiden monitorointi- ja etähallintatyökaluksi. Ryhmäkäytäntöjen tapaan myös SCCM:n avulla jaetut ohjelmistot voidaan asentaa asiakkaan paikalliselle päätelaitteelle etänä. Paikalliselle päätelaitteelle asennettavien ohjelmistojen haittapuolena ovat huonon hallittavuuden lisäksi ylimääräiset ohjelmistorekisteritiedot, jotka kerääntyvät jokaisen ohjelmistoasennuksen yhteydessä käyttöjärjestelmärekisteriin ja vaikuttavat ajan mittaan päätelaitteiden suorituskykyyn negatiivisesti. Kyseinen ongelma on mahdollista sivuuttaa Microsoft Application Virtualizationin avulla, jonka avulla tarvittavat ohjelmistopakettit voidaan virtualisoida. Virtualisoidut ohjelmistopakettit voidaan jakaa SCCM:n avulla eikä niitä tarvitse asentaa lainkaan paikalliselle päätelaitteelle. Virtualisoidut ohjelmistot käynnistetään aina asiakkaan pyynnöstä palvelimella, jonka jälkeen ohjelmistokuva lähetetään joko Internetin tai lähiverkon kautta asiakkaan päätelaitteelle. (Microsoft 2012d.)

### 4.2 VMware

VMwaren ydinosaaminen ja vahvuus ovat tälläkin hetkellä hyvin pitkälti palvelin- ja työpöytävirtualisoinnissa, minkä vuoksi ohjelmistojakelu on hoidettu hieman toisella tavalla kuin Microsoftilla tai Citrixillä. VMwaren ohjelmistojakelu on mahdollista toteuttaa neljällä eri tavalla:

- Asennetaan ohjelmisto valmiiksi virtuaaliselle View-työpöydälle
- Toimitetaan virtualisoitu ohjelmistopaketti verkkojakona
- Tarjotaan ohjelmistoja tai sovelluksia pilvipalveluina
- Jaetaan ja pakataan ohjelmisto siten, että sitä voidaan käyttää yhteydettömässä tilassa

Kaikki yllämainituista, virtuaalista View-työpöytää lukuunottamatta, toteutetaan VMware ThinApp:lla. VMware Viewillä asiakkaalle toimitetaan koko virtuaalityöpöytä käyttöjärjestelmineen, jolloin sovellus asennetaan osaksi koko virtuaalista käyttöjärjestelmää. ThinApp:lla virtualisoidut sovellukset toimivat taas täysin omassa, kapseloidussa ympäristössään, mikä mahdollistaa samojen ohjelmistojen, mutta eri versioiden yhtäaikaisen käyttämisen. ThinApp:lla sovellukset paketoidaan yhteen kansioon tai .exe-tiedostoon, jotka sisältävät kaiken oleellisen virtuaalisen sovelluksen ajoa varten omassa ympäristössään. Virtualisoinnin jälkeen sovellus tai ohjelmisto voidaan toimittaa asiakkaalle esimerkiksi keskitetystä verkkojaosta tai pilvipalvelun avulla. VMwaren virtualisoituja ohjelmistoja on mahdollista käyttää myös yhteydettömässä tilassa, jolloin asiakas tarvitsee paikalliselle päätelaitteelleen pääkäyttäjän luoman virtuaaliohjelmistopakettin. Tällöin

ohjelmistoa on mahdollista ajaa myös USB-muistitikulta. (Fagerlund, haastattelu 12.3.2012; VMware 2012c, 5.)

Kaikkien ohjelmistojen virtualisointi ei kuitenkaan ole aina mahdollista, jolloin kyseisten ohjelmistojen jakelu tulee ratkaista jollain muulla tavalla. Erityisen paljon haasteita virtualisoinnissa tuottavat ne ohjelmistot tai sovellukset, jotka vaativat fyysisiä erityisliitäntöjä tai tietokoneologiikkaa. Vaikka VMware onkin panostanut erityisen paljon virtualisointiin, ei 100 %:sta toimintavarmuutta voida aina jokaiselle sovellukselle tai ohjelmistolle taata. (Fagerlund, haastattelu 12.3.2012; VMware 2012c, 5.)

### 4.3 Citrix

VMwaresta poiketen, Citrixin ohjelmistojakelutekniikka perustuu hyvin pitkälle agenttiohjelmistojen käyttöön, jotka toimivat virtualisoitujen ohjelmistojen vastaanottajana. Asiakkaiden paikalliselle päätelaitteelle asennettavat agenttiohjelmit määrittelevät myös kenelle ja mistä virtualisoidut ohjelmistot toimitetaan. Myös Microsoft on todennut agenttipohjaisen ohjelmistojakelutekniikan toimivaksi ja käyttää itekin samantapaista tekniikkaa virtualisoitujen ohjelmistojen toimittamiseksi asiakkaiden päätelaitteille. Tämän lisäksi Microsoft on ryhtynyt tekemään yhteistyötä Citrixin kanssa, jonka ansiosta Citrixillä virtualisoidut ohjelmistot voidaan jakaa sekä hallinnoida Microsoft SCCM:n avulla. (Citrix 2010, 4.)

Citrixin ohjelmistojakelutekniikka on myös hyvin pitkälle jalostettua, jonka ansiosta se tarjoaa hyvinkin monipuoliset hallintatyökalut – puhumattakaan hyvästä tietoturvasta tietoliikenneverkon sisä- ja ulkopuolella. Citrix on panostanut paljon myös tietoliikenneverkon kaistanleveyteen, jota tarvitaan virtualisoitujen ohjelmistojen toimittamiseen loppukäyttäjille – mitä pienempi on tietoliikenneverkon kaistanleveyden tarve, sitä vähemmän se kuormittaa yrityksen koko tietoliikenneverkkoa. (Citrix 2010, 3.)

## 5 TYÖASEMARATKAISU

Ennakoimisen vaikeus, tiedon puute sekä viime hetken muutokset ovat hyvin ominaisia piirteitä ICT-hankkeille, missä tämäkään projekti ei tee poikkeusta. Koska opinnäytetyö toteutettiin osana isompaa projektikonaisuutta, vaikuttivat muiden projektien muutokset merkittävästi myös itse opinnäytetyöhön. Projektin alussa tehty projektisuunnitelma – missä PACCOR Finland Oy toimii tilaajana ja tämä opinnäytetyö toimittajan roolissa – jouduttiin muokkaamaan vielä moneen kertaan, ennen kuin se saatiin asettumaan lopulliseen muotoonsa.

PACCOR Finland Oy:n vaatimusten pohjalta suunniteltu työasemaratkaisumalli saatiin lopulta päätökseen perusteellisten esiselvityksien, haastattelujen sekä testailujen jälkeen. Tiedon lisääntyttä myös tavoitteet ja vaatimusmäärittely tarkentuivat, mikä puolestaan lisäsi merkittävästi todennäköisyyttä löytää juuri oikeanlainen työasemaratkaisumalli PACCOR Finland Oy:lle.

Tässä luvussa tullaan käsittelemään niitä asioita ja kriteerejä, jotka vaikuttivat työasemaratkaisun valintaan. Lisäksi luku pitää sisällään tiedot projektin eri vaiheista aina lähtötilanteesta valittuun työasemaratkaisukokonaisuuteen sekä sen kilpailutukseen.

### 5.1 Vaatimusmäärittely

Vaatimusmäärittely lähti liikkeelle PACCOR Finland Oy:n tarpeesta uudistaa nykyistä tuotannon työasemaratkaisuaan vastaamaan tulevan tehtaan tarpeita. PACCOR Finland Oy:n antamia vaatimuksia työstettiin läpi koko projektin elinkaaren ajan, ja ne täsmentyivät aina uusien tietojen tai tiedostamattomien tarpeiden esiin tullessa. Lopullinen vaatimusten lista, jonka pohjalta tulevaa työasemaratkaisua lähdettiin rakentamaan on nähtävissä alla olevasta listasta.

- Työasemaratkaisun toimittava PACCOR Finland Oy:n tehdasympäristössä
- Työasemaratkaisun turvattava nykyistä toiminnanohjausjärjestelmää vuoteen 2014 asti
- Työasemien ohjelmistojakelun oltava helppoa
- Työasemien käyttöjärjestelmän oltava vaihdettavissa
- Työasemien vikasietoisuus ja ylläpidettävyys oltava hyvät tuotantoympäristössä
- Työasemaratkaisun tulee olla perusteltu ja kustannustehokas
- Työasemaratkaisun tulee olla tietoturvallinen
- Kaikki tuotannon työasemat tulee voida sulkea hallitusti yhdestä paikasta

Yllä olevien vaatimusten sekä tarpeiden täsmentämiseen käytettiin hyväksi hyvin avoimia keskusteluja, johon ottivat osaa PACCOR Finland Oy:n eri projektien projektipäälliköt. Koska tiedot sekä tarpeet olivat hyvin hajaantuneita, oli tarpeen kutsua eri osa-alueiden projektipäälliköt

mukaan täsmentämään omien projektiansa tarpeita, joita tulisi ottaa huomioon tulevassa työasemaratkaisussa.

### 5.1.1 Lähtötilanne

PACCOR Finland Oy:n lähtötilanteen kartoitus lähti liikkeelle kenttätyöstä, jossa tehtaan kaikki tuotantokoneet käytiin konkreettisesti läpi yksi kerrallaan. Läpikäynnin aikana tutustuttiin samalla PACCOR Finland Oy:n nykyiseen IT-infrastruktuuriin sekä yleisiin toimintarutiineihin, joilla IT-ympäristöä ylläpidettiin. Myös tuotantokoneiden käyttämät ohjelmistot käytiin tarkoin läpi, jotta käyttäjien tarpeet osattaisiin huomioida riittävän hyvällä tasolla.

PACCOR Finland Oy:n IT-ympäristön ja sen koko infrastruktuurin ymmärtäminen sekä haltuunottaminen tuotti melkoisia haasteita johtuen historian suuresta painolastista. Ennen vuotta 2009, PACCOR Finland Oy toimi vielä osana Huhtamäkeä, jolloin IT-infrastruktuuri oli yhteistä. Tämän jälkeen PACCOR Finland Oy:n liiketoiminta erotettiin omaksi liiketoiminnakseen, jolloin Huhtamäenaikaiset vanhat järjestelmät IT-infrastruktuureineen periytyivät PACCOR Finland Oy:lle. Tilannetta ei helpottanut sekään, että vuonna 2010 PACCOR Finland Oy:stä tuli osa suurempaa PACCOR Groupia, joka käsittää tällä hetkellä 19 eri tehdasta ympäri Eurooppaa – mukaan luettuna Suomen kaksi nykyistä tehdasta. Tällä hetkellä PACCOR Finland Oy:n IT-infrastruktuuri toimii tietyiltä osin sekä itsenäisesti että yhteisesti PACCOR Groupin kanssa. Tästä syystä PACCOR Finland Oy:n IT-infrastruktuuria kehittäessä tulee ottaa huomioon myös PACCOR Groupin teknilliset haasteet sekä mahdolliset vaikutukset. Sisäisiä testauksia varten PACCOR Finland Oy:llä on käytössään erillinen palvelin, johon on asennettu VMwaren ESXi 4.1 virtuaalialusta. Virtuaaliympäristössä kehitettyjä ideoita oli mahdollista testata myös tuotannon puolella, koska fyysiseltä palvelimelta oli liityntä myös tuotannon verkkoon. Tästä syystä myös virtuaalipalvelimen ja virtualisoinnin soveltuvuutta uudeksi työasemaratkaisukokonaisuudeksi haluttiin kartoittaa.

### 5.1.2 Toimintasuunnitelma

Kun lähtötilanne ja vaatimukset oli saatu sisäistettyä riittävällä tasolla, oli aika luoda toimintasuunnitelma. Toimintasuunnitelmaan kuului yhteensä kuusi erilaista osiota, joista ensimmäinen alkoi kriittisten tuotannon työasemien sekä ohjelmistojen kartoituksella. PACCOR Finland Oy:llä on tällä hetkellä käytössään noin toistakymmentä erilaista ohjelmistoa, joiden toiminta tulee taata myös uusilla päätelaitteilla. Tästä syystä käytettävien ohjelmistojen toimintaan tuli tutustua perinpohjaisesti, jotta niiden toimintaa osataan testausvaiheessa simuloida riittävän tarkalla tasolla.

Toimintasuunnitelman toiseen osioon kuului erilaisten työasemaratkaisumallien kartoitus. Tällä hetkellä PACCOR Finland Oy:n tuotantotiloissa käytetään IBM:n vanhoja pöytätietokoneita, jotka ovat olosuhteisiin nähden pitäneet melko hyvin pintansa – ottaen huomioon

tehdasympäristön vaihtelevat lämpötilat sekä tuotantoprosessien aikana muodostuvat pölyt sekä tärinät. Työasemaratkaisumallien kartoitusten yhteydessä otettiin huomioon edellä mainitut tehdasympäristöön liittyvät vaatimukset. Lisäksi, ylläpidon näkökulmasta, päätelaitteiden elinkaari sekä malli haluttiin pitää mahdollisimman pitkään stabiilina, jotta laiterikon tai virhetilanteen sattuessa vanha päätelaite voitaisiin korvata mahdollisimman nopeasti ja helposti uudella päätelaitteella.

Kolmannen osion tarkoituksena oli tutkia erilaisia virtualisointitekniikoita sekä nykyisen palvelinympäristön hyödynnettävyyttä tulevassa työasemaratkaisussa. Virtualisointitekniikoiden osalta pääpaino pidettiin kuitenkin VMwaren puolella, koska kyseinen tekniikka oli otettu PACCOR Finland Oy:llä jo aikaisemmin testikäyttöön. Citrixin ja Microsoftin virtualisointitekniikat käytiin näin ollen vain teoriatasolla läpi, jotta virtualisoinnin mahdollisuuksista saataisiin mahdollisimman kattava näkemys työasemaratkaisua suunniteltaessa.

Kolmen ensimmäisen määrittely- ja kartoitusosion jälkeen oli loogista rajata potentiaaliset päätelaitetyypit, joita voitaisiin käyttää uudessa työasemaratkaisussa. Näin ollen kahdeksi viimeiseksi osioksi muodostuivat valitun työasemaratkaisun testaus ja käyttöönotto sekä loppukäyttäjien käyttökokemusten kerääminen ja dokumentointi. Näiden lisäksi jokaisessa osiossa tuli ottaa huomioon muiden projektien erilaiset tarpeet sekä vaatimukset, jotka saattavat vaikuttaa työasemaratkaisuun merkittävästi.

### 5.1.3 Esiselvitys

Toimintasuunnitelman mukaisesti esiselvitys lähti liikkeelle tuotannon työasemissa käytettävistä ohjelmistoista sekä sovelluksista. Tuotannossa käytettävien ohjelmistojen toiminnallisuudet sekä kytkökset muihin järjestelmiin tutkittiin tarkoin, jotta niiden toimintaa voitaisiin simuloida ja testata myöhemmin myös testiympäristössä. Edellä mainittu testiympäristö pystytettiin PACCOR Finland Oy:n virtuaalipalvelimelle, johon luotiin tarvittavat koneet sekä palvelimet nykyisen IT-ympäristön toiminnan simuloimiseksi mahdollisimman tarkasti. Muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta PACCOR Finland Oy:n kriittisimmät ohjelmistot ovat luonteeltaan web-pohjaisia sovelluksia, joille rajoituksia asettivat ainoastaan Internet Explorer -selaimen sekä Java-ohjelmistoalustan versiot. Muille ohjelmistoille ja sovelluksille rajoituksia asettivat ainoastaan tietokoneen käyttöjärjestelmäversio.

Kun ohjelmistojen toiminnallisuudet ja kytkökset muihin järjestelmiin oli saatu testattua ja simuloitua riittävän tarkasti, oli aika aloittaa toimintasuunnitelman toinen osio – olemassa olevien työasemaratkaisumallien kartoitus. Jotta potentiaalisten työasemien tarpeet saataisiin kartoitettua mahdollisimman tarkasti, tulee nykyisen sekä tulevan tehdasympäristön toimintaolosuhteet selvittää riittävän huolellisesti. Tehdasympäristön sekä PACCOR Finland Oy:n asettamat vaatimukset luvussa 5.1, määrittelevät hyvin pitkälle sen, mitä tulevalta tuotannon työasemalta vaaditaan. Edellä mainittujen tietojen pohjalta

mahdollisiksi työasemaratkaisumalliksi valittiin tehdasoloihin tarkoitettu tehdastyösema sekä kevytpääte, joista jälkimmäinen vaihtoehto tarvitsisi taustalleen myös järeämmän palvelinympäristön virtuaalisten palvelujen sekä resurssien tuottamiseksi kyseiselle päätelaitteelle. Jos jostain syystä kumpikaan edellä mainituista työasemavaihtoehdoista ei testausvaiheessa soveltuisi PACCOR Finland Oy:n tuotannon työasemiksi, jatkettaisiin nykyistä työpöytäkone-linjaa uusilla työpöytäkonemalleilla.

Kolmatta osiota varten PACCOR Finland Oy:n virtuaaliympäristöön pystytettiin myös VMware View-virtuaaliympäristö, jonka tarkoituksena oli tutkia erilaisten virtualisointitekniikoiden hyödynnettävyyttä sekä mahdollisuuksia tulevassa työasemaratkaisussa. VMware Viewin ominaisuuksia tarkasteltiin muun muassa Hewlett Packardin kevytpäätteellä sekä normaaleilla työpöytäkoneilla. Tutkimuksen pääpaino kohdistettiin VMwaren kykyyn käsitellä dataa virtuaalisen työpöydän sekä päätelaitteen fyysisten liitäntäporttien välillä. PACCOR Finland Oy:llä tehdyt testit osoittivat, että VMware pystyisi tarjoamaan riittävän luotettavan virtualisointitekniikan tulevalle työasemaratkaisulle. Myös nykyistä toiminnanohjausjärjestelmän web-pohjaista client-sovellusta olisi mahdollista turvata aina vuoteen 2014 asti, VMware ThinAppin avulla. Tiukan aikataulun vuoksi, PACCOR Finland Oy päätti käyttää myös ulkoista konsultointiapua nykyisen virtuaaliympäristön, olemassa olevien virtualisointitekniikoiden sekä kokonaiskuvan arviointiin PACCOR Finland Oy:n asettamien vaatimusten mukaisesti.

Ulkoinen konsultointipäivä – tai haastattelu, jonka eri prosessit on kuvattu tarkemmin alaluvuissa 2.4.1 sekä 2.4.2 – toteutettiin PACCOR Finland Oy:n neuvottelutiloissa konsultin kanssa kasvotusten haastatteluliitteen 1 mukaisesti. Haastattelun luonne oli hyvin avointa, eli strukturoimatonta, jonka tarkoituksena oli saada mahdollisimman paljon yleistietoa virtualisoinnista. Haastattelua rajattiin kuitenkin siten, että kaikki askarruttavat kysymykset oli jo valmiiksi dokumentoitu ja lähetetty konsultille ennen haastattelupäivää. Tämän lisäksi dokumentissa oli kuvattu PACCOR Finland Oy:n nykyinen IT-infrastruktuurirakenne yleisine liittymineen. Edellä mainittua dokumenttia käytettiin myös haastattelun pohjana sekä keskustelun ohjaavana tekijänä. Kyseinen haastattelu ääninauhoitettiin sekä dokumentoitiin myöhempää analysointia varten, jota käytettiin myös tämän opinnäytetyön lähteenä. Kaikkia liitteen 1 kysymyksiä ei kuitenkaan käsitellä tässä opinnäytetyössä niiden relevanttisuuden vuoksi. Liitteen 1 kysymykset toimivat vain haastattelua ohjaavana tekijänä ja opinnäytetyön kannalta relevanttisimmat asiat on raportoitu ja käsitelty tässä opinnäytetyössä.

Konsultointipäivänä käytiin läpi muun muassa VMwaren palvelinympäristöä, arkkitehtuuria, lisensointia, sovellusvirtualisointia, optimointia sekä erilaisia päätelaitemahdollisuuksia, joita PACCOR Finland Oy:n kannattaisi hyödyntää virtuaaliympäristön rakennusvaiheessa.

Haastattelussa (liite 1) haluttiin selvittää kaikki mahdolliset palvelininfrastruktuurivaihtoehdot, joiden avulla PACCOR Finland Oy



saavuttaisi mahdollisimman vakaan ja luotettavan virtuaaliympäristön. Haastattelun aikana kävi ilmi, että strategisesti vakain ja luotettavin vaihtoehto olisi rakentaa oma, klusteroitu virtuaalipalvelinympäristö VMwaren Essentials Plus-tason lisenssillä. Essentials Plus -tason lisenssi soveltuisi parhaiten PACCOR Finland Oy:n kokoiselle yritykselle, jonka tavoitteena olisi aluksi ylläpitää noin 30 virtuaalityöasemaa sekä muutamaa virtuaalipalvelinta.

Oma, klusteroitu palvelinratkaisu tarkoittaisi käytännössä sitä, että PACCOR Finland Oy joutuisi hankkimaan osaamista myös palvelinpuolelle, jotta ylläpito olisi mahdollisimman kustannustehokasta. Palvelinympäristön monitorointi olisi mahdollista ulkoistaa erilliselle toimijalle. Tämän ratkaisumallin avulla PACCOR Finland Oy:n ei joutuisi käyttämään kaikkia omia resurssejaan palvelinympäristön ylläpitoon. Toisaalta palvelinympäristön perustaminen kokonaan ulkoisen toimijan tiloihin olisi myös mahdollista. Tällöin PACCOR Finland Oy:n ei tarvitsisi Fagerlundin (2012) mukaan hankkia itselleen niin syvällistä palvelinosaamista. Palvelinympäristön ylläpitovastuu siirrettäisiin näin ollen kokonaan ulkoiselle toimijalle, jolloin ainoaksi riskiksi muodostuisi tietoliikenneyhteys. Käytännössä koko PACCOR Finland Oy:n tuotanto jouduttaisiin ajamaan kokonaan alas, jos pää- ja varatietoliikenneyhteudet katkeisivat.

Haastattelussa (liite 1) kävi ilmi, että palvelinympäristön ulkoistaminen vaatisi toisaalta myös nopeaa tietoliikenneyhteyttä, jotta virtuaalityöpöytien lähetys ulkoisen toimijan tiloista PACCOR Finland Oy:n loppukäyttäjien päätelaitteille olisi mahdollisimman sujuvaa. Hidas tietoliikenneyhteys näkyisi käytännössä eripituisina viiveinä loppukäyttäjien suorittaessa erilaisia toimintoja virtuaalityöpöydällä. Tästä syystä virtuaalityöpöytien optimointi vähentäisi oleellisesti tietoliikenneyhteyden kaistaleveyden tarvetta sekä virtuaalityöpöytien tarvitsemia resursseja virtuaaliympäristössä.

Essentials Plus -tason lisenssin mukana PACCOR Finland Oy saisi käyttöönsä kaikki tarvittavat työkalut luotettavan ja vakaan virtuaaliympäristön ylläpitämiseen – vMotionin-työkalun virtuaalikoneiden siirtoon toisen palvelimen kaatuessa ja vCenterin koko virtuaaliympäristön hallitsemista varten. VMware View -virtuaalityöpöytäratkaisu tarvitsee kuitenkin oman erillisen lisenssin.

Erilaisten tutkimusten, testauksien ja haastattelujen tuloksena, PACCOR Finland Oy:n antamat vaatimukset ja tarpeet saatiin täsmennettyä sille tasolle, että oli järkevää siirtyä toteuttamaan toimintasuunnitelman neljättä osiota – potentiaalisten työasemaratkaisumallien rajaaminen. Tämän osion tavoitteena oli saada lopulliset suuntaviivat tulevalle työasemaratkaisulle ja päättää, lähdetäisiinkö uutta työasemaratkaisumallia toteuttamaan kevytpäätteillä, tehdastyöasemilla vai jatkettaisiinko nykyistä linjaa vastaavilla työpöytäkoneilla. Lopulliseen päätöksentekoon sekä työasemaratkaisun valintaan vaikuttavat tekijät ja kriteerit käsitellään tarkemmin seuraavassa alaluvussa 5.1.4.

Edellä mainittujen tietojen pohjalta potentiaaliselle työasemaratkaisumallille luotiin testaus- ja käyttöönottosuunnitelma, toimintasuunnitelman mukaisesti. Yksityiskohtaisemmat tiedot testaus- ja käyttöönottosuunnitelmasta käydään luvussa 6. Työasemaratkaisun käyttöönoton jälkeen loppukäyttäjille suoritetaan loppukäyttäjättestaus, jossa dokumentoidaan uudesta työasemaratkaisusta syntyvät käyttökokemukset. Loppukäyttäjättestauksessa saadut tulokset analysoidaan ja dokumentoidaan ja tarpeen vaatiessa luodaan myös uusia kehitysehdotuksia tulevaisuutta silmällä pitäen. Loppukäyttäjättestauksessa tehtyjä testauksia ja niiden tuloksia käydään tarkemmin läpi luvussa 7.

### 5.1.4 Lopputulos

Projektin alussa määriteltyä selkeää ja suoraviivaista projektisuunnitelmaa – jossa uusi työasemaratkaisu pohjautuisi klusteroituihin, vikasietoiisiin, luotettaviin sekä hyvin skaalautuviin virtuaalipalvelimiin – pyrittiin noudattamaan hyvin tarkasti koko projektin elinkaaren ajan. Vaikka toimintasuunnitelman ensimmäinen ja toinen osio osoittivatkin lupaavia merkkejä virtualisoinnin hyödyistä, antoivat kolmannelta osiosta saadut haastattelun tulokset kuitenkin muutamia miettimisen arvoisia asioita: miten kriittisinä tuotannon työasemia pidetään ja kuinka paljon niiden luotettavuudesta ollaan valmiita maksamaan. VMware View mahdollistaisi isojen lisenssimaksujen vastineeksi hyvin hallittavan sekä luotettavan työasemaratkaisumallin. Kyseinen ratkaisu vaatisi taustalleen vähintäänkin klusteroidun virtuaaliympäristön, jotta korkea saatavuus olisi mahdollista taata kaikkina vuorokauden aikoina. Kustannusmielessä tämä tarkoittaisi isoja kertainvestointeja palvelinympäristöön – puhumattakaan lisenssi-, valvonta- tai ylläpitomaksuista. Edellä mainituista kuluista huolimatta, PACCOR Finland Oy olisi valmis investoimaan tulevan työasemaratkaisun hallittavuuteen ja ennen kaikkea luotettavuuteen.

Vaikka oman palvelinympäristön käyttöönotto vaatisikin suurempia kertainvestointeja, olisi sille mahdollista laskea järkevä takaisinmaksuaika. Ulkoisen toimittajan palvelinympäristön käytöstä sekä sen ylläpidosta aiheutuvat kustannukset olisi mahdollista maksaa muutamassa vuodessa takaisin oman palvelinympäristön avulla. Kuten Fagerlundin (2011) haastattelussa kävi ilmi, oma palvelinympäristö vaikuttaisi oleellisesti myös tietoliikenneyhteyksien viiveisiin sekä palvelimien hallittavuuteen positiivisesti. Toisaalta PACCOR Finland Oy:ltä ei välttämättä löytyisi tarvittavaa tietotaitoa tai resursseja oman palvelinympäristön ylläpitämiseksi. Myös VMware-ympäristön ylläpito ja kriittisistä tilanteista palautuminen vaatii hyvin laajaa sekä syvällistä tietämystä virtualisointiohjelmistojen sekä palvelinten toiminnasta.

Näiden argumenttien pohjalta PACCOR Finland Oy oli valmis ottamaan oman virtualisoidun palvelinympäristön käyttöönsä ja jatkamaan toimintasuunnitelman seuraavaan vaiheeseen – potentiaalisten työasemaratkaisumallien rajaukseen.

Kuten alaluvussa 5.1.3 kerrottiin, pääasiallisia päätelaitteivaihtoehtoja oli kaksi: kevytpääte ja tehdastyöasema. Kyseisten päätelaitteiden

evaluointivaiheessa tuli kuitenkin uusia tietoja muiden projektien vaatimuksista sekä tarpeista, jotka asettivat tällä kertaa tulevalle työasemaratkaisulle täysin uudet rajoitteet. Virtualisoinnin kannalta suurimmaksi ongelmatekijäksi osoittautui tietokoneologiikka, jonka toiminnallisuutta ei voitu taata riittävän luotettavasti virtuaalialustalla. Muissa projekteissa spesifioidut palvelimet – joiden toiminta oli sidottu tiukasti uuteen, automatisoidun varaston ohjaukseen – olivat PACCOR Finland Oy:n kriittisyysluokan huipulla. Näin ollen virtualisointitekniikoiden tuomaa etua – jossa virtualisoituja työpöytiä sekä palvelimia voitaisiin ajaa rinnakkain – ei ollut enää mahdollista hyödyntää suunnitellulla tavalla. Näin ollen alkuperäistä projektisuunnitelmaa jouduttiin määrittelemään uudelleen, jotta se vastaisi paremmin nykyisiä tarpeita.

Projektin uudelleen määrittelyn myötä uudeksi päätelaiteratkaisuksi päätettiin valita tehdastyöasema. Tehdastyöasemien evaluointia varten kaikki potentiaaliset toimittajat sekä työasemamallit koottiin yhteen dokumenttiin, jonka pohjalta lopullinen tehdastyöasemamallin valinta perustuisi. Toimintasuunnitelman ensimmäistä osiota hyväksikäyttäen, viisi potentiaalisinta tehdastyöasemien toimittajaa valittiin mukaan kilpailutusprosessiin. Tarjouspyyntöjen pohjana käytettiin vaatimusmäärittelydokumenttia, jonka avulla varmistauduttiin siitä, että kaikki PACCOR Finland Oy:n tarpeet huomioitaisiin riittävän hyvällä tasolla.

Kaikkien toimittajien tuli ottaa tarjousehdotuksissaan huomioon PACCOR Finland Oy:n toimintaympäristö, käyttötarkoitus, suorituskyky sekä muut mahdolliset reunaehdot komponenttien suhteen (liite 2). Tarjouspyyntöjen pohjalta saadut tehdastyöasemavaihtoehdot dokumentoitiin ja evaluoitiin painotetun valintamatriisin avulla (alaluku 2.5). Evaluointiprosessissa kullekin kriteerille annettiin oma painoarvo aina vaatimus- tai tarvetasosta riippuen. Painoarvon vaihteluväli oli 0.20 – 0.50, josta 0.20 tarkoitti välttävää ja 0.50 merkittävää vaatimus- tai tarvetasoa. Tehdaskoneille annettujen pisteiden vaihteluväli oli 1-5, josta 1 tarkoitti välttävää vastaavuustasoa suhteessa tarpeeseen ja 5 erinomaista vastaavuustasoa. Alla olevaan taulukkoon 5 on esitetty kilpailutusprosessin arviointikriteerit, painoarvot, pisteytykset sekä lopputulokset. Kuten taulukosta 5 käy ilmi, parhaiten PACCOR Finland Oy:n tarve- ja vaatimustasoon vastasi Advantechin tehdaskone. Sulkeissa olevat luvut taulukossa 5 kuvaavat jokaisen tuotteen ominaisuuden painotettua pistearvoa. Tuotteen kokonaispisteet muodostuvat tuotteiden ominaisuuksien yhteenlasketusta summasta.

Taulukko 5 Tehdaskoneiden evaluointi

Kriteeri	Painoarvo	Advantech	TANK-101B	S647F	Lanner
<b>Hinta</b>	0.30	4 (1.2)	3 (0.9)	2 (0.6)	5 (1.5)
<b>Proessoriteho</b>	0.30	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	2 (0.6)
<b>Kovalevytila</b>	0.20	4 (0.8)	5 (1.0)	4 (0.8)	4 (0.8)
<b>Muisti</b>	0.30	4 (1.2)	5 (1.5)	4 (1.2)	4 (1.2)
<b>Lisäportit</b>	0.20	4 (0.8)	4 (0.8)	4 (0.8)	4 (0.8)
<b>Laatu</b>	0.40	5 (2.0)	3 (1.2)	2 (0.8)	3 (1.2)
<b>Toimittajien luotettavuus</b>	0.50	5 (2.5)	3 (1.5)	2 (1.0)	3 (1.5)
<b>Kokonaispisteet</b>		<b>9.40</b>	<b>8.10</b>	<b>6.70</b>	<b>7.60</b>

Lopullinen päätös tehdastyöasemamallista selvisi kuitenkin vasta kilpailutusprosessin neljännellä kierroksella, jolloin lopulliset yksityiskohdat saatiin sovittua toimittajan kanssa. Kyseisen tehdaskonemallin valintaan vaikuttivat etenkin tuotteen referenssit sekä toimintavarmuus, jota tulevilta tehdasasemilta tultaisiin vaatimaan.

## 6 PILOTTITYÖPISTEEN RAKENTAMINEN

Työasemaratkaisun valinnan myötä oli aika lähteä toteuttamaan toimintasuunnitelman toiseksi viimeisintä osiota: valitun työasemaratkaisun testaus ja käyttöönotto. Tehdastyöaseman käyttöönottoa varten luotiin toimenpidelista (liite 3), jonka tarkoituksena oli standardoida koneen käyttöönottoon liittyviä toimenpiteitä. Toimenpidelistan tuli luonteeltaan olla hyvin yksinkertainen, jotta vikaantuneen tehdaskoneen korvaaminen uudella olisi mahdollisimman helppoa ja suoraviivaista vikatilanteissa.

Tehdaskoneissa on tarkoitus hyödyntää myös PACCOR Finland Oy:n nykyistä SCCM:ää (Microsoftin System Center Configuration Manager). SCCM:n mahdollistaa muun muassa automatisoidun käyttöjärjestelmä- ja ohjelmistoasennuksen määriteltyjen käyttöjärjestelmäkuvien avulla. Automatisoidun SCCM-käyttöjärjestelmä- ja ohjelmistoasennuksen ansiosta virheiden määrää saadaan vähennettyä merkittävästi tehdastyöasemien käyttöönottovaiheessa. Lisäksi päätelaitteiden hallinta, ylläpito sekä valvonta saadaan keskitettyä yhteen paikkaan, mikä osaltaan vähentää huomattavasti ylläpitäjän työtaakkaa.

### 6.1 Tehdaskoneiden käyttöönoton suunnittelu

Riskienhallinnan sekä sujuvuuden kannalta on hyvin suotavaa laatia vähintäänkin toimenpide- tai käyttöönottosuunnitelma erilaisten tuotteiden tai järjestelmien käyttöönottoa varten. Itse suunnitelman laadintaan kannattaa varata aina riittävästi aikaa, jotta mahdollisiin ongelmiin tai tarpeisiin osataan ennakoida mahdollisimman hyvin. Tässä tapauksessa toimenpidesuunnitelman laadinta aloitettiin välittömästi tehdaskoneiden tilausten jälkeen, jolloin suunnitteluun varattiin aikaa tehdaskoneiden toimitusajan verran – kolme viikkoa. Sen aikana tuli laatia luonteeltaan mahdollisimman yksinkertainen, mutta kattava toimenpidesuunnitelma, jonka avulla uudet tehdastyöasemat otettaisiin käyttöön.

Toimenpidelistaan kuuluu kaiken kaikkiaan kolme päävaihetta erillisine osavaiheineen. Päävaiheet koostuvat esivalmistelu- käyttöönotto- sekä tarkastusvaiheista, jotka on kuvattu tarkemmin liitteessä 3. Kyseistä toimenpidelistaa on tarkoitus myös jatkojalostaa sekä standardoida yleiseksi käyttöönotto-ohjeeksi, jotta jokainen IT-pääkäyttäjryhmään kuuluva henkilö osaisi tarpeen vaatiessa laittaa uuden tehdastyöaseman käyttökuntoon.

Toimenpidelistan täsmällisyyttä tullaan testaamaan välittömästi ensimmäisten testipisteiden rakennusvaiheissa. Myös tehdaskoneiden käyttöönotto tullaan dokumentoimaan sillä tasolla, että niitä voidaan hyödyntää käyttöönotto-ohjeiden standardointi vaiheessa. Käyttöönoton aikana ilmenevät puutteet sekä virheet tullaan dokumentoimaan ja ottamaan huomioon käyttöönotto-ohjetta luodessa.

## 6.2 Työpisteen rakentaminen

Pilottityöpisteen rakennus noudatti täsmälleen liitteessä 3 määriteltyjen vaiheiden mukaisesti. Pilottityöpisteen rakennus dokumentoidaan ja samalla testataan toimenpidelistan pätevyys. Tämän avulla varmistetaan, että tehdaskoneen käyttöönotto on mahdollisimman sujuvaa ja ongelmatonta uuteen tehtaaseen siirryttäessä.

Suurimpia ongelmia pilottipistettä rakennettaessa kohdattiin ainoastaan SCCM-käyttöjärjestelmäkuvan asennusvaiheessa, jossa asennus ei suostunut aluksi lähtemään lainkaan käyntiin. Ongelmaksi osoittautui duplikaatti GUID-sarjanumero. GUID-sarjanumero on uniikki, OEM-laitevalmistajan tuottama sarjanumero, jonka avulla laitevalmistaja yksilöi tuotteensa. Jostain syystä toisella päätelaitteella – jolle oli jo tehty SCCM-asennus – löytyi sama GUID-sarjanumero, joka esti tehdaskoneen asennuksen. SCCM-hallintapalvelin käyttää hyväkseen myös GUID-sarjanumeroa yksilöidessään päätelaitteet. Tästä syystä SCCM-järjestelmäkuvaa asennettaessa tuli ilmoitus, että ”There are no task sequences available for this computer”. Kyseinen ongelma voidaan ratkaista esimerkiksi päivittämällä päätelaitteen BIOS, jolloin uusi GUID-sarjanumero generoidaan automaattisesti. Onnistuneen asennusprosessin jälkeen suoritettiin rutiininomainen tarkistus, missä tarkistettiin, että kaikki koneen ajurit sekä tarvittavat ohjelmistopakettit olivat asentuneet koneille oikein määriteltyine asetuksineen. Tämän jälkeen tehdaskone oli valmis.

Pilottityöpisteitä testattiin valmiiksi jo vanhan tehtaan olosuhteissa, jotta uuden tehdastyöaseman mahdolliset ongelmat ja puutteet saataisiin selville mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Muutamia PACCOR Finalnd Oy:n vanhoja työasemia korvattiin uusilla pilottitehdaskoneilla testauksien ajaksi. Kyseisillä pilottipisteillä suoritettiin myös loppukäyttäjättestaus, jota käydään tarkemmin läpi luvussa 7. Loppukäyttäjättestauksesta saadut palautteet uuden työasemaratkaisun kokonaisuudesta tullaan ottamaan huomioon ennen muuttoa uusiin tehdastiloihin.

## 6.3 Tehdaskoneiden oheislaitteiden hankinta

Tehdaskoneiden lisäksi työasemaratkaisu-kokonaisuuteen kuuluu myös näyttöpääte, näppäimistö sekä hiiri, jotka on tarkoitus uusia samalla kertaa. Edellä mainittujen oheislaitteiden hankinnassa on otettu huomioon muun muassa työergonomia, tehdasympäristön vaatimukset sekä loppukäyttäjäpalaute.

Laitteiden tilausmäärissä huomioitiin laitteiden saatavuus, toimitusaika sekä toimitusehdot. Kyseisten tietojen perusteella laitteet tilattiin kahdessa osassa: ensimmäinen osa ennen muuttoa ja jälkimmäinen osa muuton jälkeen. Edellä mainittu ratkaisu antaa tarpeeksi aikaa työasemaratkaisun testaamiseen ja evaluointiin.

Tehdastyöasemien rinnalle valittiin perusmallin langalliset hiiret ja näppäimistöt. Näyttöpäätteiksi valittiin 21” LED:llä taustavalaistu LCD-

näyttö, mikä parantaisi merkittävästi sekä työergonomiaa että työskentelytehokkuutta. Lisäksi uusissa tehdastyöasemissa on varaus kahden näytön yhtäaikaiseen työskentelyyn, joka voidaan ottaa käyttöön aina tilanteen vaatiessa.

## 7 LOPPUKÄYTTÄJÄTESTAUS

Loppukäyttäjätestauksien avulla pyritään löytämään uuden työasemaratkaisun todelliset käytettävyysongelmat, joita pääkäyttäjä ei välttämättä osaa ennakoida. Tästä syystä uuden työasemaratkaisun käyttöönotto vaatii aina aktiivista kommunikointia monen eri osapuolten välillä. Mitä huolellisemmin eri osapuolten näkökannat saadaan otettua huomioon sitä tyydyttävämpi lopputulos saavutetaan. Pääkäyttäjän näkökulmasta tärkeitä asioita saattavat olla esimerkiksi hallittavuus, luotettavuus sekä nopeasti käyttöönotettava työasemaratkaisukokonaisuus. Loppukäyttäjien näkökulmasta työasemaratkaisun tulisi olla mahdollisimman yksinkertainen ja ergonominen käyttää. Kaikkien tarpeiden ennalta huomioiminen on lähes mahdotonta, ellei loppukäyttäjillä suoriteta käytettävyystestausta. Käytettävyystestauksien avulla varmistutaan siitä, että kaikki osapuolet saavat erinomaisen käyttökokemuksen uudesta työasemaratkaisusta.

Loppukäyttäjätestaukset tullaan suorittamaan ennen uuteen tehtaaseen muuttoa, jotta mahdollisiin ongelmiin ja parannusehdotuksiin ehdittäisiin reagoimaan tarpeeksi aikaisin. Potentiaalisimmat parannusehdotukset sekä suurimmat ongelmat koskien tuotantoa tai työntekoa tullaan ratkaisemaan ennen työasemaratkaisun ottamista lopulliseen tuotantokäyttöön. Työasemaratkaisun pienemmät ongelmat tullaan siirtämään jatkokehityslistalle ja korjaamaan mahdollisimman pian muuton jälkeen.

### 7.1 Testausmenetelmät

Monenlaisten säätöjen, asetusmuutosten ja testauksien jälkeen uuden työasemaratkaisun luotettavuustaso oli vihdoinkin sillä tasolla, että se voitaisiin sijoittaa testattavaksi tuotantoympäristöön. IT:n näkökulmasta uuteen työasemaratkaisuun liittyvät testaukset on omalta osaltaan saatu jo päätökseen, mutta loppukäyttäjätestaus oli vasta alkamassa.

Loppukäyttäjätestauksen kohderyhmästä johtuen oli hyvin luontevaa valita testausmenetelmäksi lomakehaastattelu. Kyseinen haastattelu sopii erinomaisesti loppukäyttäjätestaukseen, jossa tietoa halutaan kerätä mahdollisimman tehokkaasti suurelta ihmisjoukolta pienin resurssein. Loppukäyttäjiltä saadut palautteet sekä parannusehdotukset ovat keskeisissä rooleissa tulevaisuuden toiminnan jatkokehitystä ajatellen.

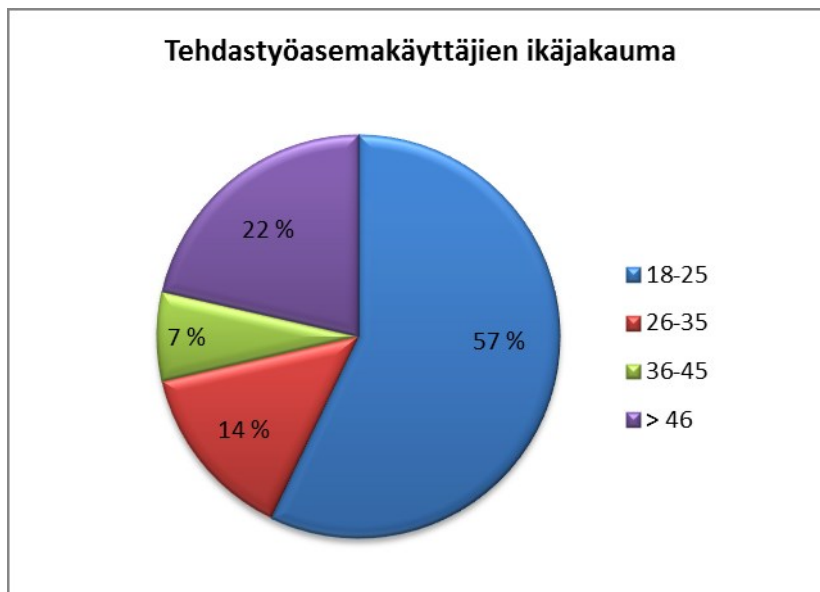
### 7.2 Lopputulos

Pilottipisteitä rakennettiin PACCOR Finland Oy:n tuotantotiloihin kaiken kaikkiaan kolme pistettä. Pilottipisteet sijoitettiin jo olemassa oleviin IT-pisteisiin, jossa vanhat tuotantokoneet korvattiin uudella työasemaratkaisulla. Kukin pilottipiste oli testikäytössä kolmen viikon ajan. Sen aikana loppukäyttäjillä oli mahdollisuus tutustua ja testata uutta työasemaratkaisua ennen loppukäyttäjäkyselyyn vastaamista.



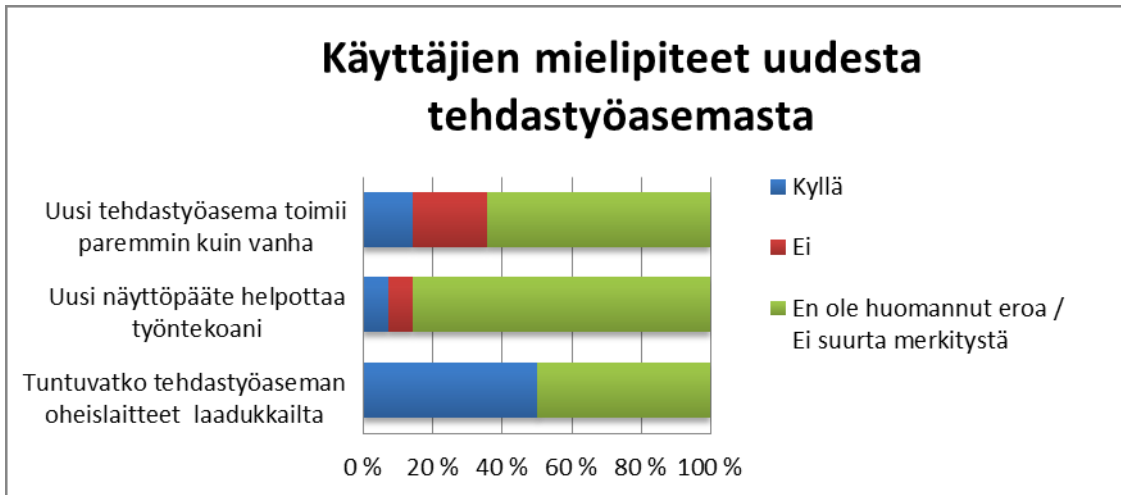
Loppukäyttäjäkysely toteutettiin tuotantopalaverin yhteydessä, jossa oli työnjohdon lisäksi myös tehdastyöasemien loppukäyttäjät. Kysely koostui kaiken kaikkiaan yhdeksästä kysymyksestä (liite 4).

Kysely toteutettiin kaikkiaan 14:lle tehdastyöaseman käyttäjälle. Vastaajia pyydettiin valitsemaan kyselylomakkeen vaihtoehdoista omasta mielestään sopivin vaihtoehto sekä antamaan vapaamuotoista palautetta nykyhetken IT-tilanteesta. Kyselyllä oli tarkoitus myös selvittää, tulisivatko tehdastyöasemien käyttäjät tarvitsemaan opastusta tai käyttökoulutusta siirryttäessä Windows XP-käyttöjärjestelmästä Windows 7:ään. Kyselyn tuloksista havaittiin, että uuteen käyttöjärjestelmään siirtyminen ei tulisi aiheuttamaan lainkaan ongelmia. Kaikki kyselyyn vastanneista olivat sitä mieltä, etteivät he tarvitsisi opastusta tai käyttökoulutusta uuden käyttöjärjestelmän käytössä. Kuten alla olevasta kuvasta 8 on nähtävissä, kyselyyn osallistui jokaisesta ikäluokasta ainakin yksi tai useampi henkilö. Kyseisen ikäjakauman perusteella voidaan siis päätellä, että tehdaskonekäyttäjien ikä ei vaikuttanut lainkaan tietokoneen käyttötaitoihin.



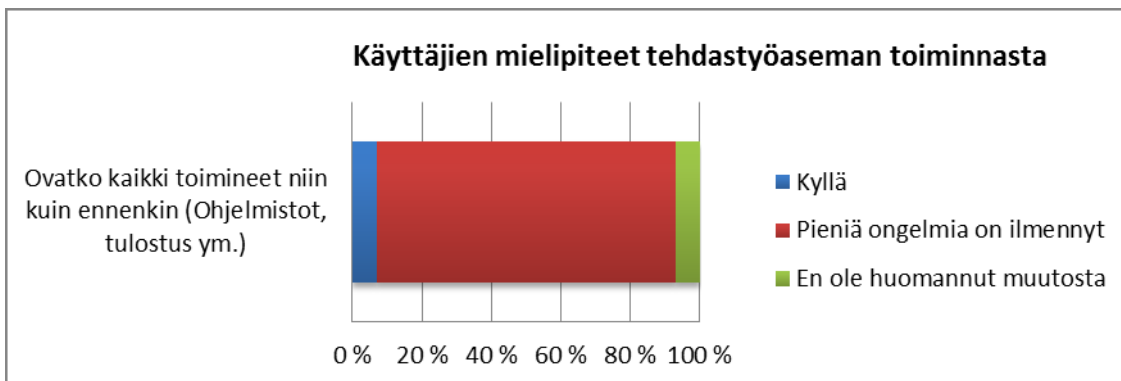
Kuva 8 Kyselyyn vastanneiden ikäjakauma

Vastaajille esitettiin väittämiä myös uuden tehdastyöaseman toimivuudesta, oheislaitteiden laadusta sekä ergonomiasta. Suurin osa vastaajista ei ollut huomannut uuden ja vanhan työasemaratkaisun välillä suurempia eroja, eikä isompi näyttökään vaikuttanut suuremmin työn tekoon. Uuden työasemaratkaisun oheislaitteet tuntuivat kuitenkin laadukkailta ja suurin osa oli niihin tyytyväisiä (kuva 9).



Kuva 9 Käyttäjien mielipiteet uudesta tehdastyöasemasta

Vaikka suurin osa kyselyyn vastanneista havaitsivatkin pilottipisteiden käyttöönoton jälkeen pieniä ongelmia (kuva 10), selittyivät ne suuremmaksi osaksi lähiverkkoviolla, joka sattui osumaan juuri pilottityöpisteiden testausajankohdalle. PACCOR Finland Oy:n monet ohjelmistot ja sovellukset toimivat hyvin pitkälti lähiverkon varassa, ja vian sattuessa se vaikuttaa koko tuotannon toimintaan – tässä tapauksessa myös tehdastyöasemien toimintaan.



Kuva 10 Käyttäjien mielipiteet tehdastyöaseman toiminnasta

Loppukäyttäjäkyselyissä saadut vapaamuotoiset parannusehdotukset sekä kommentit osoittautuivat erittäin hyödyllisiksi. Vaikka loppukäyttäjiltä saadut parannusehdotukset eivät liittyneetkään itse opinnäytetyöhön, saatiin niistä paljon uusia ideoita nykyisen toiminnan kehittämiseksi. Eniten palautetta saatiin tuotannon tarratulostimien toiminnasta sekä niiden pitkistä tulostusviiveistä. Edellä mainittuihin ongelmiin osattiin kuitenkin varautua jo ennalta, ja uutta tulostustekniikkaa aloitettiin kehittämään jo tämän opinnäytetyön aikana. Uusi tulostustekniikka on tarkoitus ottaa käyttöön PACCOR Finland Oy:n uusissa tuotannon tiloissa.

Opinnäytetyössä suoritettu loppukäyttäjäkysely osoittautui niinkin tehokkaaksi tavaksi saada palautetta loppukäyttäjiltä, että samantapaisia kyselyjä tullaan suorittamaan PACCOR Finland Oy:llä myös tulevaisuudessa jokaisen viikottaisen tuotantopalaverin yhteydessä.

Anonyymit, kirjalliset palautekyselyt näyttivät rohkaisevan loppukäyttäjiä kommentoimaan avoimemmin IT:n nykyistä tilaa. PACCOR Finland Oy tulee toteuttamaan kaikki tarpeelliset loppukäyttäjäkyselyistä saadut parannusehdotukset nykyisen tuotannon toiminnan parantamiseksi IT:n osalta.

## 8 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli tutkia ja evaluoida erilaisia työasemaratkaisumalleja sekä siihen liittyviä tekniikoita PACCOR Finland Oy:n antamien vaatimusten, tarpeiden sekä muiden reunaehtojen mukaisesti. Uudella työasemaratkaisumallilla pyritään rakentamaan helposti ylläpidettävä, kustannustehokas ja ennen kaikkea luotettava IT-infrastruktuuri tehdasympäristöön.

Erilaisten työasemaratkaisujen soveltuvuutta ja toteutuskelpoisuutta arvioitiin asiantuntijahaastattelujen avulla, joissa huomioitiin muun muassa PACCOR Finland Oy:n nykyinen IT-infrastruktuuri, ohjelmistojakelutekniikka sekä tuleva tehdasympäristö. Työhön kuului myös pilottityöpisteiden rakentaminen sekä loppukäyttäjättestaus, jossa arvioitiin uuden työasemaratkaisun käytettävyyttä.

Haastatteluista saatujen tuloksien perusteella oli selvää, ettei virtualisointi soveltuisi PACCOR Finland Oy:n tulevaan tehdasympäristöön niin hyvin kuin alunperin oli suunniteltu. Tästä syystä potentiaalisimmaksi työasemaratkaisumalliksi valittiin vaativiin tehdasympäristöihin tarkoitettu tehdastyöasema, jossa sovellettaisiin PACCOR Finland Oy:n nykyistä ohjelmistojen sekä käyttöjärjestelmäkuviensa asennus- että jakelutekniikkaa.

Uusien pilottityöpisteiden rakennus ja käyttöönotto sujui muutamia ongelmia lukuun ottamatta hyvin mallikkaasti. Loppukäyttäjättestauksia varten kyseiset pilottityöpisteet sijoitettiin PACCOR Finland Oy:n nykyisiin tehdastiloihin tuotantokäyttöön.

Loppukäyttäjättestaus osoitti, että käyttöjärjestelmän vaihto ei tulisi vaatimaan käyttökoulutusta tai opastusta, koska suurin osa PACCOR Finland Oy:n sovelluksista olivat web-pohjaisia. Lisäksi kyselyn tuloksista kävi ilmi, että käyttäjät eivät huomanneet merkittäviä eroja uuden ja vanhan työasemaratkaisun välillä. Uuden työasemaratkaisun oheislaitteet osoittautuivat kyselyssä kuitenkin laadukkaiksi ja suurin osa tehdaskoneen käyttäjistä oli tyytyväisiä valintoihin.

Tehdastyöasemien käyttöönotto jatkuu kuitenkin vielä tämän opinnäytetyön jälkeenkin, jolloin käyttöönottosuunnitelmaa ja itse tehdastyöasemaa päästään testaamaan toden teolla. Tämän lisäksi työ antaa hyvät lähtökohdat lähettää kehittämään kyseistä tehdastyöasemaratkaisua eteenpäin.

## LÄHTEET

Citrix 2010. Delivering applications anywhere, anytime with maximum security and control over data. Viitattu 17.5.2012.  
[http://www.citrix.com/%2Fsite%2Fresources%2Fdynamic%2Fsalesdocs%2FXenApp\\_Security\\_Whitepaper.pdf](http://www.citrix.com/%2Fsite%2Fresources%2Fdynamic%2Fsalesdocs%2FXenApp_Security_Whitepaper.pdf)

Englesson, H. 2010. Virtualisointi – mitä se on ja onko siitä hyötyä minulle?. Viitattu 14.4.2012.  
<http://mato78.com/artikkelit/white-paper/2339-virtualisointi-mitae-se-on-ja-onko-siitae-hyoetyae-minulle>

Fagerlund, A. 2012. Järjestelmäasiantuntija. Enfo. Haastattelu 12.3.2012.

Halonen, J. 2012. Elkome Systems Oy. Haastattelu 12.4.2012.

Hietanen, V. 2011. Tietojärjestelmissä tarvittavien menestystekijöiden kartoitus osana liiketoiminnan ja IT:n strategiasta yhteensovittamista. Case VR-Yhtymä OY. Aalto-yliopisto Kauppakorkeakoulu. Tieto- ja palvelutalouden laitos. Pro gradu -tutkielma. Viitattu 9.3.2012.  
[https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/2007/hse\\_thesis\\_12675.pdf?sequence=1](https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/2007/hse_thesis_12675.pdf?sequence=1)

Hämäläinen, P. 2009. Kaikki virtualisoinnista, osa 4/4. Viitattu 10.3.2012.  
[http://www.tietokone.fi/lehti/tietokone\\_5\\_2009/kaikki\\_virtualisoinnista\\_osa\\_4\\_4\\_7775](http://www.tietokone.fi/lehti/tietokone_5_2009/kaikki_virtualisoinnista_osa_4_4_7775)

JHS-suositukset 2009. JHS 173 ICT-palvelujen kehittäminen: Vaatimusmäärittely. Viitattu 4.4.2012.  
<http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS173/JHS173.pdf>

Karppi, A. 2010. Thin client -pääte ja thin client -pääteen hallinta. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Tietotekniikka. Insinööriyö. Viitattu 11.3.2012.  
<http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/23526/Karppi%20Antti.pdf?sequence=1>

Kinnunen, O. 2009. Kannattaako virtualisoida ja miksi?. Virtualisoinnilla lisää tehoja, kustannussäästöjä ja käytettävyyttä. Viitattu 7.3.2012.  
[http://www.cisco.com/web/FI/expo2009/documents/Olli\\_Kinnunen.pdf](http://www.cisco.com/web/FI/expo2009/documents/Olli_Kinnunen.pdf)

Komonen, O-P. 2005. Thin client. Tyhmä pääte yrittää paluuta. Viitattu 18.3.2012.  
[http://tietokone.sestatic.fi/arkisto/pdf\\_magazines/200506\\_pdf537151.pdf](http://tietokone.sestatic.fi/arkisto/pdf_magazines/200506_pdf537151.pdf)

KyAMK – Virtuaalinen työpöytä 2009. Thin Client. Viitattu 17.3.2012.  
<http://blogit.kyamk.fi/vdi/thin-client/>

Marshall, D., Beaver, S, S. & J, W, P. 2009. VMware ESX Essentials in the Virtual Data Center. p. Boca Raton: Auerbach Publications.

McCuen H., R. 1996. The Elements of Academic Research. United States of America: American Society of Civil Engineers.

Microsoft 2012a. Usein kysytyt kysymykset Microsoft OEM-lisensseistä. Viitattu 11.3.2012.

[http://www.microsoft.com/finland/lisensointi/pienet\\_keskisuuret\\_yritykset/hankintamallit/oem\\_tuotepaketti/oem\\_faq.html](http://www.microsoft.com/finland/lisensointi/pienet_keskisuuret_yritykset/hankintamallit/oem_tuotepaketti/oem_faq.html)

Microsoft 2012b. Software Distribution. Viitattu 5.5.2012.

<http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc181416.aspx>

Microsoft 2012c. How to use Group Policy to remotely install software in Windows Server 2003 and in Windows Server 2008. Viitattu 13.5.2012.

<http://support.microsoft.com/kb/816102>

Microsoft 2012d. Microsoft Virtual Desktop Infrastructure VDI. Viitattu 14.5.2012.

<http://www.microsoft.com/en-us/windows/enterprise/products-and-technologies/virtualization/vdi.aspx>

Nummila, I. 2010. Konesalin virtualisointi. Case Raison kaupunki. Hämeen ammattikorkeakoulu. Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 18.3.2012.

[https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/15836/opinnaytetyo\\_1.pdf?sequence=2](https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/15836/opinnaytetyo_1.pdf?sequence=2)

Paavola, P. 2010. Miksi sovellusvirtualisointi parantaa perinteistä työasemainfraa?. Viitattu 10.3.2012.

<http://www.microsoft.com/fi-fi/showcase/details.aspx?uuid=b3b4b76b-69e5-4f81-b8cb-3041686adf3b>

Pietoforte, M. 2008. Seven disadvantages of server virtualization. Viitattu 9.3.2012.

<http://4sysops.com/archives/seven-disadvantages-of-server-virtualization/>

Reinmaa, M. 2010. Järki käteen virtualisoinnissa. Viitattu 15.3.2012.

<http://www.tietoviikko.fi/msareena/msteemat/jarki+kateen+virtualisoinnissa/a372590>

Saarinen, J. 2006. Palvelinten siirto virtuaalialustalle. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Tietotekniikkaosasto. Diplomityö. Viitattu 13.4.2012.

<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/30149/TMP.objres.397.pdf?sequence=1>

Salokanto, H. 2010. Sovellusympäristön virtualisoinnin tuomat edut ja haitat. Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu. Elektroniikan, tietoliikenteen ja automaation tiedekunta. Diplomityö. Viitattu 18.4.2012.

<https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/3177/urn100144.pdf?sequence=1>

Simolin, J. 2010. Miksi sovellusvirtualisointi parantaa perinteistä työasemainfraa?. Viitattu 10.3.2012.

<http://www.microsoft.com/fi-fi/showcase/details.aspx?uuid=b3b4b76b-69e5-4f81-b8cb-3041686adf3b>

Virsto Software 2012. Virsto Survey: 46 Percent of VDI Projects Stalled Due to Cost and Performance. Viitattu 19.7.2012.

<http://virsto.com/news/press/virsto-survey-46-percent-of-vdi-projects-stalled-due-to-cost-and-performanc>

VMware 2007a. Virtualization Overview. Viitattu 17.5.2012.

<http://www.vmware.com/pdf/virtualization.pdf>

VMware. 2007b. Understanding Full Virtualization, Paravirtualization, and Hardware Assist. Viitattu 21.4.2012.

[http://www.vmware.com/files/pdf/VMware\\_paravirtualization.pdf](http://www.vmware.com/files/pdf/VMware_paravirtualization.pdf)

VMware 2012c. Thinapp Agentless Application Virtualization Overview. Viitattu 17.5.2012.

[https://www.vmware.com/files/pdf/thinapp\\_intro\\_whitepaper.pdf](https://www.vmware.com/files/pdf/thinapp_intro_whitepaper.pdf)

VMware 2012d. VMware View Modernize the Desktop. Viitattu 17.5.2012.

<http://www.vmware.com/files/pdf/view/VMware-View-Datasheet.pdf>

Vuorela, S. 2005. Haastattelumenetelmät. Viitattu 4.4.2012.

<http://www.cs.uta.fi/usabsem/luvut/3-Vuorela.pdf>

HAASTATTELUKYSYMYKSET

**Haastattelukysymykset**

**1. VMware palvelinympäristö- ja arkkitehtuuri**

1.1. Millä ratkaisuilla PACCOR Finland Oy saisi mahdollisimman vakaan ja luotettavan virtuaaliympäristön tuotantokäyttöön?

1.1.1. Jos hyödynnetään vain PACCOR Finland Oy:n palvelimia?

1.1.2. Jos hyödynnetään sekä PACCOR Finland Oy:n sekä ulkoisen toimijan palvelimia?

1.1.3. Jos käytetään vain ulkoisen toimijan palvelimia?

1.1.4. Voiko ulkoinen toimija monitoroida liikennettä, jos VMwaren PACCOR Finland Oy:llä ja varmistus ulkoisella toimijalla?

1.2. Kun palvelin kaatuu

1.2.1. Mitä tapahtuu palvelimen kaatuessa?

1.2.2. Aikaviive, jolloin VMware vMotion alkaa toimimaan?

1.2.3. Millainen tietoliikenneyhteys tarvitaan PACCOR Finland Oy:n ulkoisen toimijan välille?

1.3. Mitkä palvelimet tulevat olemaan virtuaaliympäristössä kriittisimmät ja minne ne kannattaa sijoittaa?

1.4. Mitä VMwaren ohjelmistoja kannattaa asentaa samalle palvelimelle ja mitkä pitää erillään?

1.5. Millainen tietoturvaratkaisu VMware Viewissä on?

1.6. Jos käytetään ulkoisen toimijan palvelimia, niin vaikuttaako se virtuaalityöpöydän streemauslaatuun?

**2. Lisenssointi**

2.1. Millaiset lisenssit vaaditaan virtualisoinnissa?

2.1.1. vSphere 4 Std 1 Physical CPU?

2.1.2. VMware vCenter?

2.1.3. VMware vMotion?

2.1.4. ThinApp?

2.1.5. Composer?

2.1.6. Kuinka monta virtuaalikonetta voidaan pyörittää peruslisenssillä?

2.2. Ohjelmistolisenssit kuten Office ym?

2.3. Millainen SQL-Server-lisenssi?

2.4. Windows 7-lisenssit virtualisoinnissa?

**3. Päätelaitteet**

3.1. ThinClient, Open Source, XPE vai WES7-käyttäjärjestelmä?

3.2. Mobiililaitteiden ratkaisumallit?

**4. Sovellusvirtualisointi**

4.1. VMware Horizon Application Manager?

4.2. ThinApp-sovelluksien jakelu?

4.3. Citrix ja VMware?

4.4. Virtualisoitujen sovelluksien ajo ulkoiselta medialta offline-tilassa?

**5. Optimointi**

5.1. Windows- ja XP-käyttäjärjestelmäkuvan optimointi?

5.2. Montako virtuaalikonetta voidaan maksimissaan pyörittää PACCOR Finland Oy:n VMware-ympäristössä?

5.3. Mikä on minimimäärä muistia, jolla voidaan pyörittää virtualisoituja Windows 7 koneita?

5.4. Millainen tuki VMwarella on USB- ja COM-porteille?

**6. Yleisiä kysymyksiä**

6.1. Täyden- ja paravirtualisoinnin arkkitehtuurierot?

6.2. VMwaren ja Citrixin hypervisorien erot?

6.3. Virtual footprint?



- 6.4. Paljonko fyysistä suorituskykyä menetetään virtualisoinnissa?
- 6.5. Paljonko VMware ESXi varaa resursseja fyysiseltä palvelimelta itselleen? Citrix?

Liite 2

## TEHDASKONEEN VAATIMUKSET JA REUNAEDDOT

### Tehdaskoneen vaatimukset ja reunaehdot

- Tuulettimetön
- SSD MLC Kovalevy, muistia vähintään 60GB
- Vähintään 2GB DDR2 keskusmuistia
- Käyttölämpötila +30...-30°C
- Käyttöjärjestelmä Windows 7 x86 Pro
- USB 2.0-liitännät x4
- VGA-liitäntä
- COM/Serial-liitännät
- Ethernet-liitäntä

Liite 3

## TEHDASKONEEN TOIMENPIDELISTA KÄYTTÖÖNOTTOA VARTEN

### Tehdaskoneen käyttöönotto

#### 1. Esivalmistelut

- 1.1. Windows lisenssit hankittu
- 1.2. SCCM-käyttöjärjestelmäkuva luotu
  - 1.2.1. Tarvittavat ohjelmistot kartoitettu SCCM:n yleiskuvaan
  - 1.2.2. Tarvittavat Group Policyt sovittu Puolan kanssa
- 1.3. PC-nimet ja sijoituspaikka päätetty
  - 1.3.1. AD Location kohtaan lisättävä koneen sijainti
  - 1.3.2. AD Location kohtaan lisättävä koneen verkkokaapelin ID
- 1.4. Kirjautumistyyli päätetty (Auto logon/Password)
- 1.5. Oheislaitteet hankittu
  - 1.5.1. Näyttömalli päätetty ja hankittu
  - 1.5.2. Näppäimistömalli päätetty ja hankittu
  - 1.5.3. Hiirimalli päätetty ja hankittu
  - 1.5.4. Verkkokaapelin pituus päätetty ja hankittu
  - 1.5.5. Näyttösuojien tarpeellisuus kartoitettu
  - 1.5.6. Viivakoodilukijoiden hankinta ja konfigurointi (Rajataan lukualue)
- 1.6. Tehdaskoneen paikka pöydällä päätetty (Ruuvataanko pöytään kiinni ja sijoitetaanko pöydän alle vai päälle)
- 1.7. Tehdaskoneiden tulostimien määrittely
  - 1.7.1. Määritelläänkö oletustulostimet koneiden vai käyttäjätunnusten perusteella
  - 1.7.2. Hankitaanko tarratulostimeksi Zebra vai Intermecc?
  - 1.7.3. Tarratulostimien konfigurointi paikallisesti sekä palvelimella (Backup-kuvio jos Intermecc)
- 1.8. Tehdaskoneet valmiiksi asennettu ja erikoistarpeet huomioitu
  - 1.8.1. Raaka-ainejärjestelmien ohjelmistot ja liittimet ajureineen huomioitu
  - 1.8.2. NiceLabelin paikallinen asennus otettu huomioon
  - 1.8.3. Staattiset IP-osoitteet asetettu tarvittaville koneille
  - 1.8.4. Palvelimien ja tulostimien IP:t huomioitu
  - 1.8.5. Muut erikoisohjelmistot ja koneet huomioitu
  - 1.8.6. Tehdaskoneiden IP-alueet määrittely

1.8.7. FreeWeigh -Client ja Metter Toledot (Ajurit ja ohjelmistot)

## 2. Paikanpäällä

2.1. Tarvittavat oheislaitteet ja varusteet hankittu

2.1.1. Tehdaskone

2.1.2. Näyttö

2.1.3. Näppäimistö

2.1.4. Hiiri

2.1.5. VGA- tai DVI-kaapeli

2.1.6. Verkkokaapeli

2.1.7. Virtakaapeli

2.1.8. Viivakoodilukijoiden asennus

2.1.9. Välineet ja tarvikkeet tehdaskoneen kiinnitystä varten

2.2. Kaapeleiden kytkentä sekä silmämääräinen kuntotarkastus

2.3. SCCM-käyttöjärjestelmäkuvan asennus tehdaskoneelle

2.4. Käyttöjärjestelmän aktivointi

2.5. Toiminnan testaus

2.6. Johtojen siistiminen (Nippusiteet)

2.7. Käyttäjien koulutus

2.8. Ping Monitorin luominen tehdaskoneille

2.9. Käyttäjäkokemusten keräys ja dokumentointi

## 3. Tarkistettavat toimenpiteet

3.1. Oracle toimii

3.2. Telnet toimii

3.3. Työajanseuranta toimii

3.4. Kone on domainissa oikealla nimellä

3.5. Oikea tulostin määritelty oikealle koneelle/käyttäjälle

3.6. Tarratulostus toimii

3.7. Group Policy on latautunut oikein

3.8. Viivakoodilukijoiden testaus

Liite 4

## ARVIOINTIKYSELY UUDEN TEHDASTYÖASEMAN KÄYTTÖÖNOTOSTA

### Arviointikysely koskee uuden tehdastyöaseman käyttöönottoa

(Palaute tärkeää, jotta hankittavat laitteet vastaavat tarvetta)

**OHJE:** Ympyröikää osiosta 1-8 mielestänne sopivin vaihtoehto. Osioille 9 voitte kirjoittaa vapaamuotoista palautetta!

#### 1. Sukupuoli

- a) mies                      b) nainen

#### 2. Ikäryhmä

- a) 18-25                      b) 26-35                      c) 36-45                      d) yli 46

#### 3. Uuden tehdastyöaseman käyttöönotto on sujunut

- a) hyvin                      b) kohtalaisesti                      c) en ole huomannut muutosta

#### 4. Ovatko kaikki toimineet niin kuin ennenkin (Ohjelmistot, tulostus ym.)?

- a) kyllä                      b) pieniä ongelmia                      c) en ole huomannut  
on ilmennyt                      muutosta

**5. Tarvitsen opastusta/koulutusta uuden tehdastyöaseman käyttöön**

- a) kyllä      b) ei

**6. Uusi tehdastyöasema toimii paremmin kuin vanha**

- a) kyllä      b) ei      c) en ole huomannut eroa

**7. Uusi näyttöpäätte helpottaa työntekoani**

- a) kyllä      b) ei      c) ei suurta merkitystä

**8. Tuntuvatko uuden tehdastyöaseman ohjelaitteet tarpeeksi laadukkailta  
(Näppäimistö, hiiri, näyttöpäätte)?**

- a) kyllä      b) ei      c) ei suurta merkitystä

**9. Parannusehdotuksia,**

**kommentteja?**

---

---

---

---

---

---