

## Työasemien virtualisointi pk-yrityksille

Jessica Taiveaho

Varvara Zhilibovskaya

Opinnäytetyö

Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma

2017



<b>Tekijä(t)</b> Jessica Taiveaho, Varvara Zhilibovskaya	
<b>Koulutusohjelma</b> Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma	
<b>Raportin/Opinnäytetyön nimi</b> Työasemien virtualisointi pk-yrityksille	<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b> 49
<p>Yrityksillä on jatkuva tarve miettiä keinoja ja ratkaisuja liiketoimintaprosessien optimointiin, joten virtualisoinnista on tullut olennainen osa yritystoiminnan kehittämistä. Virtualisoinnin avulla sovellukset ja käyttöjärjestelmät irrotetaan laitteistoista ja sijoitetaan keskitetylle palvelimelle, minkä ansiosta voidaan vähentää resurssien määrää sekä tehostaa niiden hallintaa.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä tutustutaan Microsoft VDI, Citrix XenDesktop ja VMware View valmistajien työasemavirtualisoinnin tekniikoihin ja arkkitehtuuriin. Opinnäytetyön käytännön osuuden tavoitteena on luoda Microsoft VDI -virtuaalinen ympäristö, jonka avulla pystytään käyttämään etäsovelluksia ja virtuaalityöasemia. Lisäksi selitetään VDI -pystyttämisen kehitysvaiheita ja kerrotaan käyttöönottoon liittyvistä riskeistä ja ongelmista.</p> <p>Työ aloitettiin tammikuun 2017 puolivälissä ja se kesti noin neljä kuukautta. Projektin toteutusvaiheen tuloksena saatiin Microsoft VDI -toimiva virtuaaliympäristö, jonka avulla voidaan käyttää etänä palvelimella olevia sovelluksia, ohjelmistoja ja virtuaalityöpöytiä.</p>	
<b>Asiasanat</b> Työasemavirtualisointi, Microsoft VDI, Remote Desktop Services, Citrix XenDesktop, VMware View	

# Sisällys

1	Johdanto .....	1
1.1	Työn tavoite ja rajaus .....	1
1.2	Käsitteet .....	2
2	Virtualisointi yleisesti .....	5
2.1	Virtualisoinnin historia .....	6
2.2	Virtualisoinnin tyypit .....	7
2.2.1	Työasemavirtualisointi (Desktop Virtualization) .....	7
2.2.2	Palvelinvirtualisointi (Server Virtualization) .....	8
2.2.3	Sovellusvirtualisointi (Application Virtualization) .....	9
2.2.4	Hallinnan virtualisointi (Management Virtualization) .....	10
2.2.5	Tallennustilan virtualisointi (Storage Virtualization) .....	10
2.2.6	Verkkovirtualisointi (Network Virtualization) .....	10
2.2.7	Esityskerrosvirtualisointi (Presentation Virtualization) .....	10
2.3	Virtualisoinnin hyödyt .....	10
2.4	Virtualisoinnin haitat .....	11
3	Virtualisointimenetelmät .....	12
3.1	VMware .....	12
3.1.1	VMware Horizon View .....	12
3.1.2	VMware Horizon View arkkitehtuuri ja komponentit .....	13
3.1.3	VMware Horizon View edut .....	14
3.2	Citrix .....	14
3.2.1	Citrix XenDesktop .....	15
3.2.2	Citrix XenDesktop arkkitehtuuri .....	16
3.2.3	Citrix XenDesktop komponentit .....	17
3.2.4	Citrix XenDesktop edut .....	18
3.3	Microsoft VDI .....	18
3.3.1	VDI arkkitehtuuri .....	19
3.3.2	VDI ratkaisun edut .....	20
4	Toteutus .....	21
4.1	Laitteiston vaatimukset Hyper-V -roolin asentamiselle .....	21
4.2	Testiympäristön pystyttäminen ja verkko- ja käyttöympäristön esittely .....	23
4.3	Remote Desktop Service palvelut .....	24
4.3.1	Remote Desktop Connection Broker .....	24
4.3.2	Remote Desktop Virtualization Host .....	24
4.3.3	Remote Desktop Web Access .....	25
4.3.4	Remote Desktop Gateway .....	25
4.3.5	Remote Desktop Session Host .....	25

4.3.6	Remote Desktop Licensing .....	25
4.4	Etätyöpöytäpalvelun (Remote Desktop Service) roolien asennus palvelimelle ....	26
4.5	Istuntokohtainen toteutus (Session-based scenario) .....	27
4.6	Virtuaalikoneisiin perustuva toteutus (Virtual machine -based skenario) .....	29
4.6.1	Uuden virtuaaliverkon luominen .....	29
4.6.2	Virtuaalikoneen luominen .....	30
4.6.3	Levykuvan toteutus sysprep- työkalulla .....	31
4.6.4	Checkpoints .....	32
4.6.5	Poolikohtaisten virtuaalityöpöytien kokoelman luonti (Pooled virtual desktop collection) .....	32
4.6.6	Virhetilanteen raportoiminen .....	35
4.6.7	Palvelun testaaminen .....	35
5	Työasemien virtualisointi – toteutus 100 käyttäjille .....	37
5.1	CPU .....	38
5.2	RAM.....	38
5.3	Tallennusjärjestelmä .....	38
5.4	Thin Client.....	39
5.5	Lisensointi.....	39
6	Pohdinta.....	42
7	Lähteet.....	44

# 1 Johdanto

Virtualisointi on yksi progressiivisista tietotekniikan osa-alueista, mikä soveltuu niin suurille kuin pienemmillekin organisaatioille. Virtualisoinnin avulla voidaan vähentää laitteiston ja palvelimien määrää sekä tehostaa niiden hallintaa. Virtualisointi tarjoaa monipuolisia ratkaisuja yritystoimintojen optimointiin ja mahdollistaa säästöt investoinnissa IT-infrastrukturiin.

Opinnäytetyön tavoitteena on perehtyä markkinoilla oleviin tunnetuimpiin ja käytetyimpiin työasemavirtualisointiratkaisuihin. Tutkimustyön tueksi perehdyttiin aihealueesta aiemmin kirjoitettuun teoriaan. Projektisuunnitelmalla saatiin lupa käytännön osuuden toteuttamiseen Haaga-Helian ammattikorkeakoulun laboratorioympäristössä.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään VDI (Virtual Desktop Infrastructure) työasemavirtualisoinnin ratkaisuun. Projektin toteuttavat yhteistyönä Haaga-Helian tietojenkäsittelyn koulutuksen kaksi opiskelijaa. Aihevalintaan vaikutti tekijöiden kiinnostus virtualisointia kohtaan. Lisäksi haluttiin oppia virtuaalisointia käytännössä, jotta myöhemmin voitaisiin soveltaa ja hyödyntää tätä osaamista tulevissa työtehtävissä.

## 1.1 Työn tavoite ja rajaus

Teoriaosuuden tavoitteena oli tutustua työasemavirtualisoinnin tekniikkoihin ja arkkitehtuuriin. Opinnäytetyössä esitellään markkinoilla olevista tuotteista Microsoft VDI, Citrix XenDesktop ja VMware View -tuoteperheiden työasemavirtualisointiratkaisuja. Opinnäytetyön edetessä poimitaan ja esitetään olennaisia ajatuksia sekä havaintoja suoritetuista työasemavirtualisointitutkimuksista. Projektin tavoitteena on toimittaa yrityksille hyödyllisiä tietoja virtualisoinnista, jotta ne pystyisivät hyödyntämään sitä omissa virtualisointiratkaisuissaan. Kummallakaan opiskelijalla ei ollut aiempaa kokemusta virtualisoinnista.

Opinnäytetyön käytännön osuuden tavoitteena oli luoda virtuaalinen ympäristö, jonka avulla pystytään käyttämään etäsovelluksia ja virtuaalityöasemia. Käytännön osuudessa alustetaan laitteistot virtualisoinnin käyttöönottoon ja luodaan Microsoft VDI – virtuaalinen testiympäristö. Työssämme esitellään tarkasti jokainen työvaihe, laitteiston tarvittavat resurssit ja vaatimukset, sekä kerrotaan virtuaalityöaseman käyttöönottoon liittyvistä riskeistä ja ongelmista.

Toteutuksen menetelmänä käytetään Microsoftin VDI -tuotetta ja sen tarjoamaa Remote Desktop Services (RDS)- virtuaalisointiin tarkoitettua työkalua, jonka avulla voidaan jul-

kaista ja hallita virtuaalisia työasemia ja sovelluksia. Windows Server 2012R2 -palvelin-käyttöjärjestelmä tarjoaa laajan valikoiman erilaisia palveluita sekä sisältää kaikki virtualisoinnin toteuttamiseen tarvittavat työkalut, kuten Hyper-V -alusta ja RDS -palvelut. Näiden ominaisuuksien ansiosta valintamme osui nimenomaan tälle tuotteelle. Lisäksi alkuun pääseminen tuntui helpommalta ilman ylimääräisiä muiden toimittajien tuotteiden ja lisenssien asennuksia.

Cirtixin ja VMwaren -tuotteiden ratkaisut eivät kuuluneet toteuttamiseen eikä niitä voitu suorittaa tässä projektissa. Tietoturvan kannalta mahdollisuutta DHCP-palvelimen asentamiselle ei ollut, joten DHCP-palvelimen toiminta rajattiin työstä pois. Saimme käyttöömmme Haaga-Heliasta neljä tietokonetta, joihin infrastruktuuri rakennettiin. Testiympäristön verkkoa ei reititetä Internetissä eikä siihen saa internet-yhteyttä.

## 1.2 Käsitteet

AppV	Application Virtualizointi. Sovellusvirtualisointi
BIOSBasicInput	Output System on laiteohjelmisto, joka lataa käyttöjärjestelmän keskusmuistiin sekä alustaa laiteen käynnistysprosessin aikana
Citrix	Yritys, joka tarjoa monia eri virtualisointitekniikoita
DAS	Direct Attached Storage eli suoraan laitteeseen yhdistetty tallennustila
DNS	Domain Name System, nimipalvelujärjestelmä, joka muuntaa DNS pyynnöt IP-osoitteeksi ja toisinpäin
DeskV	Desktop Virtualization, työpöytävirtualisointi
DEP	Data Execution Prevention, prosessorin ominaisuus virtualisoinnille
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol on protokolla, joka jakaa IP-osoitteita verkkoon
GUI	Graphical user interface eli graafinen käyttöliittymä
Horizon View	VMware alustava virtualisointi ohjelma
Hypervisor	Ohjelma, joka hoitaa virtuaalikoneiden kommunikaation
OS	Operating System on käyttöjärjestelmä eli järjestelmäohjelmisto, joka hallinnoi tietokoneen resursseja
IT	Information Technology eli informaatioteknologia
KMS	Key Management Service
ManageV	Management Virtualization. Hallinnan virtualisointi

MIT	Massachusetts Institute of Technology
NAS	Network Attached Storage eli verkkotallennusjärjestelmä
NFS	Network File System eli verkkotiedostojärjestelmä
NetV	Network Virtualization. Verkko virtualisointi
PCoIP	PC over IP
PresentV	Presentation Virtualization. Esityskerros virtualisointi
RAM	Random access memory. RAM-muisti eli keskusmuisti
RDS	Remote Desktop Services eli etätyöpöytäpalvelut
RDP	Remote Desktop Protocol, etähallintaan suunniteltu Microsoftin kehittämä etätyöpöytäprotokolla
SaaS	Software as a Service eli tekniikka, jolla tuodaan ohjelmisto palveluna käyttäjälle
SAN	Storage Area Network eli tallennusverkkoa
SID	Security Identifier – merkkijonon arvot, jotka käytetään tietokoneen tai ohjelman identifiointiin
ServV	Server Virtualization. Palvelinvirtualisointi
SCSI	Small Computer Systems Interface on tiedon välittämiseksi oheislaitteiden ja tietokoneen välillä
Sysprep	System Preparation eli työkalu, joka valmistele Windows -asennus levykuvan tekemistä varten
StoreV	Storage Virtualization. Tallennustilan virtualisointi
SLAT	Second Level Address Translation, laitteistoavusteinen virtualisointitekniikka
Thin Client	Asiakaspäätelaite
vCenter	VMware kehittämä hallintajärjestelmä eli hallitaan virtuaalikoneita ja palvelimia
vSphere	VMwaren kehittämä virtualisointialusta
Virtualization	Virtualisointi. Fyysisen laitteiston muuttamista ohjelmalliseksi
VMware	Virtual Machine Ware. Yritys, joka tarjoaa monia eri virtualisointitekniikoita
VDI	Virtual Desktop Infrastructure eli työpöytävirtualisointi tekniikka
VLAN	Virtual Local Area Network eli virtuaalilähiverkkoa

VSO  
XenDesktop

Velocity Suite Online  
Citrix alustava virtualisointi ohjelma

XenApp

Tuote, joka tarkoitettu sovellusten virtualisointiin



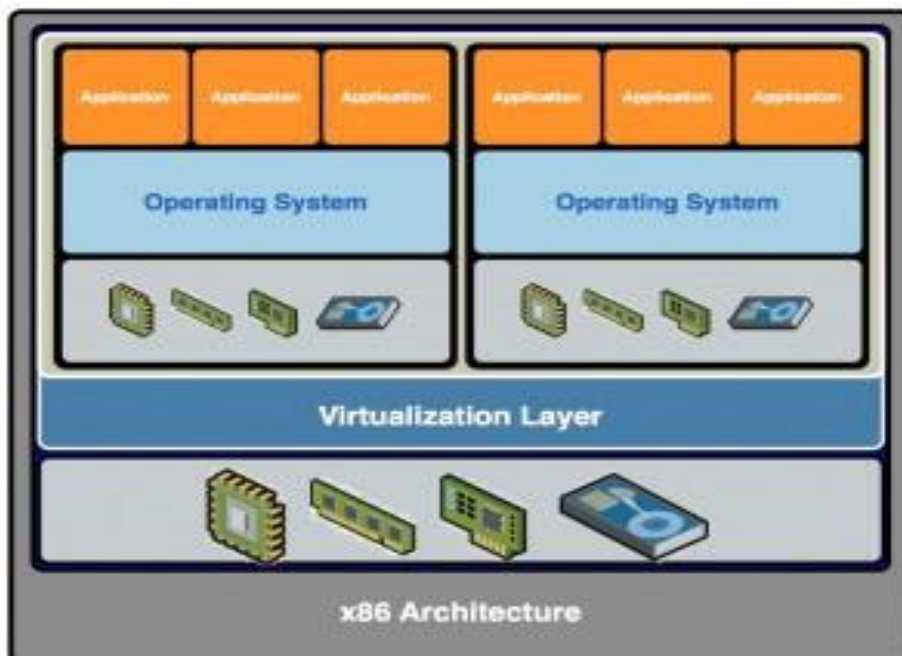
## 2 Virtualisointi yleisesti

Virtualisointi on yksi tärkeimmistä tietotekniikan osa-alueista, millä on pitkä historia ja hyvät kehitysnäkymät. Nykypäivänä virtualisointi on teknologiaa, mikä soveltuu niin suurille kuin pienemmillekin organisaatioille. Kuvassa (kuva 1.) esitys virtuaalikoneesta.

Virtuaalikoneen ohjelma luo yhden tai useamman työaseman tai palvelimen oikealle fyysiselle koneelle eli kaikki riippuu fyysisen koneen kapasiteetista: kovalevyn tilasta, prosessorin tehosta, verkkokortista ja RAM muistista.

Virtuaalikoneet voivat käyttää useita käyttöjärjestelmiä ja toimintoja millä tahansa Microsoft Windows käyttöjärjestelmällä, MS DOS-, Linux- ja joillakin Unix -käyttöjärjestelmillä (Ruest & Ruest 2009, 23-24).

Virtualisoitaessa laitteita jaetaan fyysisiä koneita loogisiksi resursseiksi. Käytännössä tarvitaan yksi laite, jota voidaan jakaa virtuaalisesti useampana hyödynnettävänä resurssina useisiin eri tehtäviin. Virtualisoinnissa laitteiden teknisiä ominaisuuksia voidaan hyödyntää tehokkaammin ja joustavammin. Esimerkkinä virtualisointiratkaisun avulla loppukäyttäjän näkökulmasta nähdään vain yksi tietokone, vaikka taustalle olisi virtualisoituna kaksi konetta ja päinvastoin, yksi tietokone virtualisoituna voisi näkyä käyttäjälle kahtena eri tietokoneena. (Ekurssi a.)



Kuva 1. Kuvaus virtualisoinnista (Rational Survivability Blog)

## 2.1 Virtualisoinnin historia

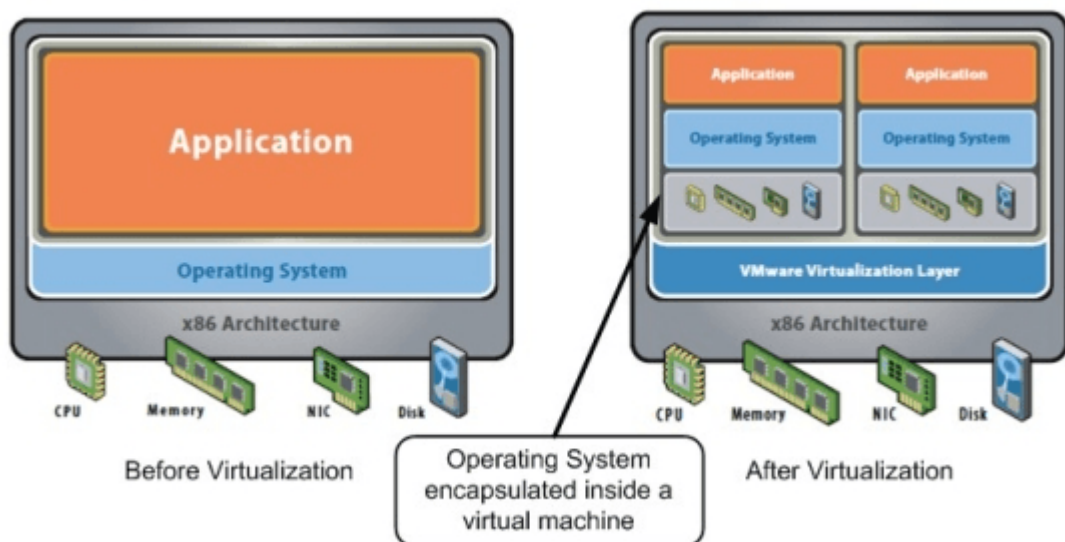
IBM:n luomat järjestelmät 1960-luvun alussa eivät olleet keskenään yhteensopivia, mikä tuotti ongelmia käyttäjille: IBM-tietokoneet eivät pystyneet tekemään kuin yhtä asiaa kerrallaan. Jos kaksi tehtävää piti suorittaa samanaikaisesti, ne piti tehdä erissä. Heinäkuun ensimmäisenä päivänä vuonna 1963 Massachusetts Institute of Technology (MIT) julkaisi Project MAC -tietokoneen. Se sai myöhemmin uudeksi nimekseen Multiple Access Computer. (Sen P.)

Virtuaalikone-termi on saanut alkunsa kokeellisesta IBM M44/44X tietokonejärjestelmästä. IBM oli ensimmäinen täysvirtualisointiin keskittynyt tietokonejärjestelmän kehittäjä. 1980 Virtualisointitekniikan kehitykseen liittyi useita yhtiöitä esimerkiksi Microsoft, AT&T ja Locus Computing Company.

1990 virtualisointijulkaisuja oli Apple Macintosh -tietokoneilla Microsoft Windows-käyttöjärjestelmän virtuaaliseen ajoon kykenevä Connectix Virtual PC, jonka Microsoft myöhemmin vuonna 2003 osti itselleen.

1998 virtuaalisointimarkkinat saivat uuden yhtiö VMware (kuva 2), joka nousi nopeasti yhdeksi alan suosituimmaksi virtualisointitekniikan kehittäjistä.

1999 VMware julkaisi ensimmäinen täysvirtualisointiin kykenevä x86. (Sen P.)



Kuva 2. Virtualisoinnin kehitys VMwaren näkökulmasta (Cloudfront.net)

## 2.2 Virtualisoinnin tyypit

Virtualisointia voidaan toteuttaa monella eri tavalla.

Virtualisointi koostuu eri kerroksista ja siksi on tärkeää ymmärtää eri kerrosten erot. Dynaamisessa konesalissa on ainakin käytössä seitsemän kerrosta (Ruest & Ruest 2009, 25).

### 2.2.1 Työasemavirtualisointi (Desktop Virtualization)

Työasemien virtualisoinnilla voidaan luoda useita eri työasemia keskitetylle palvelimelle. Tämä mahdollistaa työasemien käytön mistä tahansa palvelimeen yhteydessä olevasta koneesta.

Työpöydän virtualisoinnilla tarkoitetaan, että paikalliseen tietokoneeseen asennuksen sijaan käyttöjärjestelmä ja työpöytä sijaitsevat palvelimella. Kun käyttäjä kirjautuu työpöydälle, hän voi jatkaa siitä näkymästä, mihin edellisen kerran kirjautuessaan on jäänyt. Hyötynä tässä ratkaisussa on, että käyttäjän data sijaitsee palvelimella, jossa on pienempi riski menettää tietoja. Työpöytämalli mahdollistaa työskentelyn eri työpisteissä. (Ekurssit b.)

Työasemavirtualisoinnissa käyttäjät ottavat etätyöpöytäyhteyden palvelimella olevaan virtuaaliseen työpöytään tai virtuaalikoneeseen. Työasemavirtualisointi keskittää työasemien hallinnan yhteen paikkaan. Siinä jokainen käyttäjä saa käyttöönsä oman työaseman ohjelmiseen. (Ruest & Ruest 2009, 39.)

Virtuaalityöasemat sijaitsevat konesalissa palvelimella. Laitteistopalvelimet ovat paljon tehokkaampia ja luotettavampia kuin perinteiset tietokoneet. Virtuaaliset pöytäkoneet ovat saatavilla Thin clientin tai muun vastaavan laitteen välityksellä, näin voidaan saavuttaa kustannussäästöjä ja vakaa ympäristö. (Portnoy 2016, 17.)

Kaksi yleistä ratkaisua Portnoyn (2016, 18) mukaan työpöytien virtualisointiin ovat Citrix's XenDesktop ja VMware's Horizon View.

Työasemavirtualisoinnissa käytetään hyödyksi Thin client laitetta, jonka elinkaari liikkuu 7–10 vuoden välillä, joten niiden uusiminen on joustavampaa ja lisäksi niiden sähkön kulutus on 5-10 prosenttia PC:n käyttämästä sähköstä. Jos Thin client hajoaa, käyttäjä voi vaihtaa laitteen itse ilman ammattilaisten apua, eli laitteen hajoamisella ei ole vaikutusta virtuaalipöytään, jossa kaikki data sijaitsee. Nykyään PC:t hyödyntävät rutiininomaisesti virustorjuntaohjelmia, jotka suojelevat dataa viruksilta ja muilta haittaohjelmilta. (Portnoy 2016, 17-18.)

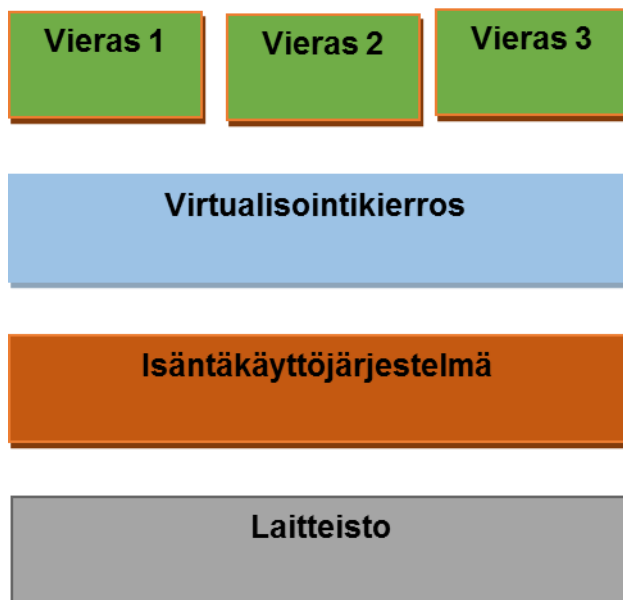
## 2.2.2 Palvelinvirtualisointi (Server Virtualization)

Palvelinvirtualisointi on tarkoitettu osittamaan käyttöjärjestelmän fyysistä ilmentymää virtuaaliseksi ilmentymäksi tai virtuaaliseksi koneeksi.

Varsinaiset palvelinvirtualisointituotteet mahdollistavat virtualisoimisen mihin tahansa x86 tai x64 käyttöjärjestelmään, kuten Windowsiin, Linuxiin ja joihinkin UNIX:n muotoihin (Ruest & Ruest 2009, 25).

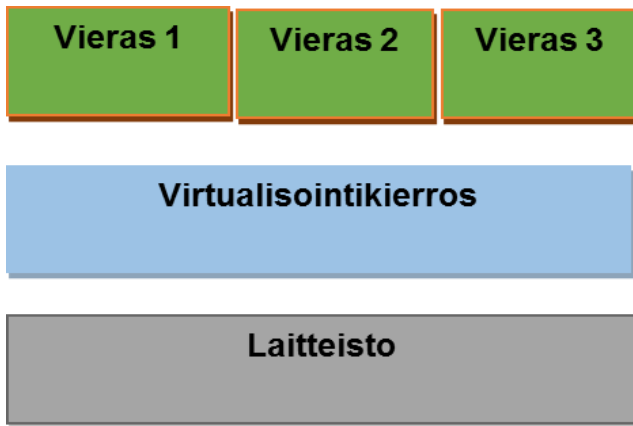
Kaksi näkökulmaa palvelinvirtualisointiin:

1. **Ohjelmistovirtualisointi** (kuva 3) pyörittää virtualisoitua käyttöjärjestelmää ohjelmavirtualisointialustan huipulla pyörittäen olemassa olevaa käyttöjärjestelmää (Ruest & Ruest 2009, 25.)



Kuva 3. Ohjelmistovirtualisointi (Ruest & Ruest 2009, 33)

2. **Laitteistovirtualisointi** (kuva 4) pyörittää virtualisoitua käyttöjärjestelmää ohjelma-alustan huipulla ilman olemassa olevaa käyttöjärjestelmää. Kone, jota käytetään laitteistovirtualisointiin, on usein esitetty hypervisorina. Koneen tarkoitus on altistaa laitteistoresurssit virtualisoidulle käyttöjärjestelmälle. (Ruest & Ruest 2009, 25.)



Kuva 4. Laitteistovirtualisointi (Ruest & Ruest 2009, 33)

### 2.2.3 Sovellusvirtualisointi (Application Virtualization)

Sovellusvirtualisointi käyttää samoja periaatteita kuin ohjelmapohjainen palvelinvirtualisointi, mutta pystyäkseen pyörittämään koko käyttöjärjestelmää, sovellusvirtualisointi kytkee irti tuottokyyohjelmat käyttöjärjestelmästä. Sovellusvirtualisointi muuntaa jaetun ohjelmahallinnointimallin koska ohjelmavirtualisointia tarvitaan vain kerran (Ruest & Ruest 2009, 29).

Sovellusvirtualisointi muistuttaa kaikista eniten palvelinvirtualisointia. Ohjelma luo ohjelmisto- tai palvelueristyksen OS:n huipulle erityisvirtuaalitason välityksellä. Tästä näkökulmasta katsottuna sovellusvirtualisointi muistuttaa kaikista eniten ohjelmapalvelinvirtualisointia tai SoftV:tä, koska se vaatii toimiakseen perustana olevan käyttöjärjestelmän. (Ruest & Ruest 2009, 40.)

Yhtenä sovellusvirtualisoinnin eduista on se, että se suojelee täysin käyttöjärjestelmiä kaikilta muutoksilta, joita ohjelmat voivat tehdä asennuksen aikana. Tämä tapahtuu siksi, kun ohjelmaa valmistellaan sovellusvirtualisointia varten, ei tarvitse erikseen siepata asennusprosessia kuten tavallisesti tapahtuu. Sen sijaan siepataan käynnissä olevan ohjelman tila tai tehdään muut tarvittavat toimenpiteet, jotta saadaan tehtyä ohjelmasta yhteensopiva käyttöjärjestelmän kanssa. Tämän takia sovellusvirtualisoinnin kanssa yhdensopivat ohjelmat ovat yksinkertaisesti kopioitavissa päätepisteisiin, koska asennusta ei vaadita erikseen. Tämä tarjoaa voimakkaan mallin jaettuun ohjelmien hallintaan. Sovellusvirtualisointi tarjoaa myös tukea ohjelmien yhdistämiseen. (Ruest & Ruest 2009, 40.)

#### **2.2.4 Hallinnan virtualisointi (Management Virtualization)**

Hallinnan virtualisointia kohdistetaan teknologioihin, jotka hallinnoivat sekä fyysistä että virtuaalista kokonaista konesalia tarjoamalla yhtenäisen palveluun. Hallinnan virtualisointia ei välttämättä esitetä yksittäisen rajapinnan kautta. Esimerkiksi isoissa konesaleissa voidaan erotella eri palveluntarjoajat tasoiksi sekä erotella operaatiot niiden kesken. (Ruest & Ruest 2009, 28.)

#### **2.2.5 Tallennustilan virtualisointi (Storage Virtualization)**

Tallennustilan virtualisoinnissa käytetään fyysistä tallennetilaa, joka on lähtöisin useasta laitteesta siten, että se näyttäytyy yhtenä tallennuspoolina. Tallennusta voidaan toteuttaa eri muodoissa: suoraan liitetty tallennustila (DAS), nettiin liitetty tallennustila (NAS) tai tallennustila alueverkkoina (SANs), ja se voi linkittyä useiden protokollien läpi: kuitukanava, Internet SCSI (iSCSI), kuitukanava Ethernetissa tai jopa Network tiedosto systeeminä /NFS) (Ruest & Ruest 2009, 27).

#### **2.2.6 Verkkovirtualisointi (Network Virtualization)**

Verkkovirtualisointi mahdollistaa saatavilla olevan kaistanleveyden kontrolloinnin jakamalla sen itsenäisiin kanaviin, jotka voivat olla määritelty tiettyihin tarkoituksiin. Esimerkiksi yksinkertaisin verkkovirtualisoinnin muoto on VLAN-verkko, joka luo erottelun fyysisestä verkosta. Lisäksi palvelinvirtualisointi tuotteet tukevat virtuaalisen verkon luomista eri tasoihin tuotteessa itsessään. (Ruest & Ruest 2009, 27.)

#### **2.2.7 Esityskerrosvirtualisointi (Presentation Virtualization)**

Esityskerrosvirtualisointi tarjoaa ainoastaan esityskerrostason keskisijainnista käyttäjille. Protokollat, joita käytetään esityskerrosvirtualisointiin ovat etupäässä sekä työasemavirtualisointi että palvelinvirtualisointi-teknologiat koska ne ovat protokollia, joilla on tapana päästä käsiksi, käyttää ja hallinnoida virtuaalista työmäärää. (Ruest & Ruest 2009, 29.)

### **2.3 Virtualisoinnin hyödyt**

Työvirtualisoinnilla on useita hyötyjä. Yksi niistä on ominaisuus keskittää työaseman kehitys ja vähentää käsittelymaksuja, koska käyttäjillä on pääsy keskitettyihin työasemiin useiden kapeiden tai käsittelemättömien laitteiden kautta. (Ruest & Ruest 2009, 28.)

Virtualisoitavien palvelujen määrä lisääntyy yhä enemmän yksityisten ihmisten ja varsinkin yrityksen keskuudessa, kun etsitään kustannustehokkaita ratkaisuja. Virtualisointia

voidaan hyödyntää monissa eri kohteissa, kuten palvelin-, tallennus-, verkko-, työasema- ja sovellusvirtualisoinnissa.

Virtualisoinnin avulla voidaan keskittää organisaation IT- infrastruktuuria, ekurssi materiaalissa (ekurssi a) ja Kinnusen (Cisco) esityksessä kuvataan hyötyinä esimerkiksi:

- Yleensä ylläpitokulut pienenevät, koska palvelimet saadaan tehokkaammin käyttöön, lisäksi useita käyttöjärjestelmiä voidaan ajaa yhden palvelimen avulla, mikä puolestaan vähentää fyysisten laitteiden määrää.
- Virtualisointi säästää myös energiaa, koska fyysisten laitteiden määrä pienenee ja jäähdytyksen tarve vähenee.
- Virtualisointi tarjoaa myös uuden tavan hallita IT-infrastruktuuria ja IT-tekniikoiden ei tarvitse käyttää aikaansa toistuvien tehtävien, kuten huolto, valvonta tai kokoonpanon parissa.
- Käyttäjät voivat käyttää virtuaalisia palveluja paikallisesti tai etänä ilman verkkoyhteyttä mistä tahansa tietokoneista, kannettavista tai tableteista. Etätyö helpottuu.
- Virtualisointi helpottaa myös ylläpitoa, kuten päivitysten ylläpitämistä, varmuuskopiointia ja uusien käyttöjärjestelmien asentamista ja palautusta.
- Thin Client -laitteiden kestoikä on parempi kuin tavallisten päätelaitteiden.
- Voidaan vähentää tilaa vieviä työasemia.

## **2.4 Virtualisoinnin haitat**

Virtualisointikaan ei ole täydellinen, mutta ongelmiin varautuminen helpottaa ylläpitoa: esimerkiksi Kinnusen (Cisco) ja Linja-Ahon (Tivi) kuvauksia virtualisoinnista mukailen:

- Virtualisointi vie paljon resursseja palvelimelta. Tämä on seikka, joka täytyy ottaa huomioon, kun aletaan suunnitella virtuaaliympäristöä.
- Virtualisointi voi hidastaa ohjelmia ja käyttöjärjestelmiä.
- Kaikki ohjelmat eivät välttämättä toimi virtuaalisoituna.
- Jos palvelin tai verkko vikaantuu yksikään työasema ei toimi, jollei ole varajärjestelmää.
- Ohjelmiston päivitys edellyttää kaikkien istuntojen lopettamista.
- Järjestelmän rakentaminen vie paljon aikaa.
- Tietoturvapäivitykset voivat kestää tunteja.
- Ei kannata virtualisoida pienellä käyttäjämäärällä.

Virtualisoinnin edut ovat kuitenkin suuremmat ja virtualisointiohjelmistot ja -palvelut kehittyvät paremmiksi, toisaalta samaan aikaan kannettavat tietokoneet ja työasemat halpenevat.

## 3 Virtualisointimenetelmät

### 3.1 VMware

VMware on virtualisointi- ja pilvipalveluratkaisuista tunnettu yritys. Yrityksen päätoimipaikka on USA:ssa Kaliforniassa, yritys on perustettu vuonna 1998 ja sen ensimmäinen tuote oli VMware workstation. Nykyään yritys tarjoaa runsaasti erilaisia virtualisointiratkaisuja. Yrityksen ovat perustaneet Ellen Wang, Scott Devine, Diane Greene, Edouard Bugnion ja Mendel Rosenblum. VMware oli toimintansa aluksi pieni parinkymmenen työntekijän yritys mutta nykyisin työntekijöitä on noin 18000 (Successstory.com 2017.)

VMware on ensimmäinen yritys, joka on kehittänyt kaupallisen virtuaalisen ratkaisun x86 alustalle vuonna 1998. Kaksi vuotta myöhemmin vuonna 2001 VMware julkaisi ensimmäiset WSX 1.0 ja GSX 1.0 ohjelmaversiot. ESX on 1 tyyppin ja GSX on 2 tyyppin hypervisorit. Molempia ratkaisuja käytetään tänäkin päivänä ja nimi GSX tunnetaan nykyisin nimellä VMware Server. (Portnoy, 28.)

VMware oli ensimmäisenä, kun hypervisorin ajaminen oli mahdollista suoraan laitteiston päältä 1-tyyppinä. Hypervisor on sovellusalusta laitteiston päällä, jolla virtualisoituja instansseja voidaan ajaa. Ilmainen VMware ESXi on pieni 32-megatavun hypervisor, joka ladataan sisäiseen USB-porttiin palvelimen laitteistossa. Tämä tekee uusien isäntäpalvelimien lisäämisestä helppoa. (Ruest & Ruest 2009, 114.)

#### 3.1.1 VMware Horizon View

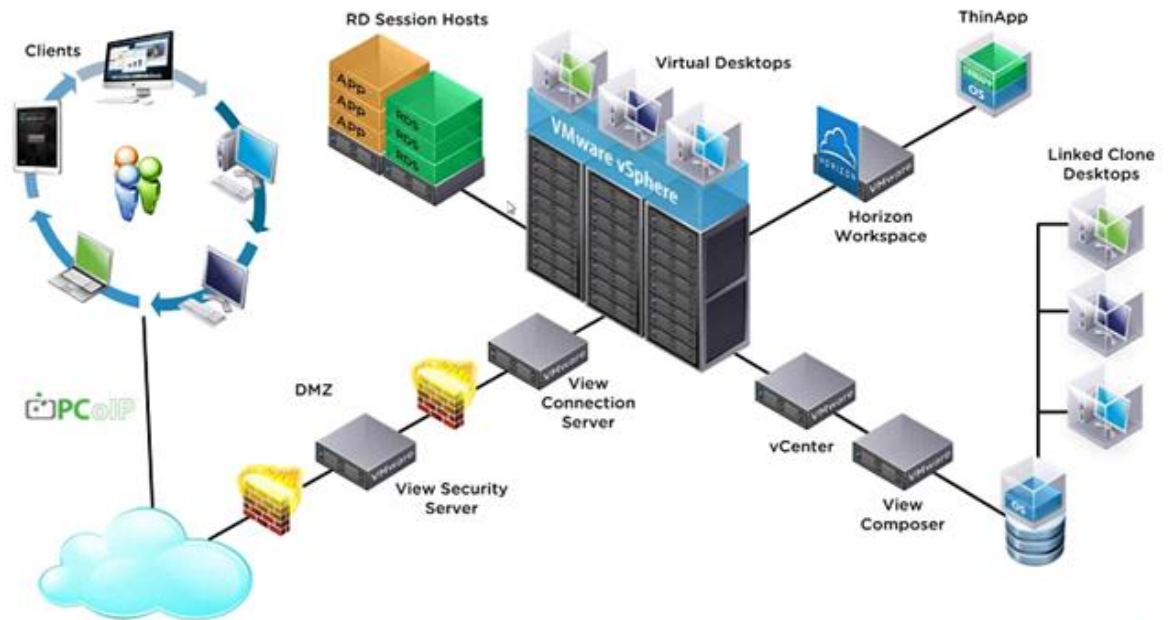
VMware on alusta, jolla käytetään palvelimelle keskitettyjä virtuaalikoneita. Käyttäjä ei suoraan fyysisesti käytä virtuaalikonetta vaan ottaa etäyhteyden haluamaansa virtuaalikoneeseen päätelaitteestaan. Päätelaite voi olla tyypiltään tabletti, tietokone tai älypuhelin ja voi käyttää Windows tai iOS käyttöjärjestelmää. Tekniikka esiteltiin ensimmäisen kerran vuonna 2002 ja tunnetaan nykyisin nimellä Virtual Desktop Infrastructure. Horizon View on Virtual Desktop -ratkaisu, joka on suunniteltu keskittämään ja virtualisoimaan työpöytiä. (von Oven, P. 17.)

VMware Horizon View edellyttää Windows Enterprise Edition -käyttöoikeudet päätelaitteille ja Microsoft KMS (Key Management Service) -palvelimen asentamiseen. Useimpien VMware tuotteiden taustalla on VMware vCenter, jolla hallitaan palvelimia ja virtuaalikoneita. vCenter on välttämätön uusien virtuaalikoneiden allokointiin ja virtuaalikoneiden jakamiseen eri palvelimille. (Alloway 2015, 1 luku.)



### 3.1.2 VMware Horizon View arkkitehtuuri ja komponentit

Kuvassa 5 (kuva 5) esitellään VWHorizon View arkkitehtuurin kokonaisuus, mikä muodostuu erillisistä komponenteista.



Kuva 5. VMware Horizon view arkkitehtuuri (Beerens, 2017)

#### Connection Server

Connection Server yhdistää käyttäjän virtuaalikoneeseen suorittamalla käyttäjän tunnistuksen ja avaamalla tarvittavat työpöydän resurssit käyttäjän profiilin ja käyttöoikeuden perusteella (von Oven & Coombs 2015, 14).

#### Security Server

Security Server vastaa Connection Serveriä, mutta sijaitsee palomuurin takana. Tämä palvelin yhdistää lähiverkon ulkopuolelta etäyhteydellä tulevat käyttäjät. (von Oven & Coombs 2015, 16.)

#### Linked clone desktops

Kloonit ovat kopioita virtuaalikoneista (von Oven & Coombs 2015, 21).

#### View Composer

View Composer luo virtuaalisia levyjä, esimerkiksi kloonien levyt (von Oven & Coombs 2015, 25).

## **PCoIP**

Näyttöprotokolla, jonka avulla virtuaalikoneen näyttö tuodaan päätelaitteelle (von Oven & Coombs 2015, 45).

## **ThinApp**

ThinApp on sovellusten virtualisointiratkaisu, joka erottaa sovellukset käyttöjärjestelmistä ja eliminoi sovelluskonfliktit (von Oven & Coombs 2015, 40).

## **Horizon Workspace**

Horizon Workspace antaa käyttäjälle pääsyn sovelluksiin selainpohjaisesta ympäristöstä. Toimii Windows-, Mac-, Ipad- ja Android-laitteilla. (von Oven & Coombs 2015, 538.)

### **3.1.3 VMware Horizon View edut**

VMware Horizon View -ohjelmalla voidaan saavuttaa korkea käytettävyys: kattavalla verkon suunnittelulla ja parhaita käytäntöjä noudattamalla voidaan vähentää käyttökatkoksia. (Alloway 2015, luku Preface.)

Virtuaalikoneet ovat laitteistosta riippumattomia. Koska työpöytä toimii palvelimessa ja sitä voi käyttää vain asiakaskoneelta, näytettävä työpöytä voi käyttää käyttöjärjestelmiä, jotka eivät muuten olisi yhteensopivia päätelaitteen kanssa. (VMware 2010.)

Käyttäjien lisääminen on nopeaa. Ei tarvita ohjelmien asennusta vaan loppukäyttäjä kytetään valmiiseen virtuaalikoneeseen ja sovelluksiin. (VMware 2010.)

## **3.2 Citrix**

Citrix on IT-alan yritys, joka tarjoaa palvelin- ja työasemavirtualisointiratkaisuja, verkkoratkaisuja, Software as a Service (SaaS) -palveluja ja pilvipalveluja (Citrix Systems Inc. 2017a.)

Citrixin perustaja oli Ed Lacobucci. Alkuperäinen Citrixin nimi oli CitruX, mutta se vaihdettiin, koska toisella yrityksellä oli nimeen tavaramerkkioikeudet. Citrixin nimi on yhdistetty sanoista Citrix ja Unix. (CUG 2017.)

Roger Roberts nimitettiin Citrixin toimitusjohtajaksi vuonna 1990. Vuosina 1989–1995 Citrix ei tuottanut voittoa ja vuosina 1989–1990 ei tuottanut tuloja ollenkaan. Citrix ei olisi selvinnyt, jos ei olisi saanut rahoitusta Inteliltä ja Microsoftilta sekä riskisijoittajilta. Vuonna 1993 lanseerattiin Citrixin ensimmäinen menestynyt tuote WinView, tämän jälkeen DOS ja

Windows 3.1 -sovelluksia pystyttiin etäkäyttämään monen käyttäjän ympäristössä. (CUG 2017.)

Nykyään Citrixin toimitusjohtaja on tammikuussa 2016 nimitetty Kiril Tatarinov, hän on myös hallituksen jäsen (Citrix Systems Inc. 2017b).

Suomessa Citrixin johtajana toiminut Jaakko Hyttinen jätti tehtävänsä 2016 maaliskuun aikana, tehtävissä hän ehtii olla noin puolitoista vuotta. Nykyään tehtävää hoitaa Knut Alnaes, joka on Citrixin Norjan johtaja, hän asuu Norjassa, mutta käy viikoittain Suomessa. Citrixin konttori Suomessa sijaitsee Espoon Keilarannassa ja konttorissa työskentelee kahdeksan työntekijää. (Kolehmainen, 2016.)

Citrix tarjoaa monia eri virtualisointitekniikoita ja pyrkii laajentamaan tarjontaansa kaikkiin virtualisoinnin alueisiin. XenServer tarjoaa neljä eri vaihtoehtoa:

Expressversio on maksuton aloitusversio. Standardiversio on perusversio, joka tukee kahta VSO:ta (Velocity Suite Online) samanaikaisesti. Enterprise-versioon on lisätty mahdollisuus ”poolata” laiteresurssit ja käyttää rajattomasti VSO:ta. Platinum-versiolla voi lisätä dynaamisesti palvelimia ja VSO:ita. (Ruest & Ruest 2009, 34.)

Citrix tarjoaa OEM-version hypervisorista, joka tulee palvelinohjelmistoon sisäänrakennettuna. Citrix tarjoaa myös XenDesktopin työasemavirtualisoinnille ja XenAppsin sovellusvirtualisoinnille. (Ruest & Ruest 2009, 34.)

Citrix on sovellusten ja työpöydän virtualisoinnin markkinajohtaja. Se on ollut tällä alalla kaksikymmentä vuotta ja hallitsee sen tunnetulla XenDesktop-työpöytävirtualisoinnilla, joka julkaistiin virallisesti vuonna 2007 XenDesktop 2.0:na. (Gunnala, G. & Tosatto, D. 2015, luku 1.)

### **3.2.1 Citrix XenDesktop**

Citrix XenDesktop on yrityskäyttöön tarkoitettu ohjelma, millä voidaan virtualisoida työasemia. XenDesktopin avulla voidaan keskitetysti hallita sovelluksia ja virtuaalikoneita. Käyttäjille Citrix XenDesktop antaa tavallista työasemaa vastaavan laadukkaan käyttökokemuksen. (Ellrod, 2015 luku 1.)

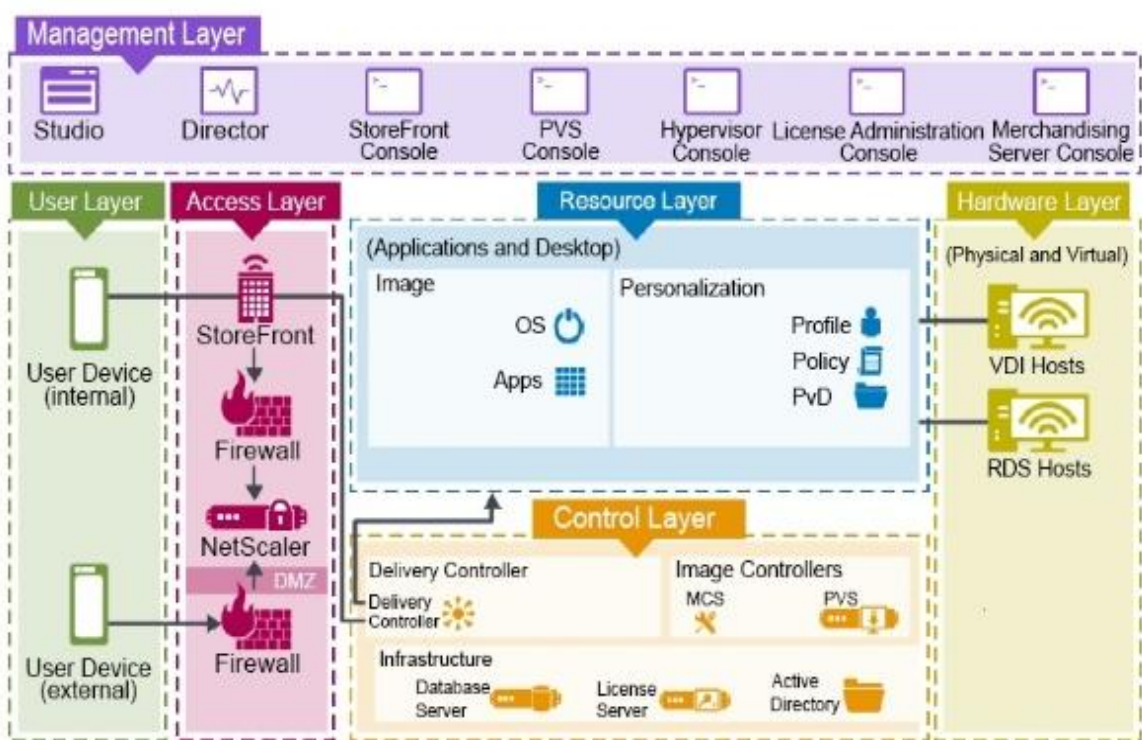
Citrixin toinen virtualisointiin tarkoitettu ratkaisu XenApp on tarkoitettu sovellusten virtualisointiin ja jakamiseen verkon kautta käyttäjille. XenAppilla ei voi jakaa työpöytiä kuten XenDesktopilla. XenDesktop sisältää samat sovellusten jakamiseen tarkoitetut toiminnallisuudet kuin XenApp. (Citrix Systems Inc. 2017c.)

XenDesktop on Citrixin VDI-ratkaisu, virtuaalisten Windows-työpöytien provisiointiin käyttäjille. Järjestelmän perustana on yksi levykuva, josta työpöydät provisioidaan ja suoritetaan kuten VMwaren View -tuotteessa. Ratkaisun avulla säästetään tallennustila jopa 40 prosenttia. (Ruest & Ruest 2009, 257.)

XenDesktop koottiin liittämällä ominaisuuksia XenServeristä virtuaalisytimestä Yrityskaupan yhteydessä XenDesktop sai teknologioita, joiden avulla on mahdollista hallinnoida suuria määriä eroaviin tiedostoihin pohjautuvia levykuvia, jotka perustuvat yhteen master-imageen. (Ruest & Ruest 2009, 257.)

### 3.2.2 Citrix XenDesktop arkkitehtuuri

XenDesktop koostuu osista, joita kutsutaan kerroksiksi. Kerroksia käytetään yhdistämään toimintoja yhteen ryhmään. Kerrokseen on kerätty erilaisia resursseja. Kuvassa havainnollistetaan XenDesktop arkkitehtuuria (kuva 6).



Kuva 6. Citrix XenDesktop arkkitehtuuri (Gunnala & Tosatto 2015)

Kerrosten kuvaukset selitetty Gunnalan ja Tosatton (2015, luku 2) mukaan:

**Käyttäjän kerros** (User layer): määrittää käyttäjät ja niiden vaatimukset.

**Access kerros** (Access layer): määrittää, miten käyttäjät käyttävät resursseja.

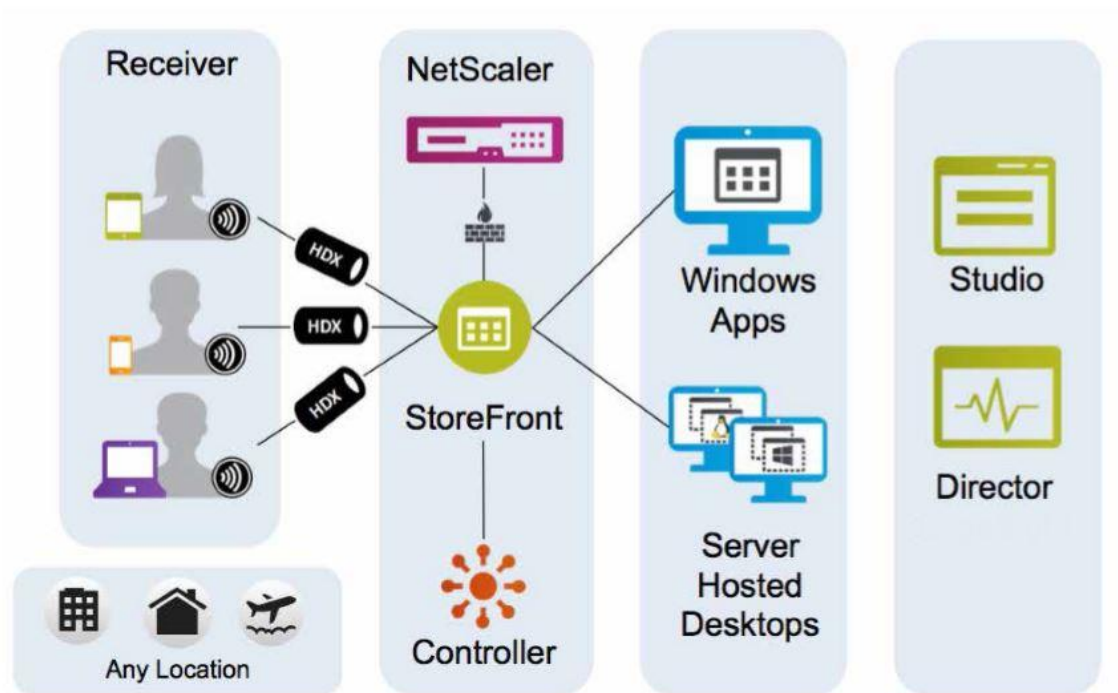
**Resurssi kerros** (Resource layer): määrittää, mitä resursseja on käytettävissä

**Ohjaus kerros** (Control layer): määrittää hallinta- ja ylläpitoratkaisun.

**Laitteisto kerros** (Hardware layer): määrittää tarvittavat resurssit

### 3.2.3 Citrix XenDesktop komponentit

XenDesktop järjestelmän komponentteja kuvassa (kuva 7).



Kuva 7. Citrix XenDesktop komponentit (Citrix)

Komponenttien kuvaukset Citrixin (Citrix) mukaan:

#### **Citrix Receiver**

Antaa käyttäjille sovellukset ja työpöydät. Receiver toimii iOS-, Android-, Windows-, Mac- ja Linux -käyttöjärjestelmillä.

#### **HDX-tekniikka**

Valikoima laitteita ja verkkoyhteyksiä, joilla parannetaan päätelaitteen käyttökokemusta.

#### **NetScaler-yhdyskäytävä**

Pääsyratkaisu, joka antaa ylläpitäjälle pääsyn sovelluksiin ja työpöydille. Netscaler antaa mahdollisuuden etäkäyttöön mistä tahansa.

### **StoreFront**

Palvelu, jolla käyttäjä saa käyttöönsä yrityksen sovellukset ja työpöydät.

### **Controller**

Ohjain hallitsee yrityksen menettelytapojen mukaisesti käyttäjän pääsyä palvelimen sovelluksiin ja työpöytiin.

### **Apps and desktops**

Palvelimelta lähetettävät sovellukset ja työpöydät.

### **Studio**

Suunnittelutyökalu, joka avustaa järjestelmän luomisessa ja hallinnassa.

### **Director**

Tuottaa diagnostiikkaa käyttäjistä, sovelluksista ja työpöydistä esimerkiksi vianmäärityksen ja -korjauksen tarpeisiin.

#### **3.2.4 Citrix XenDesktop edut**

Citrix XenDesktop on joustava ja monipuolinen työpöytien virtualisointiratkaisu. Citrix XenDesktop pystyy suorittamaan ympäristön useilla erityyppisillä laitteilla ja sijainnista riippumatta. Se tukee laajasti erilaisia käyttöjärjestelmiä ja ohjelmia. Työskentely on turvallista hyvän tietojen ja verkon salauksen ansiosta. Sovellusten ja laitteiden hallinta on keskistetty. (Ellrod 2015, luku Preface.)

#### **3.3 Microsoft VDI**

VDI on yleisnimitys, joka tarkoittaa virtuaalityöaseman infrastruktuuria. VDI on lyhennetty sanoista Virtual Desktop Infrastructure. VDI tarjoaa modernin työskentelyyn käyttäjille. Microsoftin työasema- ja sovellusvirtualisointiratkaisujen kautta voidaan käyttää Windows-työpöytiä ja -sovelluksia ajasta ja paikasta riippumatta. (Microsoft TechNet 2017a.)

VDI:n ajatus on tallentaa ja ajaa työaseman työkuormaa, mikä sisältää käyttäjän käyttöjärjestelmän, sovellukset ja datan, palvelin pohjaisessa virtuaalikoneessa konesalissa niin, että käyttäjä käyttää RDP:n (Remote Desktop Protocol) läpi käyttäjälaitteelle esitettyä työasemaa (Microsoft TechNet 2017a).

Windows Server 2012 R2:n VDI-tekniikat tarjoavat helpon pääsyn räätälöityyn, täydelliseen Windows-ympäristöön, joka toimii konesalissa, lähes mistä tahansa laitteesta. Hyper-V:n ja Remote Desktop Services (RDS) -palvelun kautta Microsoft tarjoaa kolme joustavaa VDI-käyttöönottovaihtoehtoa yhdellä ratkaisulla: Yhdistetyt työpöydät (Pooled Desktops), henkilökohtainen työpöytä (Personal Desktops) ja etätyöpöytä yhteydet (Remote Desktops Sessions). Windows Server 2012 R2:lla VDI-työkalu tarjoaa laiteriippumattoman joustavan tiedonsiirron ja sovellusten käytön. (Microsoft TechNet 2017 b.)

### 3.3.1 VDI arkkitehtuuri

VDI-palvelun arkkitehtuuri koostuu eri vaiheista: palvelimelle asennetaan rooleja ja niiden tehtävä on hallita eri käyttäjien käytettävissä olevia resursseja ja istuntoja (kuva 8).

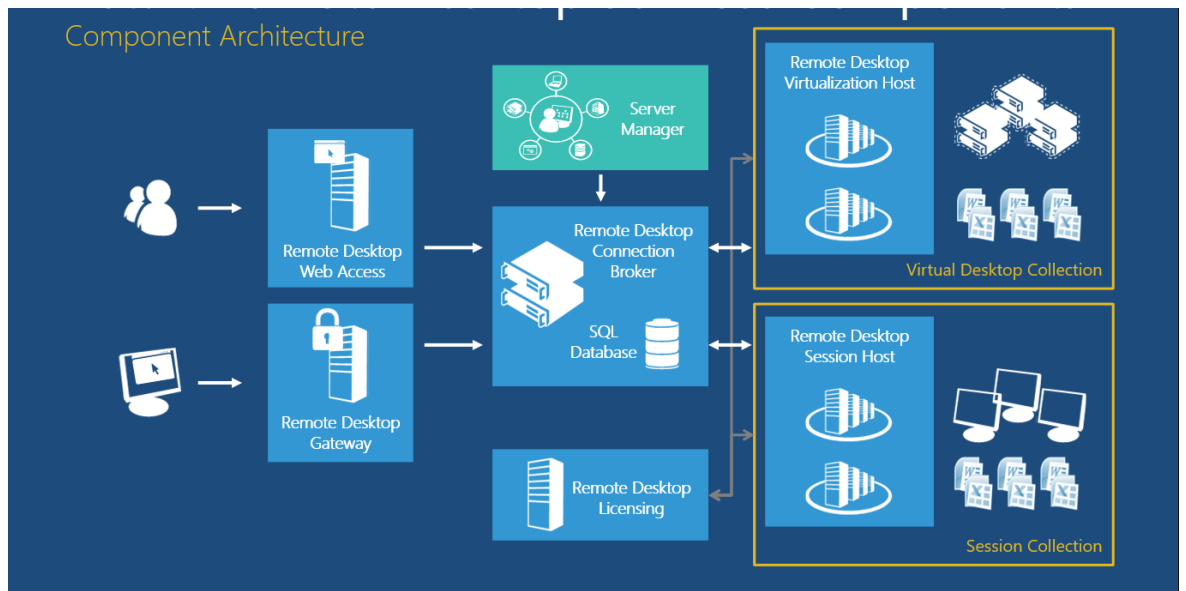
Microsoftin VDI roolit ovat: RD Connection Broker (RDCB), Remote Desktop Session Host (RDSH), Remote Desktop Virtualization Host (RDH), Remote Desktop Web Access (RDWA), Remote Desktop Gateway (RDG), Application Virtualization (AppV), System Center Virtual Machine Manager (SCVMM). (Microsoft TechNet 2017c.)

Roolit käsitellään laajemmin kohdassa 4.

Microsoftin Technetin (2017d) mukaan VDI-rakentamisessa voidaan erottaa kaksi skenaariota:

- **Virtuaaliset työpöydät:** Henkilökohtaiset työpöydät (Personal Desktops), poolityyppinen työpöytä (Pooled Desktops).  
Virtuaalikonepohjaisen työasema-asennuksen avulla käyttäjä voi muodostaa yhteyden virtuaalisiin työpöytäkokoelmiin, jotka sisältävät ohjelmia ja virtuaalisia työpöytiä.
- **Istuntokohtaiset työpöydät:** Istuntokohtaiset työpöydät (Session Desktops) ja etäsovelluksien käyttö (RemoteApp).  
Istuntoon perustuva työpöydän käyttöönotto antaa käyttäjälle mahdollisuuden muodostaa yhteyden istuntokokoelmiin, jotka sisältävät ohjelmia ja istuntoihin perustuvia työpöytiä.

Skenaarioita kuvataan tarkemmin luvussa 4.



Kuva 8. VDI arkkitehtuuri (Slideshare 2017)

### 3.3.2 VDI ratkaisun edut

Egerton (2014) mukaan VDI ratkaisut tuovat paljon hyötyjä, mutta ne saattavat riippua myös organisaation vaatimuksista. Seuraavassa esitetään esimerkkinä Microsoft VDI:n ratkaisun etuja työasemille ja sovellustoimituksille:

- Pienet omistuskustannukset.
- Pienempi tarvittava tila.
- Tuttu tekniikka, ”jos tunnet Terminal Services/Hyper-V/PowerShellin olet jo puolessa välissä”.
- Yksinkertainen ja tuttu hallinta Microsoftin työkaluilla, GUI ja PowerShell.
- Uusinta tietotekniikkaa.
- Käyttö ja ylläpito, koska käyttöjärjestelmällä on pitkä elinkaari.



## 4 Toteutus

Tässä luvussa kerrotaan työmme varsinaisesta toteutuksesta, välttämättömien resurssien ja verkon valmistelusta ja virtualisoinnin käyttöönotosta. Työn käytännön osuuden tavoitteena on tutustua Microsoft VDI toteutusmenetelmiin käyttämällä Microsoft Remote Desktop Services -työkalua. Lisäksi testataan ja tarkastellaan, mitä komponentteja virtualisoinnin arkkitehtuuri tarvitsee toimiakseen. Toteutuksen edetessä seurataan ja käydään sitten läpi työn tuloksia.

Kuten on aikaisemmin mainittu, kummallakaan tämän projektin osallistujista ei ollut aiempaa kokemusta virtualisoinnista, joten toisena henkilökohtaisena tavoitteena oli määrittää ja arvioida, kuinka haasteelliselta virtualisointi tuntuu aloittelijoille ja pystyykö sen toteuttamaan ilman erityistä aiheen tuntemusta ja alan kokemusta.

Testi- ja verkkoympäristö rakennetaan erääseen Haaga-Helian ammattikorkeakoulun opetustilaan, jota kutsutaan ”laboratorioluokaksi” ja käytetään harjoitus- ja projektitarkoituksiin. Toteutuksen menetelmänä käytetään Microsoftin tarjoamaa Remote Desktop Services (RDS) virtuaalisointiin tarkoitettu työkalua, jonka avulla voidaan julkaista ja hallita virtuaalisia työasemia ja sovelluksia entistä tehokkaammin ja monipuolisemmin. Tämän palvelun avulla käyttäjä pystyy käyttämään VDI-infrastruktuuria, eli ottamaan yhteyttä omaan virtuaalityöasemaan tai sovelluksiin. RDS-palvelun toiminta perustuu lähestymistapaan ”työtä missä tahansa, mistä laitteistosta tahansa”. Lähtökohtana toteutukselle oli koneiden spesifikaatioiden tutkiminen ja virtuaalisoinnin vaatimusten selvittäminen. Projektin aikana työasemien tunnistamiseksi tullaan käyttämään seuraavia nimeämistermejä: Palvelin kone, VDI kone- ja Asiakas kone.

### 4.1 Laitteiston vaatimukset Hyper-V -roolin asentamiselle

Opinnäytetyömme käytännön tekeminen Haaga-Helian toimitilassa alkoi laitteiston tutkimisella ja selvityksellä, tukeeko se Hyper-V roolin asentamista. Hyper-V mahdollistaa virtuaaliaseman ajamisen käyttöjärjestelmässä, sekä tarjoaa tarvittavat työkalut virtuaalikoneiden hallintaan. Hyper-V on Windows Server 2012 R2 käyttöjärjestelmässä oleva hypervisor alusta virtualisointiratkaisuihin. Hyper-V roolin avulla voi luoda ja hallita virtualisoitua ympäristöä käyttämällä Windows Server 2012 R2:n sisältämää virtuaalisointitekniikkaa.

Hyper-V roolin asentaminen edellyttää laitteiston prosessorilta virtualisointitukea ja sen sallimista BIOS asetuksista. Vähimmäisvaatimukset laitteistolle ovat 1,4 GHz prosessori, 512 MB RAM muistia, sekä vähintään 32GB vapaa tallennustilaa. Prosessorin tulee olla

arkkitehtuuriltaan x64 bittinen sekä sen on tuettava Hardware Assisted Virtualization -ominaisuutta, joka antaa prosessorille uusia käskyjä virtualisointia varten. Intelin prosessorin tulee sisältää virtualisointia tukeva VT-x -tekniikka ja lähes kaikki viime aikoina markkinoille tulleet Intelin prosessorimallit tukevat sitä. Vastaava teknologia AMD-prosessorien valmistajalta on nimeltään AMD-V. (Microsoft 2015a.)

Toisena vaatimuksena on Data Execution Prevention (DEP), eli virtualisointitekniikkaan liittyvä prosessorin ominaisuus, joka suojaa tietokonetta viruksilta ja haittaohjelmilta tapauksessa, jossa ne yrittävät hyödyntää tietokoneen muistia väärin. DEP-ominaisuus löytyy BIOSista, Intel prosessorissa se on nimellä eXecute Disabled(XD) ja AMD:llä – No eXecute(NX). (Hyper-V 2016.) Virtualisointitekniikoiden prosessorien listan löytää molempien valmistajien sivustolta. Virtualisointia tukevien ominaisuuksien selvittämiseen käytettiin Intel® Processor Identification Utility -apuohjelmaa, joka identifioi prosessorimallin ja näyttää sen käytettävissä olevat tärkeimmät ominaisuudet.

Seuraavana suositeltavana vaatimuksena on Second Level Address Translation, joka tulee näkyviin ainoastaan Coreinfo työkalun avulla. SLAT tarjoaa paremman suorituskyvyn vähentämällä CPU aikaa ja parantamalla muistin käyttöä virtuaaliympäristössä. Coreinfo – apuohjelma tuo esille prosessorin kaikki niin sanotut piilotetut resurssit, mukaan lukien Hyper-V ja SLAT. Tässä kuvassa on esitetty VDI-koneen prosessorin tiedot. VMX ja SLAT tuki ei näy enää, koska hypervisor-ohjelmistokerros on jo aktivoitu.

```
C:\>
---* Unified Cache      3, Level 2, 256 KB, Assoc 8, LineSize 64
---* Data Cache        3, Level 1, 32 KB, Assoc 8, LineSize 64
---* Instruction Cache  3, Level 1, 32 KB, Assoc 8, LineSize 64
---* Unified Cache      4, Level 2, 256 KB, Assoc 8, LineSize 64

Logical Processor to Group Map:
**** Group 0

C:\Coreinfo>coreinfo -v

Coreinfo v3.31 - Dump information on system CPU and memory topology
Copyright (C) 2008-2014 Mark Russinovich
Sysinternals - www.sysinternals.com

Note: Coreinfo must be executed on a system without a hypervisor running for
accurate results.

Intel(R) Core(TM) i5-2400 CPU @ 3.10GHz
Intel64 Family 6 Model 42 Stepping 7, GenuineIntel
Microcode signature: 00000028
HYPERVISOR      *      Hypervisor is present
VMX             -      Supports Intel hardware-assisted virtualization
EPT            -      Supports Intel extended page tables (SLAT)

C:\Coreinfo>
```

Kuva 9. Prosessorin tuki virtualisoinnille Coreinfo-apuohjelman avulla

## 4.2 Testiympäristön pystyttäminen ja verkko- ja käyttöympäristön esittely

Opinnäytetyötä varten saatiin lainaksi kolme konetta: HP Compaq 8200 Elite CMT PC, Dell Power Edge 2900 ja Acer Aspire 5750G. Tämä vaihe aloitettiin testilaiteen kokoonpanon suunnittelulla ja tulevan VDI-infrastruktuurin vaatimusten selvittämisellä. Lisäksi oli määriteltävä, kummalle koneista on asennettava Active Directory ja Remote Desktop Service -roolit.

VDI-palvelu vaatii toimiakseen Active Directory -hakemiston, joka on Microsoftin kehittämä hakemistopalvelu. Koneelta tulee löytyä laitteistotuettu virtualisointi (hardware-assisted virtualization) sekä koneen on oltava liitettyä Active Directoryn piiriin. Yhteyden välittäjän roolia (Connection Broker) ei voida asentaa koneeseen, johon on jo otettu käyttöön Active Directory palvelu. (Microsoft 2013a.) Näiden kerättyjen tietojen pohjalta aloitettiin oman testiympäristön rakentaminen.

Tielab.haaga-helia.fi on Haaga-Helian aliverkko, jonne luomme oman testiympäristömme. Opinnäytetyössä koulun ja laboratorion työasemat sekä palvelimet jakavat saman verkon 172.28.0.0/16. Palvelinkone tehtiin asentamalla työasemaan Windows Server 2012 R2 Standard palvelinkäyttöjärjestelmä. Koneen nimeksi määriteltiin RDS ja verkkokortin kiinteäksi IP osoitteeksi 172.28.225.225, aliverkon peitteen ollessa /16, eli 255.255.0.0. Verkkoa ei reititetä Internetissä eikä siihen saa internet-yhteyttä. Yhteys ulkoverkon alueisiin tehtiin reitittimen 172.28.1.254 kautta. Active Directoryn toimialueen nimeksi annettiin jesvar.localdomain. Active Directory -toimialueet muodostavat kokonaisuuden DNS, DHCP - ja muiden palvelujen avulla.

DNS on järjestelmä, jota käytetään pääasiassa TCP / IP-verkoissa tietokoneiden ja verkkopalvelujen nimeämiseen. DNS -nimipalvelujärjestelmärooli otettiin käyttöön AD:n rinnalle.

Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) on asiakas/palvelin-protokolla, joka automaattisesti jakaa IP-osoitteita uusille lähiverkkoon kytkeytyville laitteille ja antaa muut asiaan liittyvät määrittelytiedot, kuten aliverkon peite ja oletusyhdykäytävä (Microsoft TechNet 2017e). Tietoturvan kannalta mahdollisuutta DHCP-palvelimen asentamiselle ei ollut, joten uusille työasemille IP-osoitteet konfiguroidaan manuaalisesti.

Vaikka toinen koneista ei itsessään täytä palvelimelle yleisesti annettuja määrittelyksiä, Hyper-V roolin asentaminen ja käyttöönotto ovat mahdollisia, koska koneen prosessori tukee kaikkia tarvittavia virtualisointitekniikoita. Kyseinen VDI- kone tehtiin samalla periaatteella

kuin edeltävä, asentamalla Windows Server 2012 R2 käyttöjärjestelmä, määrittelemällä staattiseksi IP- osoitteeksi 172.28.225.14, sekä liittämällä se jesvar.localdomain -toimialueelle.

Kolmanneksi koneeksi oli oltava asiakaskone. Asiakaskoneelle määriteltiin IP-osoitteeksi 172.28.225.4 ja sitä testattiin muun muassa liittämällä se osaksi jesvar.lovaldomain toimialuetta. Seuraavana toimenpiteenä luottiin kaksi käyttäjää (Juhani J ja Tero T) ja tarkisteltiin koneiden välisiä yhteyksiä ja palveluiden toimivuutta käyttäen ping ja nslookup komentoja. Näin saatiin tarvittavat palvelut toimimaan testiympäristössä virtualisoinnin integraatiota varten.

### **4.3 Remote Desktop Service palvelut**

Remote Desktop Services on yksi Windows Server 2012 R2 työkaluista, joka koostuu useista eri palveluiden rooleista, jotka asennetaan osaksi VDI-infrastruktuurin toteutusta. Etätyöpöytäpalvelujen avulla käyttäjät voivat käyttää istuntopohjaisia työpöytiä, virtuaalikooneisiin perustuvia työpöytiä ja palvelinkeskusten sovelluksia sekä yrityksen sisäverkon, että Internetin kautta. Etätyöpöytäpalvelujen avulla etäkäyttäjät saavat turvallisen yhteyden hallituista laitteista. (Microsoft 2017.) Seuraavaksi käsitellään VDI infrastruktuurin komponentteja ja kerrotaan VDI-pystyttämisen eri vaiheista.

#### **4.3.1 Remote Desktop Connection Broker**

Remote Desktop Connection Broker (RDCB) on VDI-infrastruktuurin ydin, joka toimii RHDS:n kanssa yhdessä käsitellen ja uudelleenohjaten VDI infrastruktuuriin saapuvia istuntopyyntöjä. VDI -ympäristön kuormituksessa se pyrkii tasaamaan kuormitusta mahdollisimman tasaisesti kaikkien RD Session Host -palvelujen välille. VDI:n infrastruktuurissa RDCB ja RHDS useimmiten sijoitetaan samalle OS (Operating System) - yksikölle. Mikäli samanaikaisten RDCB-palvelimelle saapuvien yhteyksien määrä ylittää 250, RDCB ja RHDS -roolit asennetaan erillisille palvelimille. Käyttäjän ottaessa yhteyttä, RDCB tarkistaa ensin, onko käyttäjän edellinen istunto katkennut, ja jos on, käyttäjä yhdistetään uudeen aikaisempaan istuntoon. Kun alkaa uusi istunto, RDCB tarkistaa onko varannossa vapaita koneita määritettäväksi käyttäjälle. (Savill 2012, 416.)

#### **4.3.2 Remote Desktop Virtualization Host**

Remote Desktop Virtualization Host (RDVH) roolin tehtävänä on toimittaa Hyper-V:n avulla luotuja henkilökohtaisia tai kokoelmakohtaisia virtuaalisia koneita käyttäjille (Microsoft 2014a). RDVH -palvelin mahdollistaa RDCB-yhteydenvälittäjän ja Hyper-V -roolin

kommunikoinnin, sekä tarkkailee istuntoja ja vastaa niiden alkamisesta ja päättymisestä (Savill 2012, 417).

#### **4.3.3 Remote Desktop Web Access**

Remote Desktop Web Access (RDWA) tarjoaa käyttäjälle graafisen käyttöliittymän, jonka avulla he pystyvät käyttämään etänä heille määriteltyjä sovelluksia tai virtuaalisia RemoteApp -ohjelmia, istuntopohjaisia työpöytiä ja virtuaalisia työpöytiä. RemoteApp ja Desktop Connection tarjoaa käyttäjille helppokäyttöisiä, räätälöityjä näkymiä virtuaalikokoelmiin, mutta se ei kuitenkaan ole pakollinen komponentti VDI-infrastruktuurissa. (Savill 2012, 415.)

#### **4.3.4 Remote Desktop Gateway**

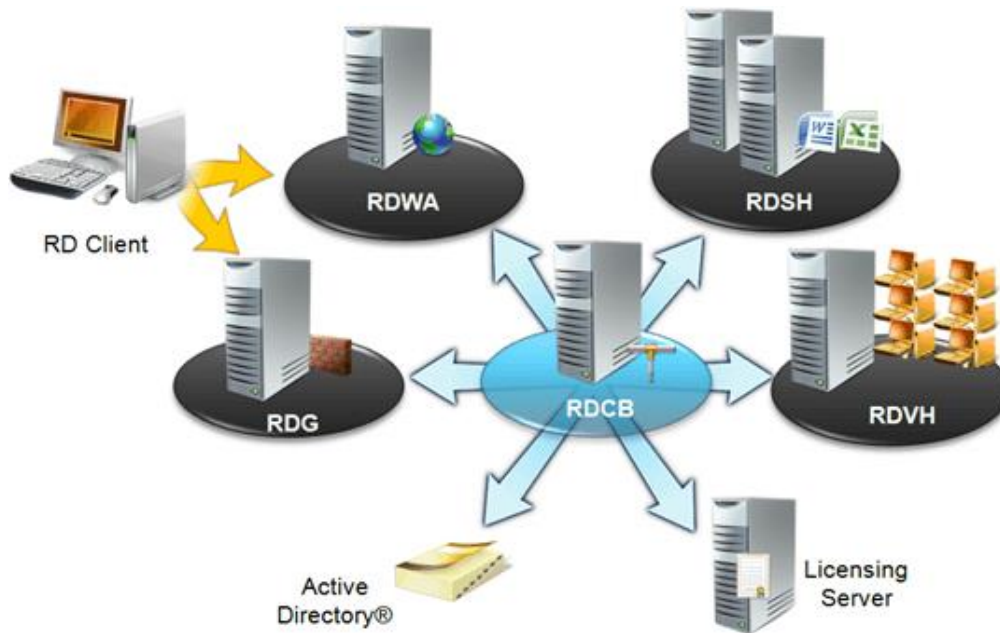
Remote Desktop Gateway (RDG) on komponentti, joka on sijoitettu VDI-infrastruktuurin verkon ”reunalle” ja toimii alkupisteenä, jotta käyttäjä pääsee RDS ympäristöön ulkoapäin. (VirtuallyBoring 2015.) RDG kapseloi datapaketin toisiin https-paketteihin kuljetuskerroksessa, jonka ansiosta RDP (Remote Desktop Protocol) -suojattu yhteys tapahtuu palomuurin takana, avaamatta palomuurin porttia, sekä käyttämättä muita ylimääräisiä VPN-ratkaisuja. Ollessaan samassa verkossa käyttäjät ohittavat RD Gatewayn ja muodostavat yhteyden omaan virtuaalikoneeseen RDP:n kautta. (Savill 2012, 417.)

#### **4.3.5 Remote Desktop Session Host**

Remote Desktop Session Host (RDSH) rooli toimittaa käyttäjälle palvelimilla olevia istuntokohtaisia työpöytiä ja sovelluksia. Otettuaan yhteyden palvelimeen, käyttäjä saa käyttöönsä hänelle määritellyt palvelimella olevat työpöydät ja sovellukset. (Microsoft 2014b.)

#### **4.3.6 Remote Desktop Licensing**

Remote Desktop Licensing (RD Licensing) rooli hallinnoi tarvittavia lisenssejä yhteyden muodostamiseksi RDSH-palvelimelle tai virtuaalityöpöydille. (Microsoft 2014c.) Lisenssejä voidaan hankkia joko työasemakohtaisesti (Remote Desktop Services Device CAL) tai käyttäjäkohtaisesti (Remote Desktop Services User CAL). CAL-lisenssin esittelyversion saa kokeiltavaksi 120 päivän ajaksi, jonka jälkeen sen pitää olla aktivoituna.



Kuva 10. Remote Desktop Services -palveluiden arkkitehtuuri (Microsoft 2010)

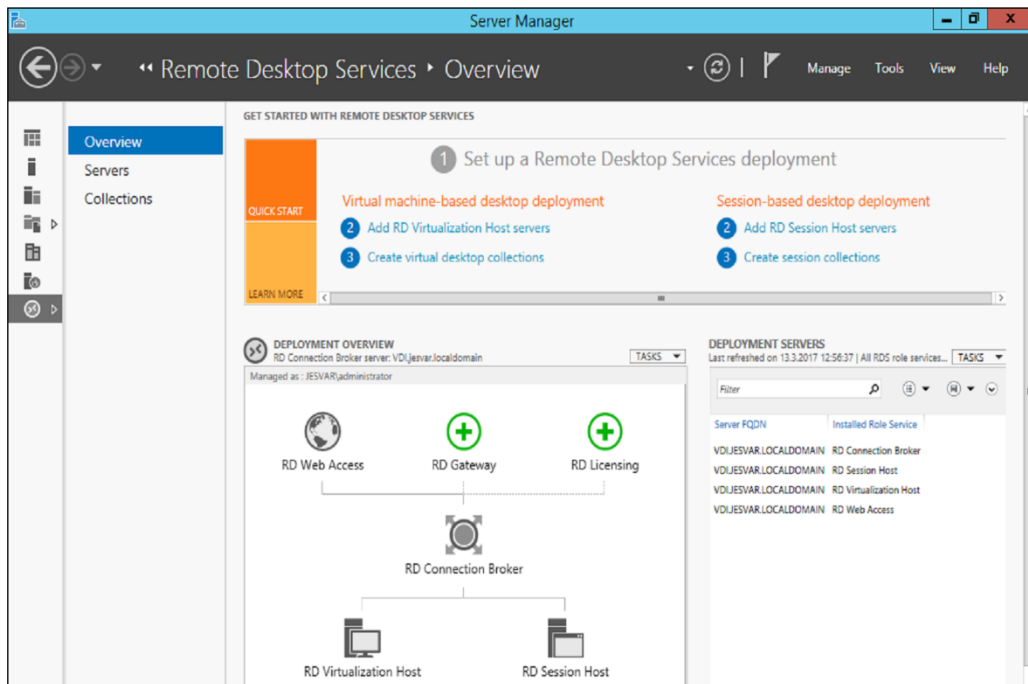
Kuten edellisessä kappaleessa kerrottiin, VDI käyttöönottomalli voidaan jakaa eri toteutusratkaisuihin; henkilökohtaisiin, poolityyppisiin, istuntokohtaisiin työpöytiin, sekä etäsovel-luksiin perustuviin skenaarioihin (Microsoft 2014d). Rajallisten resurssien vuoksi käytän-nön osuudessa esitellään ainoastaan poolityyppinen ja istuntokohtainen VDI-skenaario.

#### 4.4 Etätyöpöytäpalvelun (Remote Desktop Service) roolien asennus palvelimelle

RDS-palvelun roolien asennus suoritetaan ohjeen mukaan vdi-koneelle. VDI-palvelun roo-lit tuodaan Server Manager hallintapaneelin Add Roles and Features painikkeen kautta. Roolien automaattiasennuksen rakentaminen etenee ohjeistetusti ja hallitusti. Asennusoh-jelma ohjaa asennusprosessin läpi. Aluksi valitaan Standard toteutustyyppi, jonka jälkeen Select deployment scenario -ikkunasta voidaan määrittellä erikseen, halutaanko istunto-kohtainen toteutus (Session-based desktop deployment) vai suoritetaanko virtuaalikonei-siin perustuva toteutus (Virtual machine-based deployment). Tämä Select deployment scenario -vaihe joudutaan suorittamaan kahdesti, jotta saataisiin kokemusta molemmista käytännön toteutuksista. Toisella asennuskierroksella toteutuksen tyyppiä valitaan virtu-aalikoneisiin perustuva ratkaisu (Virtual machine-based deployment), jolloin samalla Hy-per-V asentuu automaattisesti palvelimelle asennetun käyttöjärjestelmän päälle. Vii-meiseksi jää määriteltäväksi mille palvelimille RDCB, RDWA, RDSH roolit asennetaan.

Omassa testiympäristössä RDS-roolit asennetaan samalle palvelimelle, mutta oikeassa infrastruktuurissa niitä voitaisiin sijoittaa useammalle palvelimelle. Testiympäristössä RD

Gatewayn ja RD Licensing -asetukset jätettiin pois ja projektin puitteissa käytetään mak-  
sutonta kokeiluversiota, joka toimii rajoituksetta 120 päivän ajan. VDI-palvelun roolien tuo-  
minen meni läpi ongelmitta ja lisätyt roolit näkyvät Deployment Overview -ikkunassa.



Kuva.11. Remote Desktop Services -palveluiden käyttöönotto VDI-palvelimella

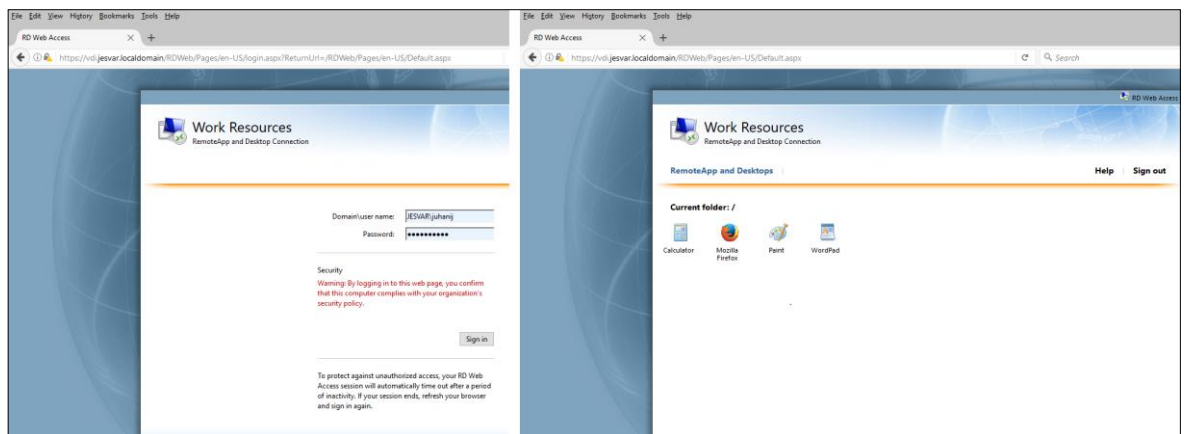
#### 4.5 Istuntokohtainen toteutus (Session-based scenario)

RDWeb – sivusto luo dynaamisesti web-sivun sisällön, jolla voidaan jakaa käyttäjille palvelimelle asennettuja RemoteApp-sovelluksia, ohjelmia sekä virtuaaliasemien kokoelmia. Oletuksena sivuston web-osoite on [https://server\\_name/RDWeb](https://server_name/RDWeb), joka on meidän tapauksessamme <https://vdi.jesvar.localdomain/RDWeb>. Työssä käytetään palvelimella oletuksena olevia sovelluksia ja ohjelmia, jotka riittävät VDI-toiminnan esittelyyn.

Seuraavaksi luodaan istuntokohtainen kokoelma, jonka jälkeen se voidaan julkaista RDWeb-sivustolle. Server Manager hallintapanelin ja RDS välilehden kautta valitaan Create Session Collection ja määritellään nimeksi "Collection". Kokoelman luominen voidaan suorittaa myös oikea-klikkaamalla Deployment Overview- hallintaikkunassa sijaitsevaa RD Session Host-roolia. Asennuksen olleessa valmis, ilmestyy Collection kokoelma Server Manager VDI-palveluiden välilehteen. Oletuksena kaikki toimialueen käyttäjät voivat kirjautua VDI-kokoelmiin ja sovelluksiin omalla tunnuksella, mutta tarvittaessa voidaan määrittää, ketkä käyttäjät saavat kyseistä etäsovellusta tai kokoelmaa käyttää.

Sovellusten julkaiseminen onnistuu helposti painamalla Publish RemoteApp Programs-painiketta. Seuraavaksi valitaan aukeavasta valikosta tarvittavat sovellukset ja ohjelmat julkaistavaksi.

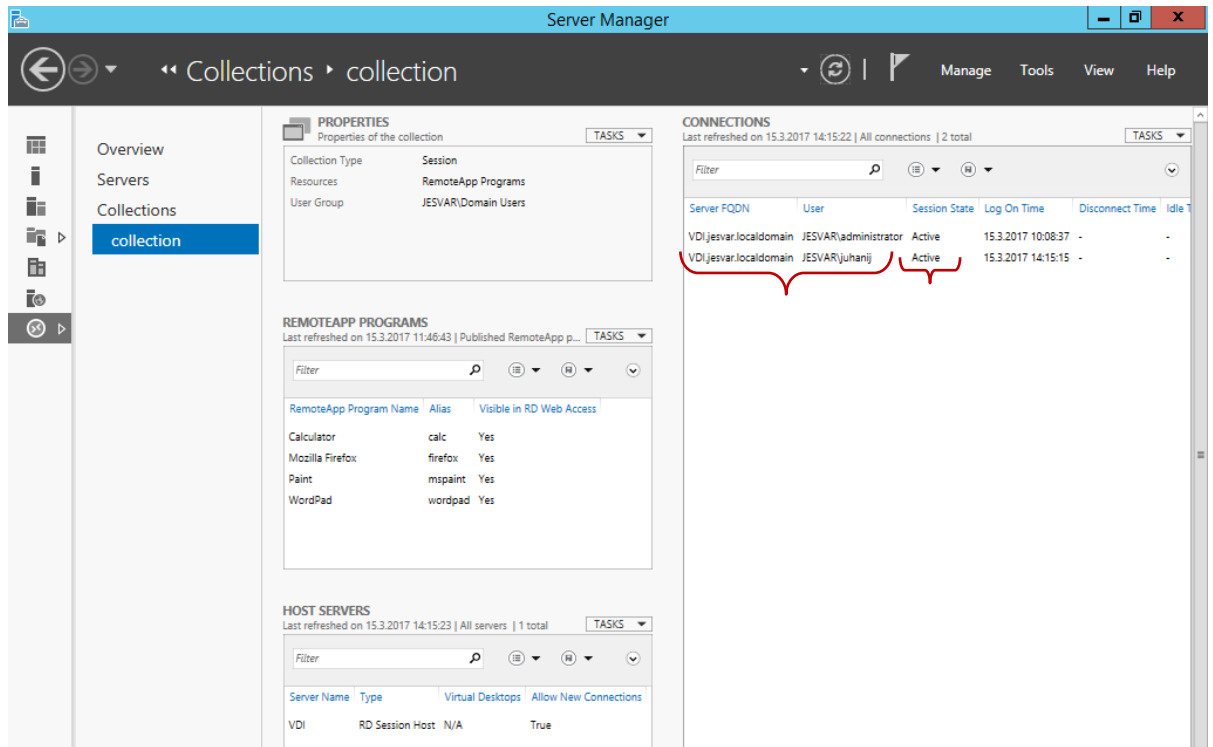
Sovellusten julkaisun jälkeen kirjaututaan sisään RDWeb-sivustolle palvelun toimivuuden testaamiseksi. Asiakaskoneelta päästään palveluun Juhani J -käyttäjätunnuksella ja salasanalla. Kirjautumisen jälkeen varmistetaan, että sovellukset ovat nähtävillä ja käytettävissä Work Resources -sivustolla. Sivustolle kaikki etäsovellukset ilmaantuvat omalla kuvakkeellaan, jota painamalla ne voidaan avata. Useasti käyttäjä ei edes huomaa, että ajettavaa sovellusta tai ohjelmaa käytetään verkon yli palvelimelta eikä omalta koneelta.



Kuva 12. RDWeb-sivuston kirjautumissivun ja etäsovellusten näkymä

Palveluun kirjautuneiden käyttäjien istuntopaikat näkyvät myös VDI-isäntäkoneella Connection-ikkunassa. Käyttäjien istuntopaikat voidaan hallita esimerkiksi katkaisemalla yhteys tai asettamalla istunnolle aikaraja sekä myös muilla tavoin. Alla olevassa kuvassa on esitetty RDS-palvelujen hyödyntäminen käyttäjän omalla käyttäjätunnuksella.





Kuva 13. Virtuaaliressurssien jakaminen ja käyttö

#### 4.6 Virtuaalikoneisiin perustuva toteutus (Virtual machine -based skenario)

Tässä kappaleessa käydään läpi virtuaalikoneisiin pohjautuva poolikohtainen työpöytä (Pooled Virtual Desktop) – toteutusskenaario, jolloin virtuaalityöpöytä perustuu mallikoneeseen. Virtuaalityöpöytiä kloonataan ja järjestelmään tuodaan jo valmiita pohjia (engl. template).

Jotta virtuaalikoneita voitaisiin luoda, tarvitaan toimiva mallikone, josta otetaan levykuva. Levynkuvan avulla on mahdollista kloonata samaa merkkiä ja mallia olevia työasemia, jonka jälkeen ne ovat identtisiä mallikoneen kanssa. (Saastamoinen 2009.)

##### 4.6.1 Uuden virtuaaliverkon luominen

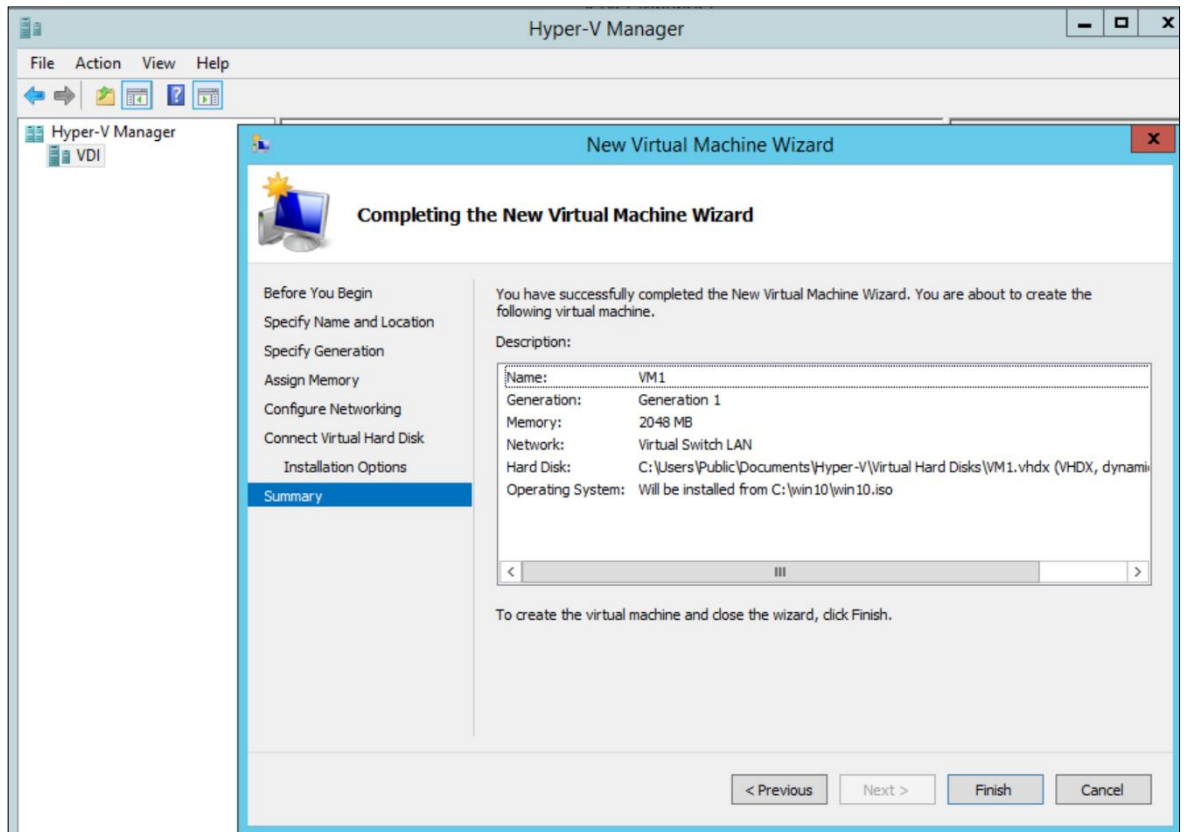
Virtuaalityöasemien asennus ja hallinta edellyttää Hyper-V roolia, joten aluksi avataan Hyper-V Manager ja valitaan VDI-palvelin, jolle virtuaalikoneet halutaan asentaa. VDI- infrastruktuurin käyttöönoton asennusvaiheessa jätettiin virtuaalikytkin (virtual switch) tekemättä, joten se luodaan seuraavaksi, jotta virtuaaliverkot voidaan ajaa sen kautta. Se luodaan Hyper- V konsolin Virtual Switch Manager -painikkeen avulla ja määritellään nimeksi Virtual Switch LAN. Sen jälkeen virtuaalinen kytkin asetetaan external (ulkoisen) tilaan. External -virtuaaliverkko mahdollistaa virtuaalikoneen tai palvelimen pääsyn ulkoverkkoi-

hin, muissa palvelimessa sijaitseviin virtuaalikoneisiin sekä isäntäosion ulkopuolisiin resursseihin. Viimeisenä toimipiitenä valitaan Connection type -kohdasta fyysinen verkkoadapteri ja hyväksytään toiminnot OK -painikkeella, jolloin virtuaaliverkko luodaan.

#### **4.6.2 Virtuaalikoneen luominen**

Virtuaalikytkimen määrittelyn jälkeen valitaan Hyper-V konsolin oikeapuoleisesta Actions-paneelistä New Virtual Machine -toiminto. Ohjelmiston käynnistyessä avautuu New Virtual Machine Wizard- tuontivelho, jonka avulla voidaan määrittää halutut asetusarvot virtuaalikoneille. Nimetään kone – VM1 ja annetaan sille käyttöön 2048 MB RAM-muistia isäntäkoneelta. Muistin määrä riippuu asennettavasta vieraskäyttöjärjestelmästä (Guest Operating System) ja muistia kannattaa varata vähintään järjestelmän valmistajan muistisuosituksen verran.

Seuraavassa Configure Networking ikkunassa valitaan verkkoadapteri verkkoyhteyttä varten ja virtuaalinen kytkin (Virtual Switch LAN), joka jo aikaisemmin luottiin. Connect Virtual Hard Disk -vaiheessa käytetään oletusasetuksia, jolloin luodaan uusi virtuaalinen levyasema (vhdx) sekä määritellään sen nimi, koko ja sijainti. Virtuaalikone voidaan luoda myös käyttämällä jo valmiina olevaa vhdx-tiedostoa, mutta tässä tapauksessa tehdään uusi virtuaalinen levyasema. Seuraavaksi määritetään tapa, jolla asennetaan käyttöjärjestelmä virtuaalikoneelle. Vieraskäyttöjärjestelmän (Guest Operating System) asennusta varten käytetään jo aikaisemmin tehtyä Windows 10 PRO käyttöjärjestelmän (win10.iso) levykuvaa. Lopuksi asennusohjelma näyttää yhteenvedon uuteen virtuaalikoneeseen tehtävistä asetuksista, joten tehtävä voidaan viimeistellä painamalla Finish-painiketta. Alla olevassa kuvassa on esitelty VM1- virtuaalikoneen asetukset.



Kuva 14. Yhteenvedo VM1-virtuaalikoneen asetuksista

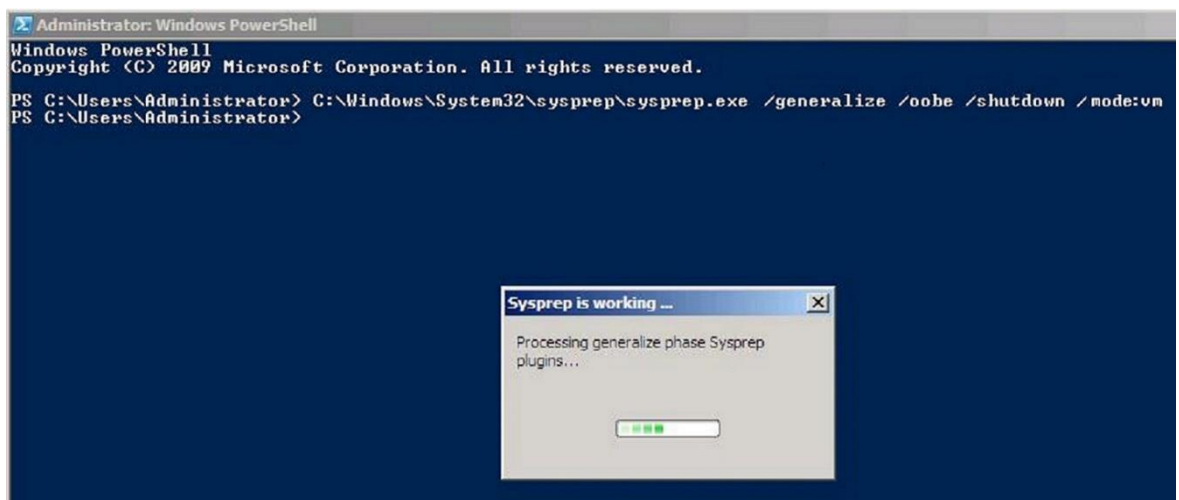
Asennuksen päätyttyä ilmestyy VM1-virtuaalikone Hyper-V keskipaneeliin ja hallintatoimien Action-paneeliin. Käynnistetään virtuaalikone ja asennetaan sille mahdolliset käyttöjärjestelmän päivitykset Windows Updatella. Päivitysten lisäksi mallikoneelle voidaan tehdä tarvittaessa muita paikallisia asetusmuutoksia ja asennuksia, jotka periytyvät sitten uusille virtuaalityöpöydille.

#### 4.6.3 Levykuvan toteutus sysprep- työkalulla

Alkuperäistä virtuaalikonetta, jonka asetukset kopioidaan uusille virtuaalityöasemille, sanotaan mallikoneeksi. Jotta voitaisiin käyttää VM1-konetta VDI-infrastruktuurin malli- ja pohjakoneena, niin koneesta pitää poistaa tietokonekohtaiset identiteettitiedot käyttöjärjestelmän asennuksesta. Sysprep (System Preparation) -työkalun avulla mallikoneen asennus valmistellaan levykuvan tekemistä varten. Sysprep poistaa koneesta kaiken yksilöllisen tiedon, kuten esimerkiksi tietokoneen nimen, käyttäjätilit, käyttöjärjestelmän lisenssikoodin sekä SID (Security Identifier) – merkkijonon tiedot, jonka avulla voidaan identifioida tietokone tai ohjelma. Sysprep-työkalulla Windows- asennus valmistellaan levykuvan tekemiseen, ottamiseen ja levittämiseen. Levykuva sisältää käyttöjärjestelmän, asennetut

ohjelmistot, sovellukset ja paikalliset asetukset, ja kun tämä levykuva monistetaan ja otetaan käyttöön työpöytäkokoelmissa, aloittavat uudet virtuaaliset työpöydät siitä tilanteesta missä levykuva oli otettu (Oja 2015).

Ensin tehdään nämä tärkeät muutokset VM1 -mallikoneeseen ennen koneiden kloonamista. Sysprep.exe-työkalu sijaitsee Windows \system32\sysprep- hakemistossa, joten sitä ei tarvitse asentaa erikseen. Avataan Windows PowerShell komentotulkki järjestelmävalvojan oikeuksilla ja asetetaan mallikone sysprep -tilaan suorittamalla sysprep.exe /generalize /oobe /shutdown /mode:vm -komento, jonka jälkeen avautuu alla olevan kuvan mukainen ilmoitusikkuna ja hetken päästä kone sammuu automaattisesti.



Kuva 15. Levykuvan toteutus Sysprep-työkalun avulla

#### 4.6.4 Checkpoints

Checkpoints joka aiemmin tunnettiin nimellä snapshots, on Hyper-V:ssä oleva erinomainen työkalu, joka mahdollista nopean ja helpon tavan palauttaa virtuaalikone aiempaan tilaan. Virtuaalikoneiden tarkastuspisteet on tarkoitettu pääasiassa käytettäväksi ympäristön kehittämiseen ja testaamiseen. Tämä työkalu kaappaa ja tallentaa virtuaalikoneen tilan, tiedostot sekä kovalevyn kokoonpanon tiettyihin tarkastuspisteisiin, joihin tarvittaessa virtuaalikone voidaan palauttaa, jos tehdyt muutokset aiheuttivat ongelmia. (Microsoft 2016a.)

#### 4.6.5 Poolikohtaisten virtuaalityöpöytien kokoelman luonti (Pooled virtual desktop collection)

Mallikoneen valmistelun jälkeen voidaan aloittaa virtuaalityöpöytien kokoelman luominen monistamalla luotu levykuva uusille virtuaalityöpöydille. Kuten on edellisissä kappaleissa kerrottu, Microsoft tarjoaa virtuaalityöpöydille soveltuvia VDI-skenaarioita: poolikohtaiset ja

henkilökohtaiset virtuaalityöpöydät, jolloin RDS-palvelut hallitsevat poolikohtaisten työpöytien automaattista rakentamista.

Poolikohtaisten virtuaalityöpöytien kokoelma tarjoaa seuraavat ominaisuudet:

- Automaattisesti luotuja virtuaalityöpöytiä, tietoturvapäivityksiä, sovelluksia, jotka pohjautuvat mallikoneeseen.
- Virtuaalikoneiden siirto (Live Migration) alustalta toiselle tapahtuu paikallisen välimuistin avulla.
- Käyttäjäprofiililevyn tuki. Käyttäjäprofiilin tiedot tallentuvat erilliselle virtuaalilevyille, jonka ansiosta käyttäjän tekemät profiili -asetusmuutokset pysyvät muuttumattomina. (Microsoft 2013b.)

Luodaan poolikohtaiset virtuaalityöpöydät RDVH-palvelun kautta valitsemalla Virtual Desktop Collection -painike, jonka jälkeen asennuksen alkuvaiheessa määritellään kokoelman nimeksi VDI collection sekä valitaan kokoelman tyyppi - Pooled virtual desktop collection. Specify the virtual desktop -asennusvaiheessa, kun järjestelmä tunnistaa mallikoneen, ilmestyy ikkuna missä ilmoitetaan löytyneen VDI1-mallikoneen nimi. Sitten asetetaan oikea aikavyöhyke, valitaan jesvar.localdomain toimialueeksi sekä organisaatioyksikkö, johon koneet sijoitetaan.

Specify users and groups -ikkunassa on oletuksena kaikki toimialueen varmennetut käyttäjät, jotka saavat käyttää virtuaalityöpöytiä, joten siirrytään seuraavaan kohteeseen, jolla määrätään kokoelman työpöytien määrä. Tässä kohtaa oli mietittävä ja laskettava VDI-isäntäkoneen resursseja virtuaalikoneiden suhteen, kuinka monta virtuaalikoneita voidaan luoda. Edellisissä kappaleissa virtuaalikoneiden keskusmuistin kokoa määriteltäessä muistin määrä rajattiin mahdollisimman vähäiseksi ja annettiin virtuaalikoneelle käyttöön alin mahdollinen määrä - 2 GB keskusmuistia, jotta virtuaaliympäristöä pyörittävän VDI-isäntäkoneen 8GB muistia riittäisi kaikille uusille virtuaalityöpöydille. Vaikka VDI-koneen muistin määrä on tarkoitettu lähinnä tavalliseen työasemaan eikä palvelinkäyttöön, kokeillaan kuitenkin luoda kaksi virtuaalityöpöytää, seuraten samalla kuinka paljon resursseja niiden pyörittäminen vie isäntäkoneelta.

Seuraavaksi nimetään virtuaalikoneet VDVM etuliitteellä ja jälkiliitteellä 0 ja 1, jotka tulevat näkyviin Hyper-V:ssä sekä toimialueen AD:ssa. Specify virtual desktop storage -ikkunassa on kolme tapaa, jolla voidaan tallentaa virtuaalikoneet. Tallennetaan virtuaalikoneet VDI-palvelimelle, C:\VM -tiedostokansioon. Tallennustapa riippuu koneiden määrästä, virtuaalisoinnin roolista ja organisaation ympäristöstä. Valitaan ensimmäinen tapa, jolloin virtuaalityöpöydät voidaan tallentaa jokaiselle RDVH-palvelimelle erikseen. Tämä tallennusratkaisu ei ole kovinkaan vikasietoinen ja se sopii enimmäkseen käytettäväksi pienemmissä ympäristöissä, joissa on yksi (ainoa) palvelin käytössä, toteutus on hyvin rajattu ja mahdolliset häiriötilanteet ja riskit on tiedostettu (Oja 2015).

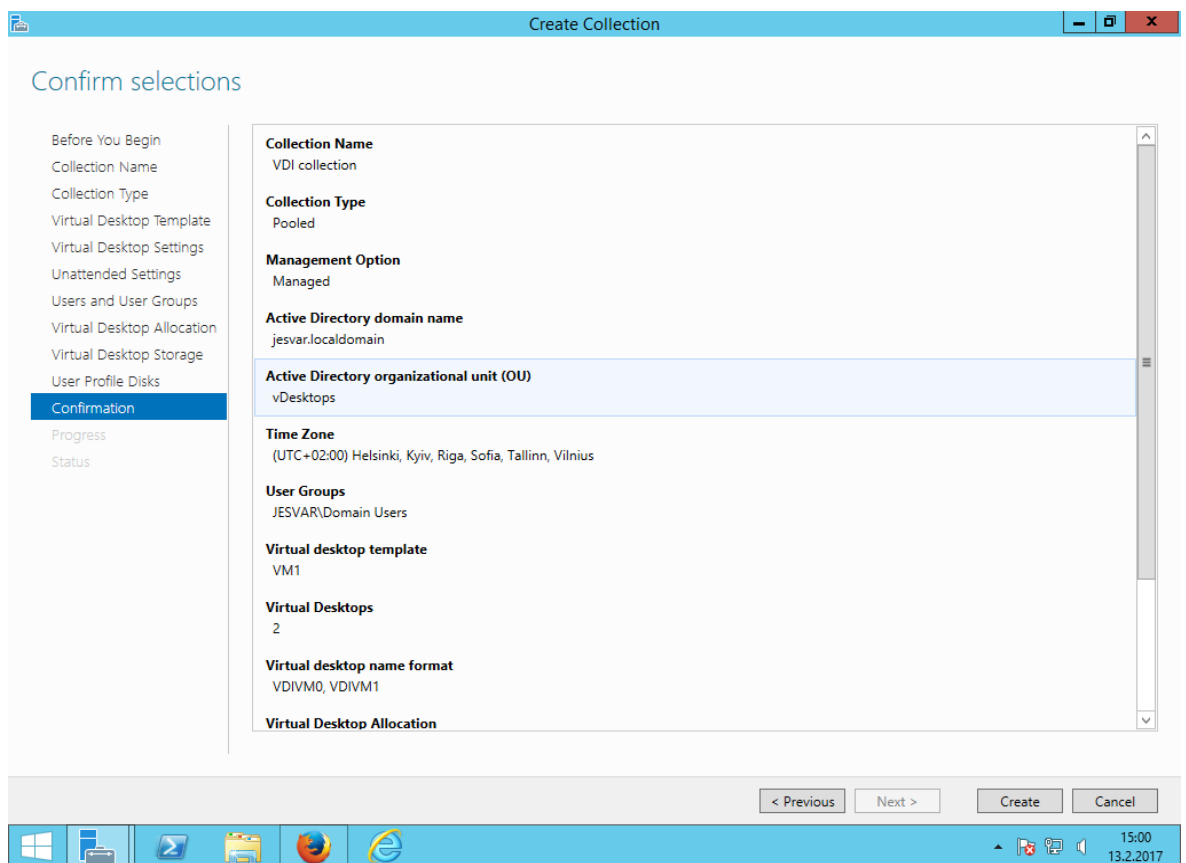
Toinen tallennustapa on luoda jaettu tiedosto, johon virtuaalityöpöydät ja virtuaalikiintolevyt tallentuvat ja josta ne voidaan ottaa käyttöön.

CSV (Cluster Shared Volumes) on yksi Windowsin tarjoamista korkean käytettävyyden komponenteista. Klusterissa käytettävä tallennusratkaisu mahdollistaa useamman klusterin noodin luku- ja kirjoitusoperaatiot samalle levyalueelle (LAN) yhtä aikaa. CSV on jaettu levy, joka sisältää NTFS tai ReFS tiedostojärjestelmän (Windows Server 2012 R2:n levyprovisioitu NTFS ja ReFS tiedostojärjestelmillä). (Microsoft 2016b.)

Klusteroinnilla saadaan korkeaa käytettävyyttä niin, että vikatilanteissa resurssit siirrettään vikaantuneelta noodilta klusterin muille noodeille. (Microsoft TechNet 2013.)

Klusteriin lisättävien virtuaalikoneiden kiintolevyjen ja konfiguraatiodiestojen on suotavaa sijaita CSV-levyllä, jotta vikasietoisuus ongelmatilanteissa toteutuu (Perkiö 2012).

Seuraavaksi määritellään käyttäjäprofiilien tallennuspaikka ja vahvistetaan kokoelman luominen create -painikkeella, jolloin kloonatut virtuaalikoneet ilmestyvät Hyper-V:hen, organisaation aktiivihakemistoon sekä Server Manager RDS -collection ikkunaan. Alla olevassa kuvassa on esitetty kokoelmaan tehtyjen asennusmääräyksien yhteenveto.



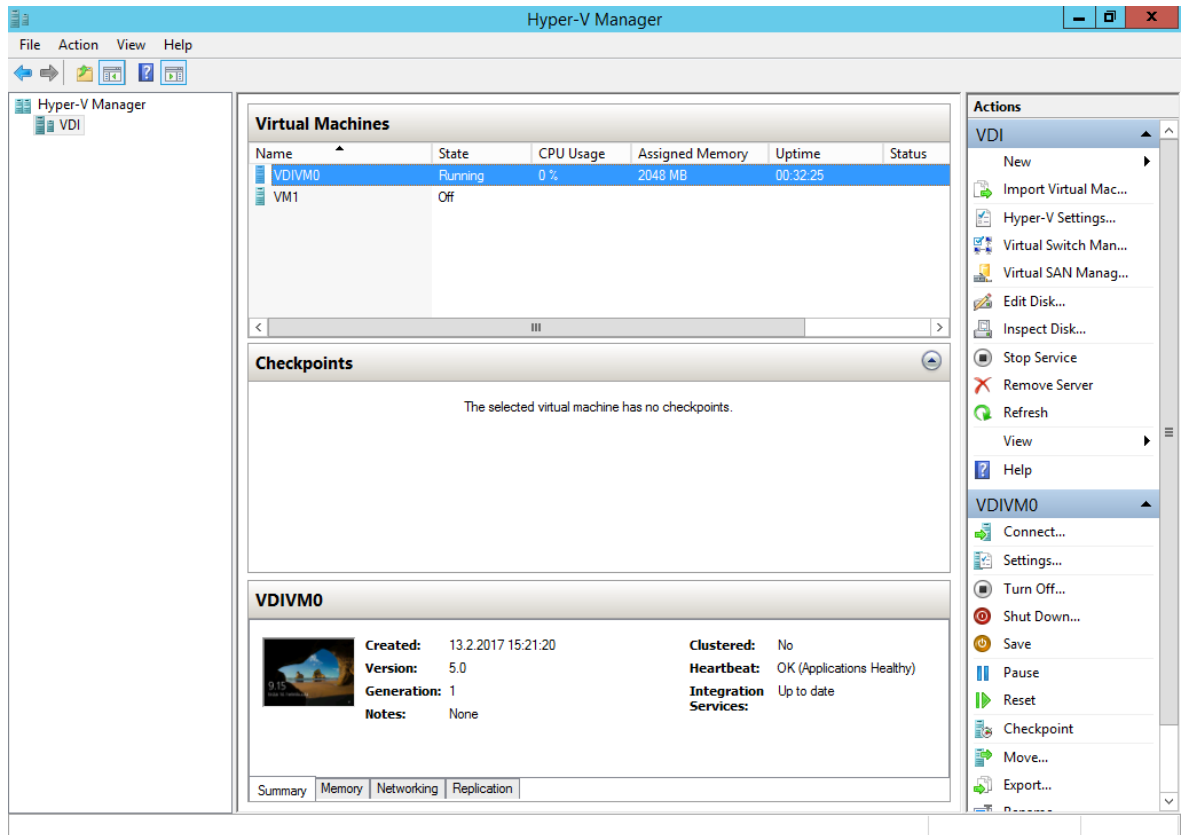
Kuva 16. Poolikohtaisten virtuaalityöpöytien kokoelman luonti

#### **4.6.6 Virhetilanteen raportoiminen**

Kokoelman rakentamisessa ilmeni virhetilanne, jolloin poolikohtaisten työpöytien kokoelman luominen jäi puolittaiseksi - vain yksi kahdesta virtuaalikoneesta ilmestyi palvelimelle. Kerättyjen tietojen perustella tiesimme aikaa menevän asennukseen noin 10 minuuttia jokaista luotavaa virtuaalityöpöytää kohden. Huomasimme kuitenkin ongelmakohtia ihan asennuksen alkuvaiheessa, jossa ilmaantui viivettä virtuaalityöpöytien luomisessa. Kahden virtuaalityöpöydän luominen kesti erittäin kauan – yli kuusi tuntia, minkä heti koimme ongelmalliseksi ja asia laitettiin muistiin myöhemmin selvitettäväksi. Kuitenkin luulimme, että todennäköisemmin ongelma johtui resurssien puutteesta. Vikatilanteen selvittäminen aloitettiin välittömästi asennuksen päätyttyä. Virhetilanteen syytä selvittäessämme huomasimme, että VDI-palvelimen 8GB:n RAM-muistista 7,9 GB on jo käytössä, joten oletimme, että resursseja ei riittänyt toisen VDIVM1-virtuaalityöpöydän luomiseen. Tässä tapauksessa ongelma voitaisiin ratkaista lisäämällä koneeseen ylimääräisiä muistimoduuleja, mutta se ei kuulu projektin toteuttamiseen, eikä sitä voida toteuttaa tässä opinnäytetyössä.

#### **4.6.7 Palvelun testaaminen**

Tässä kappaleessa testataan poolikohtaisten virtuaalityöpöytien toimintaa asiakas- ja VDI-koneilta. Seuraavaksi tarkistetaan myös sisältääkö kloonattu kone täsmälleen samat ominaisuudet ja tiedot kuin mallikone. Mallikoneen pohjaa tehdessä, asensimme sille Windows 10 Pro käyttöjärjestelmän, teimme tarvittavat tietoturvapäivitykset sekä poistimme kaiken yksilöivän tiedon sysprep -työkalun avulla. Näin ollen ensimmäiseksi tarkistetaan, onko luotu VDIVM0 -kone identtinen VM1-mallikoneen kanssa. Toisessa vaiheessa varmistetaan, että VDI-kokoelma on saatavilla RDWeb-sivustolla ja testataan RDS-palvelujen toimintaa ottamalla yhteyttä asiakaskoneelta VDI-kokoelmaan. Huolimatta siitä, että toista VDIVM1-konetta ei oltu luotu, VDIVM0 ilmestyi kaikkiin tarvittaviin testiympäristön sektoreihin: Hyper-V:n hallintakonsoliin, AD-toimialueen vDesktops- hakemistoon, sekä RDS-palvelujen välilehteen Server Managerilla. Kuvassa NRO on esitetty Hyper-V -hallintakonsoliin ilmestynyt VDIVM0-poolikohtainen virtuaalityöpöytä.



Kuva 17. VDIVM0-poolikohtainen virtuaalityöpöytä Hyper-V hallintaikkunassa

Todellisessa toteutuksessa uudet virtuaalityöpöydät automaattisesti saavat oman IP-osoitteen verkko DHCP-palvelimelta. Testiympäristöä luodessa, DHCP-palvelimen toiminta rajattiin työstä pois, joten IP-asetukset on tehtävä manuaalisesti. Hyper-V -hallintakonsolin kautta käynnistetään VDIVM0, kirjaudutaan sisälle, jonka jälkeen määritellään sille verkon IP-osoitteeksi 172.28.225.9. Seuraavaksi tarkistetaan, perii tämä virtuaalikone alkuperäisen VM1-pohjakoneen järjestelmäominaisuudet. Tietokoneen järjestelmän tiedoista näkyy, että VDIVM0:lle on asennettu viimeiseen versioon päivitetty Windows 10 Pro käyttöjärjestelmä sekä annettu sen käyttöön 2GB RAM-muistia.

Tässä opinnäytetyössä testataan virtuaalityöasemien -ja sovellusten toimivuutta omassa testiympäristössä. Palvelujen testaaminen verkon ulkopuolelta kuitenkin rajautuu ulos tämän opinnäytetyön tavoitteista.

Seuraavaksi testataan poolikohtaisen virtuaalityöpöydän käynnistymistä sekä VDI-palvelun toimivuutta asiakas -koneelta. Käyttäjän (Juhani J) työasemalta kirjaudutaan VDI-palveluun, jossa nähdään VDI-kokoelman ilmestyneen Work Resources- sivustolle. Valitaan kokoelma, jonka jälkeen avautuneessa ikkunassa sallitaan yhteyden muodostaminen VDI-resursseihin. Yhteyden muodostamisessa ei ilmennyt ongelmia, vaikka ensimmäinen si-



säänkirjautuminen ja virtuaalityöpöydän käynnistyminen kestivät kauan. Virtuaalityöpöydän käynnistyttyä esiin tulee työpöydän näkymä, joka on identtinen Windows10 Pro:n kanssa.

Edellisissä kappaleissa tutkittiin poolikohtaisten virtuaalityöpöytien toimintaperiaatetta, josta saatiin selville, että käyttäjän otettua yhteyttä virtuaalityöpöytään, saa käyttäjä käyttöön varannosta vapaana olevan koneen. Käyttäjä ei voi määrittää etukäteen minkä virtuaalityöpöydän hän saa käyttöönsä, onko se VDIVM0 tai VDIVM1. Vaikka poolikohtaisten virtuaalityöpöytien kokoelman toiminnan seuraaminen rajoittuu kuitenkin ainoastaan yhteen VDIVM0-virtuaalityöpöytään, käydään tarkistamassa sen työpöydän nimi Windows PowerShellista. \$env:computername -komennon avulla saadaan näkyviin, että VDIVM0-niminen työpöytä oli määritelty kyseisen käyttäjän (Juhani J) käyttöön. Mikäli onnistuttaiisiin täydellisen kokoelman luomisessa, voitaisiin tarkistaa useiden virtuaalityöpöytien toiminta.

Virtuaalityöpöydän käynnistyminen ja etäsovellusten testaaminen sujuivat helposti ja vaivattomasti. Poolikohtaisten virtuaalityöpöytien kokoelman toiminto testattiin kirjautumalla sille kahdesta käyttäjien työasemasta ja virtuaalityöpöydän käynnistyminen meni läpi ongelmitta. Istuntojen todettiin toimivan sujuvasti. Virtuaalityöpöydän perussovellusten ja ohjelmistojen käyttö, sekä tiedostojen luominen ja hallinta onnistuivat. Ohjelmistot, sovellukset sekä luodut dokumentit avautuivat todelliseen kokoonsa. Virtuaalityöpöydän näkökulmasta sen toimintaympäristö sekä graafinen käyttöliittymä eivät eroa mitenkään fyysisestä työasemasta. Toteutettu virtuaalinen testiympäristö täyttää sille ennalta määritellyt vaatimukset ja RDS-palvelut mahdollistavat sovelluksien ja virtuaalityöpöytien julkaisun ja käyttäjän helpon pääsyn omille virtuaalityöpöydille ja etäsovelluksille.

## **5 Työasemien virtualisointi – toteutus 100 käyttäjille**

Työasemien virtualisointi on yleensä kallis projekti. Jos vertaillaan työasemien virtualisoinnin käyttöönoton kustannuksia siihen, että kaikki fyysiset työasemat vaihdettaisiin uusiin, voidaan sanoa, että vanhan työympäristön korvaaminen uudemmilla koneilla lienee halvempi vaihtoehto, varsinkin jos puhutaan pienistä yrityksistä.

Tässä kappaleessa käydään läpi sadalle käyttäjälle tarkoitettua VDI:n ratkaisua, vertaillen kolmen suurimman valmistajan - Microsoft RDS VDI:n, Citrix XenDesktop VDI:n ja VMware Horizon View:n lisenssien ja tilausten kustannuksia. Tätä tutkimusta ja hintaver-

tailua organisaatio voi hyödyntää virtuaalisoinnin suunnittelun budjetoinnissa. Lisäksi tutkitaan mitä teknisiä vaatimuksia ja toimintaedellytyksiä laitteistolta vaaditaan tehokkaan kattavan palvelun tarjoamiseen.

Käytännön kokemuksen riittämättömyys estää kuitenkin arvioimasta luotettavasti projektin kustannuksia, joten seuraavat laskelmat sekä laitteistojen kokoonpanot perustuvat ainoastaan yleisiin internetistä kerättyihin tietoihin, jotka voivat merkittävästi poiketa todellisista liiketoimintasuunnitelmista.

## 5.1 CPU

Lasketaan, montako palvelinta tarvitaan sadan virtuaalityöaseman käyttöönottoon. Jokaiselle prosessorin ytimelle asetetaan yleensä 5-6 virtuaalikonetta ja näin saadaan  $100\text{VM}(\text{virtuaalikonetta}) / 5\text{ydintä} = 20\text{ydintä}$  sadan virtuaalityöpöytien ajamiseen. Tällöin tarvitaan kaksi palvelinta, joista molemmissa on kaksi kuusi ytimistä suoritinta. Saadaan yhteensä  $(2 \times 6) \times 2 = 24$  ydintä, jotka riittävät sadan virtuaalityöpöydän toiminnan tukemiseen. Katsotaan vielä toinen esimerkki, jossa tutkitaan tilannetta, missä käytössä on yksi palvelin, joka on varustettu kahdella kahdeksan ytimen prosessorilla. Näin saadaan:  $2\text{CPU} \times 8\text{ydintä} \times 6\text{VM} = 96\text{VM}$ . Toisin sanoen, palvelimen prosessori määrää sillä pyörítettävien virtuaalityöpöytien määrän. Mitä enemmän ytimiä prosessoriin sisältyy, sitä enemmän sillä voidaan ajaa virtuaalikoneita. Edellä esitetyn perustella voidaan siis päätellä, että sadan virtuaalityöpöydän ajamiseksi tarvitaan yksi tai kaksi palvelinta, suoritintimien määrästä riippuen.

## 5.2 RAM

RAM -muistin pitää riittää sadan virtuaalityöpöydän ajamiseen. Yksi virtuaalikone Windows -käyttöjärjestelmällä vie vähintään 2Gb muistia, niin tarvitaan  $100 \times 2 = 200\text{Gb}$  muistia, joka jaetaan kahden palvelimen välillä, eli vähintään 100GB RAM -muistia per palvelin.

## 5.3 Tallennusjärjestelmä

Vaatimukset tallennusjärjestelmän suorituskyvylle ovat haastavia. Kaikkien virtuaalikoneiden samanaikaista käynnistyshetkeä kutsutaan Boot Storm:iksi, ja tallainen isku aiheuttaa järjestelmälle hyvin suuren kuorman, jolloin järjestelmän suorituskyky heikkenee. Tällöin tallennusympäristön pitää olla varustettu nopeilla levyillä, joiden tallennuskapasiteetti ja tiedonsiirto- ja kirjoitusnopeus takaavat korkean tuottavuuden sekä jatkuvan suorituskyvyn jopa työkuormilla, silloin kun montaa virtuaalikonetta kytketään, sammutetaan ja ajetaan samanaikaisesti.

## 5.4 Thin Client

Päätelaitteina käytetään kevyitä päätelaitteita (Thin Client). Ne ovat olennainen osa VDI-infrastruktuuria ja soveltuvat käytössä olevien työpöytä-tietokoneiden korvaamiseen. Päätelaitteella ei ole omaa kiintolevyä tai paikallista tallennustilaa ja kaikki sovellukset ja tiedot tallennetaan keskitetysti palvelimeen, josta ne myös otettavissa käyttöön. (Devonit 2017.)

## 5.5 Lisensointi

Virtuaalityöpöytien lisensointi koostuu kolmesta osasta: lisenssi VDI-tuotteelle, Microsoftin lisenssi tai tilaus, sekä lisenssi virtuaalisointialustalle. Lisensointi riippuu VDI-infrastruktuurin käyttötavasta sekä laitteistosta, joista otetaan yhteys virtuaalisiin resursseihin. VDI-tuotteen käyttöönotto vaatii myös palvelinkäyttöjärjestelmälisenssiä. Tässä tapauksessa käytetään kaikkiin VDI-ratkaisuihin samanlaista palvelinkäyttöjärjestelmää Windows Server 2012R2 Standard, joka soveltuu hyvin kevyesti virtuaalisoituihin ympäristöihin. Markkinoilla Windows Server 2012R2 lisenssin hinta vaihtelee 800-900€ välillä, riippuen toimitajasta sekä palvelimen prosessoreiden lukumäärästä. Hyper-V -alusta kuuluu Windows Server 2012 käyttöjärjestelmään ja sen käyttöoikeuden hinta sisältyy jo käyttöjärjestelmälisenssin hintaan.

Microsoft tarjoaa kaksi VDI-infrastruktuurin käyttötapaa:

- Perinteisestä Windows®-työpöydästä tai kannettavasta tietokoneesta.
- Thin Client- tai Non-Windows®-käyttöjärjestelmästä (iPadit ja muut tablet-laitteet) (Emerset 2016).

Microsoftin VDI tekniikka sopii parhaiten pienille installaatioille ja se on vertailtavista tuotteista halvin ratkaisu, sillä sitä varten ei tarvitse ostaa kolmannen osapuolen VDI-tuotteiden ylimääräisiä lisenssejä.

Jotta voidaan ottaa yhteys RD Session Host palveluun, tarvitaan käyttäjäkohtaista tai laitekohtaista RDS CAL-lisenssiä (Microsoft TechNet 2016).

VDI-lisensointi riippuu laitteista, joista käytetään VDI-infrastruktuuria. Kun käytetään VDI-infrastruktuuria perinteisestä Windows®-työpöytää käyttävästä tietokoneesta tai kannettavasta tietokoneesta, pitää kuulua Microsoft® SA (Software Assurance) lisenssi-ohjelmiston piiriin. SA lisenssi vaaditaan, jotta päästään Windows Client OS -virtuaali-instanssiin. (MicrosoftTechNet Video 2013.)

Jos halutaan käyttää Microsoft VDI -infrastruktuuria laitteista, jotka eivät kuulu SA:n piiriin, niin tarvitaan Windows VDA (Virtual Desktop Access) vuoden tilausta. VDA tilaus mahdollistaa pääsyoikeuden Windows-virtuaalikopioihin ei SA tai Non-Windows® OS -laitteille. Lisenssi salli Windowsin käyttöjärjestelmän etäkäytön sellaisissa laitteissa kuten esimerkiksi Thin Client, Zero Client, älypuhelimet sekä kolmannen osapuolen laitteet. (Tech-Target 2013.) Windows® VDA on laitekohtainen tilaus, joka on suunniteltu auttamaan organisaatioita lisensoimaan laitteita, joilla ei ole oikeutta Windows® Client SA:n käyttöön. VDA-lisenssi vaaditaan kaikille kevyille päätelaitteille - riippumatta laitteen tai käyttöjärjestelmän tyypistä. Tässä taulukossa on esitetty VDI-käyttöönottoon tarvittavat lisenssit ja tilaukset, tapauksessa jos VDI-infrastruktuuri käytetään Ei Windows (Non-Windows® OS) laitteista.

Taulukko 1. Lisensointi

VDI-toimittajat	Käyttöjärjestelmä-lisenssi	Microsoft VDA-tilaus	VDI-lisenssit
Microsoft RDS VDI	Microsoft Windows Server 2012 R2 Standart ~850€	Microsoft VDA (Virtual Desktop Access) ~90€laite/vuosi (Microsoft 2012).	Organisaatio on katettu Microsoft® Office Volume Licensing tai Software Assurance(SA) -tuotteella, joka sisältää VDI mahdollisuudet
Citrix XenDesktop VDI	Microsoft Windows Server 2012 R2 Standart ~850€	Microsoft VDA (Virtual Desktop Access) ~90€laite/vuosi (Microsoft 2012).	XenDesktop VDI Edition User/DevicePerpetual License ~95€ (Citrix Store 2017).
VMware Horizon View	Microsoft Windows Server 2012 R2 Standart ~850€	Microsoft VDA (Virtual Desktop Access) ~90€laite/vuosi (Microsoft 2012).	VMware Horizon Advanced (named user) ~346€/kpl. (VMware Store 2017).

VMware Horizon View -tuotteen lisenssin hinta oli yksi vertailun kalleimmista. Tuotteen lisenssiä ei myydä yksitellen, vaan se hankitaan VMwaren kokonaisratkaisuna – kymmenen käyttäjää/paketti (VMware Store 2017).

VDI:n lopullinen käyttöönotto edellyttää tarpeiden kartoittamista sekä vaatii yksityiskohtaista perehtymistä lisenssiohjelmistoihin, joten tässä toteutuksessa emme kuitenkaan pystyneet tarkasti arvioimaan Microsoftin VDI-lisenssien kaikkia kustannuksia ja jätimme tämän asian tulevaisuuteen tutkittavaksi.

## 6 Pohdinta

Opinnäytetyön aihe avasi meille tekijöille uuden näkökulman tietotekniikasta. Opinnäytetyön käytännön toteutuksen aikana havaittiin, että onnistunut työasemien virtualisoinnin toteutus edellyttää huolellista suunnittelua ja monipuolista osaamista sekä niin laite- kuin henkilöstöresursseja. Työasemien virtualisointi kannattaa tehdä projektina, mikä on hyvin suunniteltu ja valmistelu.

Opinnäytetyö jaettiin teoria- ja toteutusosaan. Molemmat opinnäytetyöntekijät työskentelivät toteutuspuolella Haaga-Helian laboratorioympäristössä, jossa työtä tehtiin arkipäivisin sekä osittain viikonloppuisin. Raportin työstäminen jaettiin siten, että toinen meistä kirjoitti laboratoriossa tehdyn työn osuuden ja toinen kirjoitti teoriaosuuden. Opinnäytetyön tekemisen tueksi perehdyttiin aihealueesta haettuun lähdemateriaaliin.

Opinnäytetyön tekemiselle asetettu tavoite saavutettiin, vaikka työ alussa tuntuikin vaikealta. Käytännössä haasteet liittyivät laiteresursseihin sekä omaan osaamiseemme työn aiheesta. Aihealueeseen laajempi ja syvempi perehtyneisyys olisi nopeuttanut työn alkun pääsemisessä.

Opinnäytetyössä perehdyttiin kolmeen eri työpöytävirtualisointiratkaisuun: Microsoft DVI, VMware Horizon View ja Citrix XenDesktop. Kaikki ovat erilaisia ratkaisuja, mutta kaikilla saavutetaan sama lopputulos. Ratkaisujen paremmuuden arviointia ei ole mahdollista tehdä ilman ratkaisun testaamista käytännössä: mitkä ovat ratkaisun heikkoudet ja vahvuudet. Opinnäytetyöntekijöiden näkökulmasta Microsoft VDI nähtiin muihin verrattuna helpompana ratkaisuna, joka valittiin toteuttamiskohteeksi ja toimiva VDI -ympäristö rakennettiin.

Virtualisointiratkaisut soveltuvat niin pienille kuin suuremmille yrityksille. Harjoitustyön teon aikana havaittiin, että virtualisoinnin avulla saavutetaan etuja ja uusia mahdollisuuksia, matkan varrella on hyvä varautua myös haasteisiin, mitkä eivät kuitenkaan ole ylittämättömiä. VDI tarjoaa helpon työpöytävirtualisointiratkaisun ja sitä voi käyttää paikasta riippumatta. Microsoft VDI -ratkaisu on helppo ottaa käyttöön Microsoft Server 2012 -ympäristössä. Meidän opinnäytetyöntekijöiden näkökulmasta Microsoftin VDI on sopivin ratkaisu pienille yrityksille.

Tutkimuksen kohteena virtualisointi aiheena on ollut mielenkiintoinen: käytännössä tehty harjoitustyö on auttanut meitä ymmärtämään työpöytävirtualisoinnin perusrakenteen sekä

hahmottamaan eri vaiheiden merkityksen kokonaiskuvan luomisessa. Opinnäytetyön tekemisen aikana saavutettua osaamista virtualisoinnin alueelta voidaan hyödyntää tulevaisuudessa työtehtävissä. Opinnäytetyön tekeminen antoi meille valmiuksia pohtia omaa osaamista ja It-alan jatkuvaa kehitystä. Virtualisointia voidaan pitää kasvavana teknologian alueena tulevaisuudessa.

Jatkotutkimusaiheena virtualisoinnin tutkiminen laajemmasta näkökulmasta voisi hyödyntää lähitulevaisuudessa yrityksiä, jotka hakevat ratkaisuja työn tekemisen helpottamiseen ajasta ja paikasta riippumatta.

## 7 Lähteet

Alloway, A. 2015. VMware Horizon View High Availability. Pack Publishing Ltd. Birmingham, UK. Luettavissa: <http://ezproxy.haaga-helia.fi:2188/9781785287398>. Luettu: 07.5.2017.

Beerens, I. 2017. Blog about virtualization and cloud. Luettavissa: <https://www.ivobee-reens.nl/2014/04/09/vmware-horizon-6-whats-new/>. Luettu 07.5.2017.

Citrix. Introducing XenDesktop. Luettavissa: [https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en\\_us/documents/products-solutions/xendesktop-product-overview.pdf](https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en_us/documents/products-solutions/xendesktop-product-overview.pdf). Luettu: 07.5.17.

Citrix User Group Finland, 2017. Citrixin historia. Luettavissa: <http://cug.fi/citrix/historia/>. Luettu: 25.4.2017

Citrix Systems Inc. 2017 a. Yleistä. Luettavissa: <https://www.citrix.com/>. Luettu: 06.5.2017

Citrix Systems Inc. 2017b. Kirill Tatarinov. Luettavissa: <https://www.citrix.fi/about/board/kirill-tatarinov.html>. Luettu: 25.4.2017.

Citrix Systems Inc. 2017c. XenApp and XenDesktop. Luettavissa: <https://www.citrix.fi/products/xenapp-xendesktop/featurematrix.html>. Luettu: 06.5.2017

Citrix Store 2017. XenDesktop. Luettavissa: [http://store.citrix.com/store/citrix/en\\_US/buy/productID.315219300/ThemeID.37713000](http://store.citrix.com/store/citrix/en_US/buy/productID.315219300/ThemeID.37713000). Luettu: 18.4.2017.

Cloudfront.net. Operating System encapsulated inside a virtual machine. Luettavissa: <http://d1hm91zdzggaj.cloudfront.net/blog/wp-content/uploads/2014/12/vmware-1.png>. Luettu: 15.1.2017.

Devonit 2017. How Do Thin Clients Work? Luettavissa: <http://www.devonit.com/thin-client-education/how-do-thin-clients-work>. Luettu: 12.4.2017.

Egerton, P. 2014. wmug.co.uk. Microsoft VDI and RDS in Server 2012 R2. Benefits. Luettavissa: [http://wmug.co.uk/wmug/b/peter\\_egerton/archive/2014/06/20/microsoft-vdi-and-rds-in-server-2012-r2](http://wmug.co.uk/wmug/b/peter_egerton/archive/2014/06/20/microsoft-vdi-and-rds-in-server-2012-r2). Luettu 26.4.2017.



Ekurssit a. Virtualisointi. Luettavissa: [http://www.ekurssit.net/kurssit/lk307\\_virtu/](http://www.ekurssit.net/kurssit/lk307_virtu/). Luettu: 12.1.2017.

Ekurssit b. Työpöytävirtualisointi. Luettavissa: [http://www.ekurssit.net/kurssit/lk307\\_virtu/tyopoytav.php](http://www.ekurssit.net/kurssit/lk307_virtu/tyopoytav.php) Luettu: 18.1.2017.

Ellrod, C. T. 2015. Optimizing Citrix XenDesktop for High Performance. Packt Publishing Ltd. Birmingham, UK. Luettavissa: [http://ezproxy.haaga-helia.fi:2188/book/operating-systems-and-server-administration/9781785287688/optimizing-citrix-xendesktop-for-high-performance/toc\\_html#X2ludGVybmFsX0h0bWxWaWV3P3htbGikPTk3ODE3ODUy-ODc2ODgIMkZwcjA3X2h0bWwmcXVlcnk9d29ya3NwYWNI](http://ezproxy.haaga-helia.fi:2188/book/operating-systems-and-server-administration/9781785287688/optimizing-citrix-xendesktop-for-high-performance/toc_html#X2ludGVybmFsX0h0bWxWaWV3P3htbGikPTk3ODE3ODUy-ODc2ODgIMkZwcjA3X2h0bWwmcXVlcnk9d29ya3NwYWNI). Luettu: 06.5.2017.

Emerset 2016. Licensing Windows® for Virtual Desktops. Luettavissa: <http://emerset.com/insights-and-resources/microsoft-enterprise-agreements/licensing-windows-virtual-desktops-2/>. Luettu: 13.4.2017.

Gunnala, G. & Tosatto, D. 2015. Mastering Citrix XenDesktop. Packt Publishing. Birmingham, UK. Luettavissa: <http://ezproxy.haaga-helia.fi:2188/book/operating-systems-and-server-administration/virtualization/9781784393977/firstchapter#X2ludGVybmFsX0h0bWxWaWV3P3htbGikPTk3ODE3ODQzOTM5NzclMk-ZwcjAxX2h0bWwmcXVlcnk9d29ya3NwYWNI>. Luettu: 06.5.2017.

Hyper-V 2016. Hyper-V Hardware Requirements. Luettavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=zloN2brTtcl>. Luettu: 12.1.2017.

Kinnunen, O. 2009. Kannattaako virtualisoida ja miski? Luettavissa: [http://www.cisco.com/c/dam/global/fi\\_fi/assets/expo2009/documents/Olli\\_Kinnunen.pdf](http://www.cisco.com/c/dam/global/fi_fi/assets/expo2009/documents/Olli_Kinnunen.pdf). Luettu: 20.3.2017.

Kolehmainen, A. 2016. Alma Media Oyj. Citrixin Suomen-johtaja lähtee. Luettavissa: [http://www.tivi.fi/Kaikki\\_uutiset/citrixin-suomen-johtaja-lahtee-6303940](http://www.tivi.fi/Kaikki_uutiset/citrixin-suomen-johtaja-lahtee-6303940). Luettu: 25.4.2017.

Linja-Aho 2010. Alma Media Oyj. Virtuaalityöpöytä on turvallinen-jos suunnittelija ei tum-peloi. Luettavissa: <http://www.tivi.fi/Uutiset/2010-04-11/Virtuaality%C3%B6p%C3%B6yt%C3%A4-on-turvallinen-%E2%80%93jos-suunnittelija-ei-tum-peloi-3178091.html>. Luettu: 15.2.2017.

Microsoft 2010. Remote Desktop Services (RDS) Architecture Explained. Luettavissa: <https://blogs.technet.microsoft.com/yungchou/2010/01/04/remote-desktop-services-rds-architecture-explained/>. Luettu: 29.4.2017.

Microsoft 2012. Microsoft VDI and VDA. Luettavissa: <https://download.microsoft.com/download/1/1/4/114A45DD-A1F7-4910-81FD-6CAF401077D0/Microsoft%20VDI%20and%20VDA%20FAQ%20v3%200.pdf>. Luettu: 1.5.2017

Microsoft 2013a. VDI in Windows Server 2012. Luettavissa: <https://technet.microsoft.com/en-us/video/tdbe13-vdi-in-windows-server-2012.aspx>. Luettu: 13.1.2017.

Microsoft 2013b. Test Lab Guide: Managed Pooled Virtual Desktop Collections. Luettavissa: [https://technet.microsoft.com/en-us/library/hh831663\(v=ws.11\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/hh831663(v=ws.11).aspx). Luettu: 25.2.2017.

Microsoft 2014a. Remote Desktop Services Overview. RD Virtualization Host. Luettavissa: [https://technet.microsoft.com/en-us/library/hh831447\(v=ws.11\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/hh831447(v=ws.11).aspx). Luettu: 9.1.2017.

Microsoft 2014b. RD Session Host. Luettavissa: [https://technet.microsoft.com/en-us/library/hh831447\(v=ws.11\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/hh831447(v=ws.11).aspx). Luettu: 14.1.2017

Microsoft 2014c. RD Licensing. Luettavissa: [https://technet.microsoft.com/en-us/library/hh831447\(v=ws.11\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/hh831447(v=ws.11).aspx). Luettu: 15.1.2017.

Microsoft 2014d. Choose a VDI Deployment scenario. Luettavissa: [https://technet.microsoft.com/en-us/library/dn645525\(v=ws.11\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/dn645525(v=ws.11).aspx). Luettu: 20.1.2017

Microsoft 2015a. System Requirements and Installation Information for Windows Server 2012 R2. Luettavissa: [https://technet.microsoft.com/en-us/library/dn303418\(v=ws.11\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/dn303418(v=ws.11).aspx). Luettu: 28.12.2016.

Microsoft 2016a. Checkpoints and Snapshots Overview. Luettavissa: [https://technet.microsoft.com/en-us/library/dn818483\(v=ws.11\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/dn818483(v=ws.11).aspx). Luettu: 25.2.2017.

Microsoft 2016b. Use Cluster Shared Volumes in a Failover Cluster. Luettavissa: [https://technet.microsoft.com/en-us/library/jj612868\(v=ws.11\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/jj612868(v=ws.11).aspx). Luettu: 26.2.2017.

Microsoft 2017. Windows Server. Luettavissa: [https://www.microsoftstore.com/store/mseea/fi\\_FI/pdp/Windows-Server-2016-Etatyopoytapalvelut/productID.5078611400](https://www.microsoftstore.com/store/mseea/fi_FI/pdp/Windows-Server-2016-Etatyopoytapalvelut/productID.5078611400). Luettu: 16.2.2017.

Microsoft TechNet 2013. Hyper-V:n käyttöönotossa huomioitavat asiat ja parhaat käytännöt. Luettavissa: <https://blogs.technet.microsoft.com/fiitpro/2013/10/25/hyper-vn-kyttonotossa-huomioitavat-asiat-ja-parhaat-kytntt-hyper-v-ja-korkea-kytettvyys/>. Luettu: 1.3.2017.

Microsoft TechNet Video 2013. VDI in Windows Server 2012. Luettavissa: <https://technet.microsoft.com/en-us/video/tdbe13-vdi-in-windows-server-2012.aspx>. Luettu: 13.1.2017.

Microsoft TechNet 2016. Remote Desktop Services Client Access Licenses (RDS CALs). Luettavissa: [https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc753650\(v=ws.11\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc753650(v=ws.11).aspx). Luettu: 24.4.2017.

Microsoft TechNet 2017a. Microsoft Virtual Desktop Infrastructure (VDI) Explained. Luettavissa: <https://blogs.technet.microsoft.com/yungchou/2010/01/06/microsoft-virtual-desktop-infrastructure-vdi-explained/>. Luettu: 21.4.2017.

Microsoft TechNet 2017b. Windows Server Blog. Luettavissa: <https://blogs.technet.microsoft.com/windowsserver/2013/10/18/announcing-the-general-availability-of-windows-server-2012-r2-the-heart-of-cloud-os/>. Luettu: 26.4.2017

Microsoft TechNet 2017c. Choose a VDI Deployment Scenario. Luettavissa: <https://technet.microsoft.com/en-us/library/dn645525.aspx>. Luettu: 21.4.2017.

Microsoft TechNet 2017d. VDI-Overview. 2009. Luettavissa: <https://blogs.technet.microsoft.com/enterprisemobility/2009/08/19/microsoft-vdi-overview/>. Luettu: 21.4.2017.

Microsoft TechNet 2017e. What is DHCP?. Luettavissa: [https://technet.microsoft.com/en-us/library/dd145320\(v=ws.10\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/dd145320(v=ws.10).aspx). Luettu: 12.1.2017.

Oja, J. 2015. Oulun ammattikorkeakoulu. VDI PALVELUN PYSTYTTÄMINEN OULUN SEUDUN KOULUTUSKUNTAYHTYMÄSSÄ. Opinnäytetyö. Luettavissa: [https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/81094/Oja\\_Joonas.pdf?sequence=1](https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/81094/Oja_Joonas.pdf?sequence=1). Luettu: 25.1.2017

Perkiö, P. 2012. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Siirtyminen Windows Server 2012 Hyper-V virtualisointialustelle. Insinööriyö. Luettavissa: [https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/53205/Perkio\\_Petri.pdf?sequence=1](https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/53205/Perkio_Petri.pdf?sequence=1). Luettu: 2.3.2017.

Portnoy, M. 2016. Virtualization Essentials. Indianapolis, Indiana: John Wiley & Sons. Canada.

Ruest D. & Ruest N. 2009. Virtualization: A Beginner's Guide. United States of America: The McGraw-Hill Companies. United States of America.

Rational Survivability Blog 2003-2006. Incomplete Thought: Virtual Machines Are the Problem, Not the Solution. Luettavissa: <http://www.rationalsurvivability.com/blog/2009/09/incomplete-thought-virtual-machines-are-the-problem-not-the-solution/> Luettu: 13.1.2017.

Saastamoinen, M. 2009. Laurea-ammattikorkeakoulu. Työasemaympäristöjen ja toimitusprosessien vakiointi tietotekniikka-alan yrityksessä. Opinnäytetyö. Luettavissa: <http://megaslides.com/doc/8728467/saastamoinen-miko>. Luettu: 4.2.2017.

Savill, J. 2012. Microsoft Virtualization SECRETS. John Wiley & Sons, Inc., Indianapolis.

Sean, P. 2010. History of Virtualization. Luettavissa: <http://www.everythingvm.com/content/history-virtualization>. Luettu: 10.1.2017.

Sing, G. 2015. Troubleshooting Citrix XenDesktop. Packt Publishing Ltd. Birmingham, UK. Luettavissa: [https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=0v1\\_CwAAQ-BAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=%22Troubleshooting+Citrix+XenDesktop%C2%AE%22&ots=YCv4OgRU5l&sig=SIAdk1XL1OSvYV1ouanudimHaMo&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=0v1_CwAAQ-BAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=%22Troubleshooting+Citrix+XenDesktop%C2%AE%22&ots=YCv4OgRU5l&sig=SIAdk1XL1OSvYV1ouanudimHaMo&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false). Luettu 05.05.2017.

SliderPlayer 2017. Windows Server 2012 R2. Luettavissa: <http://slideplayer.com/slide/5699684/> Luettu: 20.4.2017.

Successstory.com 2017. VMware Success Story. Viitattu 12.12.2016. Saatavissa: <https://successstory.com/companies/vmware>. Luettu: 07.5.17.

TechTarget 2013. VDA (Virtual Desktop Access). Luettavissa: <http://searchvirtual-desktop.techtarget.com/definition/VDA-Virtual-Desktop-Access>. Luettu: 13.3.2017.

VirtuallyBoring 2015. Virtualization and Technology Blog. Setup Remote Desktop Service in Windows Server 2012 R2. Luettavissa: <https://www.virtuallyboring.com/setup-remote-desktop-services-in-windows-server-2012-r2/>. Luettu: 10.1.2017.

VMware Store 2017. VMware Horizon Advanced. Luettavissa: [http://store.vmware.com/store/vmwde/en\\_IE/cat/categoryID.67807800?src=eBIZ\\_Store-Home\\_Featured\\_Horizon\\_View\\_Buy\\_EU](http://store.vmware.com/store/vmwde/en_IE/cat/categoryID.67807800?src=eBIZ_Store-Home_Featured_Horizon_View_Buy_EU). Luettu: 20.4.2017.

von Oven, P. VMware Horizon View Essentials. Pack Publishing. Luettavissa: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/haaga/reader.action?docID=1825963>. Luettu: 07.5.2017.

von Oven, P. & Coombs, B. 2015. Mastering VMware Horizon 6. Packt Publishing Ltd. Birmingham, UK.