

Jani Pesonen

# Sun VDI -virtuaaliympäristön toteuttaminen Solaris-käyttöjärjestelmässä

Opinnäytetyö  
Tietotekniikan koulutusohjelma

Joulukuu 2010




**MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU**

Mikkeli University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

|  |   |   |
|--|---|---|
|  <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b><br/>Mikkeli University of Applied Sciences</p>   |   | <b>Opinnäytetyön päivämäärä</b><br><br><b>3.12.2010</b> |
| <b>Tekijä(t)</b><br><br>Jani Pesonen   | <b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b><br><br><b>Tietotekniikan koulutusohjelma</b><br><b>Media- ja Verkkotekniikka</b> |   |
| <b>Nimeke</b><br><br>Sun VDI –virtuaaliympäristön toteuttaminen Solaris-käyttöjärjestelmässä   |   |   |
| <b>Tiivistelmä</b><br><br>Opinnäytetyöni tarkoituksena oli tutustua virtualisointiin, rakentaa Sun VDI -virtuaaliympäristö ja tutkia sitä Solaris 5.10 -käyttöjärjestelmässä. Tarkoitukseni oli selvittää, mitä asetuksia virtuaaliympäristöön tarvitaan ja mitä asetuksia oli mahdollista tehdä. Lisäksi halusin selvittää myös, mitä virtualisointiin liittyvää laitteistoa mahdollisesti tarvitaan.<br><br>Työn alkuvaiheessa virtualisoidaan palvelin, johon asennetaan AD-, DNS- ja DHCP-palvelut. Tämän jälkeen asennetaan kokeilu ympäristöä varten valittu Solaris 5.10 -käyttöjärjestelmä sekä siihen Sun VDI 3.1.1 -ohjelmistot. Käytännönsuuden loppupuolella käydään läpi Sun VDI -virtuaaliympäristöön tehtäviä asetuksia.<br><br>Tutkimuksen tuloksena selvisi, että Sun VDI -virtuaaliympäristön manageriohjelmassa ei ollut hankala varsinaisesti tehdä asetuksia ja niiden laitto oli paikoin jopa erittäin selkeää. Joissakin kohdissa, kuten esimerkiksi virtuaalikäyttöjärjestelmän kloonauksessa, tarvittiin virtuaalikäyttöjärjestelmästä riippuen kuitenkin huolellisuutta ja paljon erikoisasetuksia. Sopeutuminen ja työskentely hieman tuntemattomassa käyttöjärjestelmässä toi aluksi myös haasteita. Johtopäätösoiossa kerrotaan omia ajatuksia, havaintoja ja kokemuksia Sun VDI -järjestelmän, Solaris- käyttöjärjestelmän sekä VirtualBox-ohjelman asentamisista sekä niiden käytöstä. Lopuksi pohditaan mitä jatkotutkimuksia aiheeseen liittyen voisi tehdä. Näitä voisivat esimerkiksi olla muiden käyttöjärjestelmän virtualisointiin tarkoitettujen ohjelmien kokeileminen ympäristössä ja erilaisten päätelaitteiden testaaminen. |   |   |
| <b>Asiasanat (avainsanat)</b><br>Sun VDI, virtualisointi, Solaris, VirtualBox, kevyt asiakaspäätte.  |   |   |
| <b>Sivumäärä</b><br><br>61 + 7.  | <b>Kieli</b><br><br>suomi   | <b>URN</b>  |
| <b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>   |   |   |
| <b>Ohjaavan opettajan nimi</b><br><br>Matti Juutilainen  | <b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b>   |   |

## DESCRIPTION

|  |                            |   |  |
|--|----------------------------|---|--|
|  <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b><br/>Mikkeli University of Applied Sciences</p>   |                            | <b>Date of the bachelor's thesis</b><br><br>3th December 2010           |  |
| <b>Author(s)</b><br><br>Jani Pesonen   |                            | <b>Degree programme and option</b><br><br><b>Information Technology</b> |  |
| <b>Name of the bachelor's thesis</b><br>Realization of the Sun VDI -virtual environment on the Solaris OS  |                            |   |  |
| <b>Abstract</b><br><br><p>The meaning of this bachelor was to get acquainted with virtualization, to build a Sun VDI virtualization environment and to examine it on Solaris OS. My intention was to find out which settings for the virtualization environment were needed and which settings were possible to make. Furthermore, I also wanted to find out with what kind of hardware the virtualization could be achieved.</p> <p>In the beginning of my study AD, DNS and DHCP services were installed on the virtualized server. After that Solaris 5.10 OS and Sun VDI 3.1.1 software on Solaris were installed. This software was chosen for the testing environment. The last practical part of the study involved going through the settings that were possible to make on the Sun VDI virtual environment.</p> <p>The study showed that it wasn't truly difficult to make settings in the Sun VDI manager concerning a virtual environment. It was partly even very clear, but occasionally difficulties arose, for example, in cloning, where extra caution and special settings were needed. Also the OS environment was new, and therefore it took some time to adjust to it. The last part of the study introduced my own conclusions on the virtualization in general and on the software in the test environment. I also considered what kind of further studies concerning this environment or virtualization in general could be done. Those could, for example, be testing other software meant for operating system virtualization with the Sun VDI environment and the testing of different thin clients.</p> |                            |   |  |
| <b>Subject headings, (keywords)</b><br><br>Sun VDI, virtualization, thin clients, Solaris, VirtualBox.   |                            |   |  |
| <b>Pages</b><br>61 + 7.  | <b>Language</b><br>Finnish | <b>URN</b>  |  |
| <b>Remarks, notes on appendices</b>  |                            |   |  |
| <b>Tutor</b><br><br>Matti Juutilainen  |                            | <b>Bachelor's thesis assigned by</b>                                    |  |

## SISÄLTÖ

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | JOHDANTO .....   | 1  |
| 2     | VIRTUALISOINTI.....  | 2  |
| 2.1   | Virtualisoinnin historiaa .....  | 2  |
| 2.2   | Mitä virtualisointi on?.....   | 3  |
| 2.2.1 | Palvelinvirtualisointi .....   | 5  |
| 2.2.2 | Tallennuksen virtualisointi.....   | 6  |
| 2.2.3 | Työpöytävirtualisointi.....  | 7  |
| 2.2.4 | Muut virtualisointimenetelmät.....                                       | 7  |
| 2.3   | Virtualisoinnin hyödyt ja haitat .....                                   | 10 |
| 3     | VIRTUALISOINTIIN TARVITTAVAA LAITTEISTOA .....                           | 14 |
| 3.1   | Virtualisointiratkaisu Mikkelin ammattikorkeakoulualueella .....         | 14 |
| 3.2   | Kevyet asiakaspäätteet (thin clients) .....                              | 16 |
| 3.2.1 | Sun Ray 2 ja yleissilmäys sen ominaisuuksista .....                      | 17 |
| 3.2.2 | Sun Ray 3+ ja Sun Ray 3i.....  | 19 |
| 4     | SUN VDI -VIRTUAALIYMPÄRISTÖN RAKENTAMISESSA<br>TARVITTAVAT OHJELMAT..... | 21 |
| 4.1   | Oracle Solaris 10 05/09 .....  | 22 |
| 4.2   | Virtualbox .....   | 23 |
| 4.3   | Sun VDI 3.1.1 .....  | 25 |
| 5     | SUN VDI -VIRTUAALIYMPÄRISTÖN MUODOSTAMINEN<br>KÄYTÄNNÖSSÄ.....           | 27 |
| 5.1   | Palvelinvirtualisointi.....  | 28 |
| 5.2   | Solaris-käyttöjärjestelmän asennus.....                                  | 32 |
| 5.3   | Sun VDI -ohjelmien asennus .....   | 34 |
| 5.4   | Sun VDI -manageriohjelmassa tehtävät asetukset.....                      | 37 |
| 6     | TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....  | 57 |
|       | LÄHTEET .....  | 62 |
|       | LIITTEET   |    |
|       | 1 Sun Ray 2 –asiakaspäätelaitteen tekniset tiedot                        |    |
|       | 2 Sun Ray 3+ -asiakaspäätelaitteen tekniset tiedot                       |    |
|       | 3 Sun Ray 3+ -asiakaspäätelaitteen ulkoiset liitännät                    |    |
|       | 4 Sun Ray 3i –asiakaspäätelaitteen tekniset tiedot                       |    |

## 5 Sun Ray 3i –asiakaspäätelaitteen liitännät takapaneelistä katsottuna

### SANASTO

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Active Directory (AD) | Hakemistopalvelu ja käyttäjätietokanta, joka sisältää käyttäjistä, verkon resursseista ja tietokoneista tietoa. Mahdollistaa keskitetyn resurssien jakamisen sovelluksille ja käyttäjille. Tarjoaa myös tavan nimetä, kuvata, paikallistaa, hallita ja suojata käytössä olevia verkon resursseja. |
| Data                  | Terminä viittaa laadulliseen tai määrälliseen ominaisuuteen muuttujia tai muuttujia. Dataa on esimerkiksi bitit tietokoneessa tai kirjaimet painetussa tekstissä.   |
| Datakeskus            | Sanalla tarkoitetaan paikkaa, jossa sijaitsee joukko datan tallennukseen, hallinointiin tai levitykseen tarkoitettuja laitteita.  |
| Data node             | Tietosolmu, jolla voidaan viitata esimerkiksi tiettyyn palvelimeen.   |
| DHCP                  | Dynamic Host Configuration Protocol. Verkkoprotokolla, jonka tehtävä on yleisimmin jakaa verkon asetuksia lähiverkkoon kytkeytyville laitteille.  |
| DNS                   | Domain Name System. Nimipalvelujärjestelmä internetissä, mikä muuntaa verkkotunnuksia IP-osoitteiksi.   |
| DVI                   | Digital Visual Interface. VGA-liittimen seuraaja, kehittyneempi versio kyseisestä liittimestä ja mahdollistaa paremman, digitaalisen, kuvanlaadun.  |
| Emuloida              | Tarkoittaa matkimista, jäljittelyä etenkin jonkun laitteen toiminnasta. Datateknikassa käytetään sanaa muun muassa siitä, että vanhan laitteen toimintaa jäljitellään yksityiskohteisesti uudemmassa laitteessa ohjelmistolla. Vanhoja so-  |

velluksia pystytään tämän johdosta käyttämään uusissa laitteissa.

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Enkryptaus              | Tarkoittaa kryptaamista eli salaamista.  |
| GUI                     | Graphical User Interface. Graafinen käyttöliittymä. Tarkoittaa kuviin ja tekstiin sekä käyttöliittymäelementteihin perustuvaa tapaa käyttää tietokoneohjattua laitetta tai tietokonetta.   |
| Guest Addition          | VirtualBox-ohjelman virtuaalikoneeseen asennettava, käyttöjärjestelmästä riippuva sekä käyttökokemusta parantava lisäohjelma.  |
| Hypervisor              | Kutsuttu myös virtuaalikonemonitoriksi. Yksi monista virtualisointitekniikoista, joka mahdollistaa monien vieraskäyttöjärjestelmien yhtäaikaista ajon isäntätietokoneessa.   |
| iSCSI                   | Internet Small Computer System Interface. IP-pohjainen muistivarastoihin liittyvä verkostoitumisstandardi, joka muodostaa linkin datavarastotiloihin.  |
| Isäntäkäyttöjärjestelmä | Tietokoneen pääkäyttöjärjestelmästä käytettävä nimitys, kun siihen on asennettu virtualisointiohjelma.   |
| Klusteri                | Useamman tietokoneen verkotettu malli, jossa yksi tietokone toimii palvelimena, ja jakaa muiden tietokoneiden kesken tehtäviä. Mallin vahvuus on se, että paljon laskenta-aikaa vaativat simulaatiot saadaan suoritettua lyhyemmässä ajassa. |
| LAN                     | Local Area Network. Tietoliikennetekniikassa lähiverkko, joka toimii rajoitetulla alueella.  |

|                    |   |
|--------------------|---|
| LDAP               | Lightweight Directory Access Protocol. Hakemistopalvelujen käyttöön tarkoitettu verkkoprotokolla. Käyttää TCP/IP-verkkopalveluna TCP-protokolla portissa 389 tai SSL-tunnelointia porttia 636 käytettäessä. |
| Looginen yksikkö   | Termi, joka tarkoittaa laitetta, jonka SCSI protokolla tai samankaltaiset protokollat, kuten iSCSI on osoittanut.   |
| LUN                | Logical Unit Number. Numero, jota käytetään loogisen yksikön tunnistukseen.   |
| MySQL              | SQL (Structured Query Language)-tietokantapalvelin. Tietokanta on puolestaan kokoelma, sisältäen jäseneltyä tietoa.   |
| NAS                | Network-attached storage. Verkkotallennusjärjestelmä, joka jakaa verkossa tiedostoja.   |
| NFS                | Network File System. Mahdollistaa käyttäjän pääsyn kansioissa oleviin tiedostoihin tietoliikenneverkon yli.   |
| Palvelin           | Tietokone, joka suorittaa ohjelmistoa ja tarjoaa erilaisia palveluja muille asiakaslaitteille.  |
| Paravirtualisointi | Ei luo kokonaista virtuaalikonetta hallinnoidakseen vierailijakäyttöjärjestelmää, vaan mahdollistaa hypervisorin kanssa vuorovaikutuksessa olemisen.  |
| Pooli              | Opinnäytetyössä poolilla tarkoitetaan monen jäsenen muodostamaa joukkoa.  |
| Primary host       | Pääasiallinen isäntä. Nimitystä voidaan käyttää muun muassa viitattaessa tietyn joukon pääpalvelimeen.  |

|                |   |
|----------------|---|
| RBAC           | Role-Based Access Control eli rooliin perustuva kulunvalvonta. Lähestymistapa, jolla mahdollistetaan pääsy järjestelmään vain luvan saaneille käyttäjille.  |
| RDP            | Remote Desktop Protocol. Etäkäyttöön tarkoitettu protokolla, jonka on kehittänyt Microsoft. Mahdollistaa graafisen rajapinnan näkymisen toisesta tietokoneesta etäkäytössä tietoliikenneverkon yli.     |
| Resurssipooli  | Yhteiskäyttöisten resurssien varanto.   |
| Secondary host | Toissijainen isäntä, eli on tietyn pääisännän varalla, ja esimerkiksi muuttuu pääisännäksi sen rikkoutuessa.  |
| String         | Tietokonetekniikassa ohjelmoinnissa käytettävä termi, viitaten merkkijonoon.  |
| Tietokanta     | Termi tietovarastolle. Kokoelma tietoja, joilla on yhteys toisiinsa.  |
| Unix           | Ei varsinaisesti ole yksittäinen käyttöjärjestelmä, vaan standardi, johon tietyt järjestelmät perustuvat. Unix-toteutuksia ovat muun muassa Mac OS X - ja Solaris-käyttöjärjestelmä.                    |
| User Directory | Käyttäjähakemisto. Palvelimessa oleva hakemisto, johon on tallennettu haluttu määrä käyttäjiä. Hakemistosta voidaan hakea näitä valmiiksi määritettyjä käyttäjiä, ja määrätä esimerkiksi niitä pooliin. |
| VDI            | Virtual Desktop Infrastructure. Ympäristö, jossa käyttöjärjestelmiä ja niihin asennettuja ohjelmia ajetaan käyttäjien omien koneiden sijaan palvelimissa.   |



|                         |  |
|-------------------------|--|
| VGA                     | Video Graphics Array. Grafiikkanäyttöjärjestelmä PC-tietokoneita varten. On samaan tarkoitettun DVI-tekniikan edeltäjä.  |
| Vieras eli renki        | Virtualisoidusta käyttöjärjestelmästä käytettävä nimitys, kun se toimii pääkäyttöjärjestelmän alaisuudessa.  |
| VirtualBox              | Ohjelma, joka on tarkoitettu käyttöjärjestelmän virtualisointiin.  |
| Virtualisointiohjelma   | Isäntäkoneessa toimiva ohjelma, esim. Virtualbox, joka suorittaa virtuaalikoneita.   |
| Virtuaalikone           | Tietokone, joka on toteutettu ohjelmallisesti. Ohjelmia, jotka voivat olla esimerkiksi käyttöjärjestelmiä, voidaan ajaa siinä kuin aidossa koneessa.   |
| Virtuaalisovellus       | Ajetaan omassa ympäristössään, joka sisältää sovelluksen suoritukseen tarvittavat rekisteriasetukset, tiedostot ja muut komponentit. Virtuaaliympäristö toimii välittäjäkerroksena sovellusohjelman ja käyttöjärjestelmän välissä. |
| Virtuaalinen kiintolevy | Isännän fyysisestä kiintolevytilasta osa otetaan virtuaaliseen käyttöön, mikä tarkoittaa sitä, että vieraskäyttöjärjestelmä ohjelmineen tallennetaan kiintolevyn tavoin toimivaan tiedostoon isännän kiintolevytilaan.             |
| VLAN                    | Virtual Local Area Network. Virtuaalilähiverkko. Fyysinen tietoliikenneverkko jaetaan osiin, esimerkiksi tiettyjä ryhmiä varten.   |
| VRDP                    | VirtualBox Remote Desktop Protocol. VirtualBox-ohjelman etätyöpöytäyhteys.   |

|             |   |
|-------------|---|
| WAN         | Wide Area Network. Tiedonsiirtoverkko, kutsutaan myös laajaverkoksi, joka peittää suuria alueita. Yhdistää lähiverkkoja, eli LAN-verkkoja.  |
| Thin Client | Englanninkielinen nimitys kevyestä asiakaspäätteestä, ”tyhmä päätte”. Kevyen asiakaspäätteen tarkoituksena on toimia yhteydenpitovälineenä ison keskustietokoneen, eli palvelimen ja normaalin käyttäjätietokoneen välillä. |
| Token       | Merkkijono, string, joka koostuu tyypistä ja tunnisteesta. Viittaa johonkin asiaan.   |
| x86         | Yleinen nimi PC (Personal Computer) suoritinarkkitehtuurille, jonka on kehittänyt ja valmistanut Intel.   |
| ZFS         | Zettabyte File System. Microsystemin suunnittelema tiedostojärjestelmä ja metodi, jossa massamuistista voidaan varata joustavasti muistia.  |

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni perimmäinen tarkoitus on selvittää, mitä virtualisointi on ja miten virtuaaliympäristö voidaan perustaa. Opinnäytetyö toimii samalla myös suomenkielisenä tietolähteenä virtualisoinnista, koska suomenkielistä materiaalia aiheesta, varsinkin kirjan muodossa, on kuitenkin tällä hetkellä saatavana varsin vähän. Vaikka aihe varsinaisesti ei ole kovinkaan nuori, on tekniikka koko ajan kehittymässä ja myös uusia ohjelmia siihen liittyen syntyy. Itse törmäsin virtualisointiaihepiiriin aloittaessani syksyllä 2010 lukukauteni Mikkelin ammattikorkeakoulussa huomattuani kevyiden asiakaspäätteiden korvanneen perinteiset keskusyksiköt. Tästä johtuen alkoi kypsyä itsellenikin ajatus tutkia tarkemmin, mitä virtualisointi loppujen lopuksi tarkoittaa, kuinka asioita pystytään virtualisoimaan ja myös millä laitteistolla virtuaaliympäristö on mahdollista toteuttaa.

Kun virtualisointi tuli opinnäytetyöaihetta pohtiessa esille, päätin ryhtyä tutkimaan tarkemmin asiaa jo pelkästään itseni takia. Materiaalia selatessani huomasin, että tällä hetkellä ei oikeastaan virtualisoinnista ole tarjolla paljoakaan materiaalia suomeksi. Lähinnä tietoa löytyi hajanaisesti Tietokone-lehdestä, opinnäytetöistä tai laitteistovalmistajan sivuilta. Kirjoja löytyi englanninkielisenä, ja niissä oli sangen hyvin kerrotutkin virtualisoinnista, mutta osa oli puolestaan hankalasti ymmärrettävää materiaalia. Opinnäytetyöni tuleekin olemaan myös tarkoitettu suomenkielisille lukijoille, jolle voi olla hankalaa lukea aiheesta vieraskielisenä ja vaikealla teknisellä sanastolla.

Opinnäytetyöni koostuu teoriasta ja käytännön osuudesta. Näiden aikana tulee paljon muun muassa vieraskielistä termistöä, joiden ymmärtämistä helpottaakseni olen luonut ennen johdantoa sanastoluettelon selityksineen. Teoriaosuudessa käydään aluksi läpi, mitä virtualisointi on, mitä mahdollisuuksia se tarjoaa ja miksi kannattaa ylipäättään ryhtyä virtualisoimaan. Sen jälkeen kerrotaan, kuinka paljon hyötyjä virtualisointi tarjoaa, ja myös mitä haittapuolia, joita etenkin uusi tekniikka saattaa tuoda tullessaan. Seuraavaksi kerrotaan minkälaisella laitteistolla virtuaaliympäristö Mikkelin ammattikorkeakoululle on rakennettu sekä minkälainen laite on keskusyksikön korvaava kevyt asiakaspääte. Tarkemmin tulen perehtymään Mikkelin ammattikorkeakoulussakin käytettävään Sun Ray 2 -asiakaspäätteeseen ja kerron hieman myös, mitä muitakin

Sun Ray -asiakaspäätteitä on olemassa, jotta tarkemmin tulee ilmi minkätyylisiä laitteita on jo olemassa ja mihin suuntaan ollaan menossa laitesuunnittelussa.

Käytännönsuodessani tulen rakentamaan Sun VDI -virtuaalidemoympäristön Solaris 5.10 -käyttöjärjestelmän ympärille. VDI-ohjelmat ja Solaris-käyttöjärjestelmä asennetaan yhteen tietokoneeseen ja toista tietokonetta käytän AD-, DHCP-, ja DNS-palveluja tarjoavana palvelimena. Ohjelmien asennusten ja VDI -managerissa tapahtuvien asetusten laittamisen aikana kerrotaan tarkemmin mitä tietyt asiat tarkoittavat, mitä kannattaa ottaa huomioon, ja mitä voi tehdä. Lopuksi kerrotaan kokeilujen kautta tulleita havaintoja ja omia johtopäätöksiä kyseisestä ympäristöstä, ja mitä jatkotutkimuksia aiheeseen liittyen voisi tehdä.

## **2 VIRTUALISOINTI**

Tässä kappaleessa kerrotaan virtualisoinnista yleisellä tasolla. Aluksi kerrotaan hieinan virtualisoinnin historiasta, minkä jälkeen perehdytään tarkemmin mitä virtualisointi tarkoittaa ja mitä hyötyjä ja haittoja sen seurauksena on mahdollista tulla.

### **2.1 Virtualisoinnin historiaa**

Virtualisointi käsitteenä ei ole kovinkaan tuore. Sen historia ulottuu aina 1960-luvulle, jolloin IBM kehitti käsitteen luomalla samanaikaiseen, interaktiiviseen pääsyyn perustuvan menetelmän, jolla pääsi keskuskoneeseen. Jokainen virtuaalikone oli fyysisen koneen kaltainen, minkä myötä luotiin käsitys käyttäjille siitä, että he pääsivät fyysiseen koneeseen käsiksi suoraan. Tuohon aikaan laitteistot olivat nykyaikaan verrattuna vielä arvokkaampia, joten oli tärkeää mahdollistaa jokainen osa kokoaikaiseen hyötykäyttöön. Jokainen virtuaalikone oli täysin suojattu ja tehty taustalla olevasta järjestelmästä. Käyttäjät saivat kehittää ja testata sovelluksia pelkäämättä, että he voisivat jollain tapaa sotkea järjestelmiä, joita toiset käyttäjät käyttivät samalla tietokoneella. Virtualisointi laski hankintakuluja ja paransi tuottavuutta mahdollistamalla monien työntekijöiden työskentelemisen yhtäaikaan. [1, s. 1-2.]

Tekniikan parantuaessa laitteistot alkoivat olla halvempia sekä markkinoille alkoi tulla moniajoon pystyviä käyttöjärjestelmiä. Tämä tarkoitti sitä, että virtuaalikoneet melkein hävisivät kokonaan 1970-, ja 1980-luvuilla, kunnes 1990-luvulla virtualisointi alkoi taas nousta puheenaiheeksi kun laajempi kirjo PC:hen perustuvaa laitteistoa ja käyttöjärjestelmiä tuli markkinoille. [1, s. 1-2.]

Tietoteknisten ongelmien määrä alkoi kasautua, joiden johdosta syitä virtualisointiin tuli useita. Ensimmäiseksi ongelmaksi muodostui tyypillisten x86-pohjaisen palvelimien asennukset, jotka saavuttavat 10-15% käyttöasteen koko kapasiteetista. Tämän on todennut IDC, eli kansainvälinen datayhtiö. Yritykset tyypillisesti pitävät yllä yksi sovellus per yksi palvelin periaatetta, jotta monet sovellukset eivät häiritse toisiaan. Toiseksi ongelmaksi tuli kasvavien kulujen määrä fyysisestä infrastruktuurista, koska laitteistomäärien kasvaessa myös sähkönkulutus ja laitteistojen korjausurakka alkoi kasvaa. Kolmantena esiin nousi tärkeiden sovellusten ja käyttäjien työpöytien tahallista tai tahattomasta alasajosta kasvanut negatiivinen vaikutus, oli siis pakko miettiä tietoturvahkien ja muiden katastrofien ehkäisemiseksi keinoja. Neljänneksi, ja viimeiseksi suureksi ongelmaksi muodostui yrityksissä rajusti kasvaneet tietokone määrät. Näiden johdosta ongelmaksi muodostui päivitysten asentaminen, sekä tietoturvahkien poistaminen jokaisesta koneesta erikseen. Näiden hoitaminen ilman työnteon hidastumista vaati monimutkaisia menetelmiä ja suuria kustannuksia. [2.]

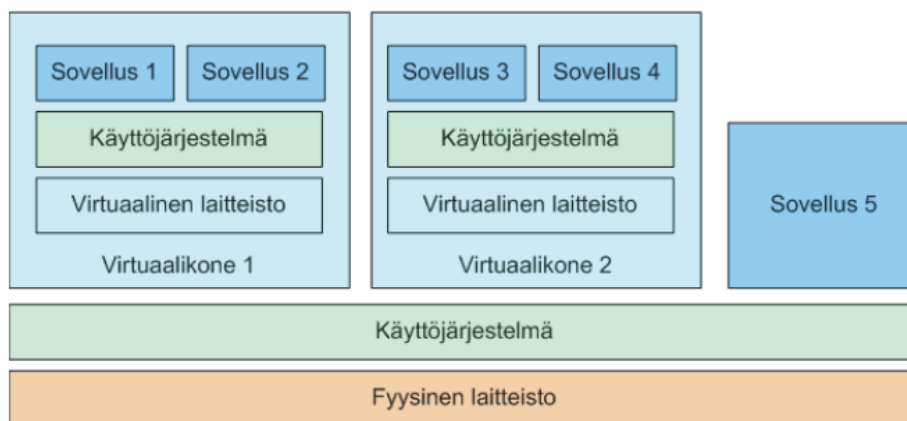
Edellä mainittujen asioiden myötä 1990-luvulla virtuaalikoneen pääasialliseksi tarkoitukseksi muodostui monien sovellusten, jotka alkuperältään on tarkoitettu erilaisille käyttöjärjestelmille ja laitteistolle, suorittaminen annetulla koneella. Tämänkaltainen trendi jatkuu nykyään. [1, s. 2.]

## **2.2 Mitä virtualisointi on?**

Kiteytettynä virtualisointi tarkoittaa tietotekniikassa fyysisten laiteresurssien jakamista loogisiin palasiin. Jaettavana voi olla vaikka tallennustilaa tai myös tietojenkäsittelykapasiteettia. [3, s. 54-56.] Virtualisointi mahdollistaa monien virtuaalikoneiden ajon yhdellä fyysisellä koneella, jokaisen virtuaalikoneen jakaessa yhden koneen resursseja yli monen alueen. Erilaiset virtuaalikoneet voivat ajaa erilaisia käyttöjärjestelmiä ja monia sovelluksia samassa fyysisessä koneessa. [4.] Virtualisointi voidaan jakaa eri-

lasiin osiin, muun muassa tallennus-, tai verkkovirtualisointiin, ja muun muassa näistä osista kerrotaan tarkemmin tämän sivun lopusta lähtien.

Kuva 1 esittää, miten virtuaaliympäristön voi rakentaa ohjelmistoympäristössä. Fyysisen laitteen sisällä toimivaan käyttöjärjestelmään on mahdollista asentaa tavallisten sovelluksien lisäksi myös virtuaalikoneita, joita puolestaan luodaan omilla käyttöjärjestelmien ja ohjelmien virtualisointiin tarkoitetuilla ohjelmilla. Tällaisia ovat muun muassa ilmaiset Virtualbox-, ja Virtual PC -ohjelmat. Virtuaalikoneissa on omat, mahdollisesti erilaiset, käyttöjärjestelmänsä. Niihin on mahdollista asentaa sellaisia sovelluksia, jotka syystä tai toisesta eivät toimisi isäntäkäyttöjärjestelmässä.



**KUVA 1. Esimerkki virtuaaliarkkitehtuurista [3, s.55]**

Lähin virtualisoinnin esimerkki löytyy tavallisesta työasemasta, joka virtualisoi suorittimen ja monen muun komponentin. Jokainen käytössä oleva sovellus luulee käyttävänsä yksinään suorittinta, mutta käyttöjärjestelmä jakaakin sen monien sovelluksien kesken, eli näin se virtualisoi suorittimen. Tämän myötä moni sovellus pystyy käyttämään suorittinta huomaamatta toisiaan ja näin sovellusten moniajo paranee. [3, s. 54-56.]

Virtualisoinnin voi jakaa moniin osiin, ja esittää se monella eri tavalla, riippuen mitä virtualisoidaan ja miten asia on mahdollista ymmärtää parhaiten. Yksi mahdollisuus on jakaa se seitsemään eri pääosaan; palvelin (server)-, tallennuksen (storage)-, työasema (desktop)-, verkko (network)-, hallinta (management)-, esitys (presentation)- ja sovellusvirtualisointiin (application virtualization). Kuvassa 2 nähdään seitsemään

osaan ryhmitellyt virtualisointitavat ja niihin liittyen esimerkkinä Microsoftin tarjoamia ohjelmia.



**KUVA 2. Virtualisointitekniikat ja Microsoftin tarjoamia ohjelmia [5]**

### 2.2.1 Palvelinvirtualisointi

Palvelinvirtualisointi keskittyy virtuaalikoneiden luomiseen käyttöjärjestelmästä. Se jakautuu kolmeen näkökulmaan; ohjelmistovirtualisointiin, laitteistovirtualisointiin ja paravirtualisointiin.

Ohjelmistovirtualisoinnissa virtualisoitu käyttöjärjestelmä ajetaan varsinaisen käyttöjärjestelmän käynnissä olevan ohjelmistovirtualisointialustan päällä [6, s.25]. Virtualisoitu käyttöjärjestelmä tarjoaa joukon kirjastoja, joiden kanssa sovellukset kommunikoivat, antaen samalla jokaiselle sovellukselle kuvitelman siitä, että se toimii koneessa, joka on nimenomaan omistettu sen käyttöön [7, s.21].

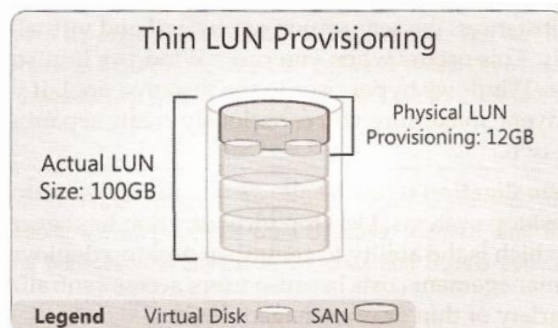
Laitteistovirtualisoinnissa puolestaan virtualisoitu käyttöjärjestelmä ajetaan ohjelmissuunalustan päällä, mutta alusta toimii suoraan laitteiston päällä ilman varsinaista käytössä olevaa käyttöjärjestelmää. Eräänlaista moottoria, jota käytetään laitteistovirtualisoinnin ajossa, on kutsuttu yleensä virtualisoinnissa hypervisoriksi. Tämän hyper-

visorin tarkoituksena on paljastaa laitteistoresursseja virtualisoiduille käyttöjärjestelmille. [6, s.25.]

Paravirtualisoinnissa ei puolestaan emuloida kokonaista laitteistoympäristöä, vaan virtualisointiohjelmisto on ohut kerros, joka yhteensovittaa pääsyn vierailijakäyttöjärjestelmistä fyysiseen koneeseen. Toisinsanoen paravirtualisointi ei luo kokonaista virtuaalikonetta isännöidäkseen vierailijakäyttöjärjestelmää, vaan pikemminkin mahdollistaa vuorovaikutuksessa olemisen hypervisorin kanssa. [7, s. 26-27.]

### 2.2.2 Tallennuksen virtualisointi

Tallennuksen virtualisoinnin (Storage Virtualization)) tarkoituksena on yhdistää monien laitteiden fyysiset muistivarastot ja näyttää ne yhtenä yksittäisenä varastona. Varasto voi ottaa ryhmässä erilaisia muotoja olemalla vaikka verkkoon kytketty muistivarasto (NAS, Network Attached Storage) ja se voi olla linkitetty monien protokollien läpi, esimerkiksi NFS:n eli verkkotiedostosysteemin läpi. Tallennuksen virtualisoinnin vahvuus on se, että on mahdollista varata tarvittaessa vain osa loogisen yksikön koosta. Jos esimerkiksi luodaan 100 gigatavun looginen yksikkö, ja käytetään vain 12 gigatavua jossakin toiminnassa, vain se määrä on varattuna omaan käyttöön. [6, s. 27.] Kuva 3 näyttää tämän kyseisen asian. Varattuna voi olla 12 gigatavua, ja varatun massamuistin sisällä voi olla virtuaalilevyjä (kuvassa englanniksi Virtual Disk) ja alue, joka on määritetty verkon yli toimivalle massamuistille. Kuvassa LUN on lyhenne Logical Unit -sanasta ja se tarkoittaa loogista yksikköä.

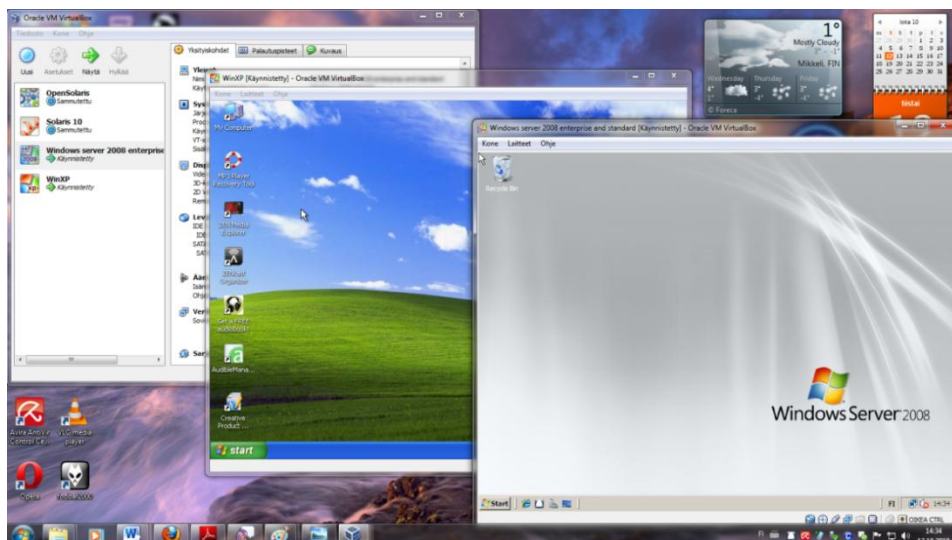


**KUVA 3. On mahdollista varata vain osa loogisen yksikön koosta [6, s.27]**



### 2.2.3 Työpöytävirtualisointi

Työpöytävirtualisoinnissa käyttäjän käyttöjärjestelmä ohjelmineen ja tiedostoineen sijaitsee palvelimella. Silloin välikappaleena toimii päätelaite, jonka kautta palvelimen ja työaseman kommunikointi tapahtuu. Työpöytävirtualisoinnissa ohjelmistoympäristön erottaminen fyysisestä laitteistosta tarkoittaa sitä, että työasemaa on mahdollista käyttää minkä tahansa laitteen, jossa on internet- yhteys, avulla. [8, s. 16-17.] Kuvassa 4 Windows 7-käyttöjärjestelmään asennettuun VirtualBox-ohjelmaan on tehty virtuaalikoneita, joihin on asennettu oma käyttöjärjestelmänsä. Kuten näkyy, virtuaalikoneita on mahdollista myös käyttää yhtäaikaan isäntäkäyttöjärjestelmän päällä. Tässä kuvassa Windows 7:n päällä on virtualisoidussa käytössä Windows XP ja Windows Server 2008 R2.

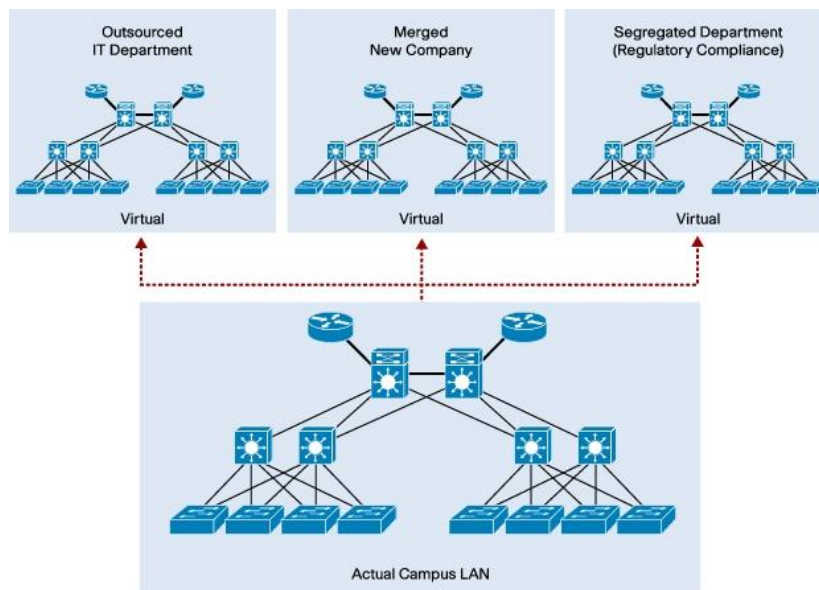


**KUVA 4. Työpöytävirtualisoinnin käytännön esimerkki; Windows XP ja Windows Server 2008 toiminnassa yhtäaikaan virtualisoituina**

### 2.2.4 Muut virtualisointimenetelmät

Neljännän virtualisointimuodon eli verkkovirtualisoinnin tarkoituksena on jakaa käytössä oleva tiedonsiirtokaista itsenäisiin kanaviin, jotka on mahdollista määrätä puolestaan tiettyyn käyttöön. VLAN (Virtual Local Area Network) eli virtuaalinen lähiverkko on yksi esimerkki verkkovirtualisoinnin muodoista. Käyttäen tätä virtuaalista verkkokerrosta pystytään luomaan verkko samojen isäntien, joiden välillä virtuaalinen työkuormitus kulkee, ympärille. Tämä voidaan tehdä haittaamatta tai vaikuttamatta

kuitenkaan verkkoja ja antamatta virtuaalikoneiden sotkea toisiaan [6, s. 27]. Kuvassa 5 nähdään verkkovirtualisointia käytännössä, eli esimerkiksi tavallisen koulualueen LAN-verkosta on mahdollista virtualisoimalla muodostaa kolme loogista virtuaali-verkkoa, eli VLAN-verkkoa, jotka on omistettu tietyille koulualueen sisällä oleville osastoille. Tässä todellisen kampusalueen LAN-verkosta on muodostettu virtuaaliset verkot ulkoistetulle IT-osastolle, fuusioituneelle uudelle yhtiölle sekä eristetylle osastolle.



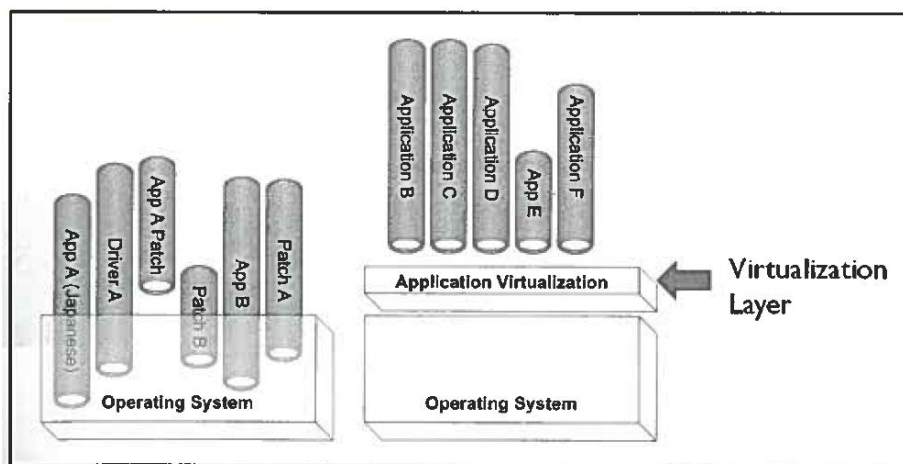
**KUVA 5. Verkkovirtualisointia käytännössä; kampusalueen LAN-verkosta on jaettu kolmelle muulle alueelle omat VLAN-verkot [9]**

Hallintavirtualisointi (Management Virtualization) keskittyy teknologioihin, jotka hallitsevat koko datakeskusta, siis myös virtuaalisia, esittääkseen yhden ainoan yhteisen infrastruktuurin palveluja varten. Hallintavirtualisointia ei välttämättä suoriteta yhden tason kautta, vaan esimerkiksi on mahdollista jakaa erilaiset palvelutoimitukset kerroksiin ja näin erottaa niiden väliset operaatiot. On varmistettava, että kaksi varsin tärkeää kerrosta, eli resurssikeskukset ja virtuaalipalvelut, pysyvät erillisinä, eivätkä sotkeudu keskenään. Resurssipooli sisältää kokoelman laitteistoresursseja, muun muassa isäntäpalvelimia, verkkolaitteistoa ja varastoja, mitkä mahdollistavat datakeskuksen. Virtuaalipalvelut ovat puolestaan asiakkaalle kohdistettuja ja loppukäyttäjälle palveluja tarjoavia. Näiden kahden välillä on oltava erilaiset ja vahvat turvakäytännöt, jotta oikeat resurssit resurssipoolista ovat saatavilla virtuaalipalveluille, ja jotta virtuaalipalvelut pystyvät antamaan oikeita palveluita loppukäyttäjille. Jos varsinaisessa

käytössä ja virtuaalisessa käytössä on olemassa sama käyttöjärjestelmä, erilaiset turvakäytännöt on oltava toiminnassa. [6, s. 28.]

Esitysvirtualisointi on kuudes virtualisointimalli. Tästä esimerkkinä ovat terminal-ohjelmat, jotka välittävät tietoa tietystä keskitetystä paikasta käyttäjille. Esitysvirtualisoinnin tarve on vähenemässä uudempien teknologioiden, kuten sovellusvirtualisoinnin myötä. Protokollat, joita esitysvirtualisoinnissa käytetään, ovat työpöytä-, ja palvelinvirtualisointitekniikoiden eturintamassa, koska nimenomaan näitä protokollia käytetään virtuaalisten työtaakkojen hallintaan, käyttöön ja niihin sisäänkäyntiin. [6, s. 29.]

Viimeinen virtualisointimalli on sovellusvirtualisointi, joka käyttää samoja periaatteita kuin ohjelmistopohjainen palvelinvirtualisointi, mutta sen sijaan, että se tarjoaisi eräänlaisen moottorin ajaakseen kokonaista käyttöjärjestelmää, sovellusvirtualisointi erottaa sovelluksia käyttöjärjestelmästä. Virtualisointimalli muuntaa sovellushallintimallia, koska sovellus tarvitaan virtualisoida vain kerran. Tämän jälkeen sovellusvirtualisointimoottori tekee virtualisoidun sovelluksen ajamisen mahdolliseksi esimerkiksi missä tahansa Windows-käyttöjärjestelmän versiossa. [6, s. 29.] Kuvan 6 vasemman puolen kuviossa sovellukset, jotka on kuvattu lieriöinä, ovat osittain kytköksissä ja riippuvaisia käyttöjärjestelmästä, mutta oikealla puolestaan nähdään mitä sovellusvirtualisointi tekee sovelluksille, eli virtualisointikerros muodostuu käyttöjärjestelmän ja sovellusten välille erottaen ne toisistaan ja tekemällä sovellukset riippumattomiksi käyttöjärjestelmistä.



**KUVA 6. Sovellusvirtualisointimalli [6, s.43]**

### 2.3 Virtualisoinnin hyödyt ja haitat

Kuten jo kappaleessa 2.1 mainittiin virtualisointi on suvantovaiheen jälkeen nostamassa suosiotaan. Mihin tämä suosio sitten perustuu? Tässä kappaleessa kerrotaan virtualisoinnista saatavia hyötyjä, mutta myös haittapuolia.

Ensimmäisenä virtualisoinnin hyötynä on mahdollisesti keskusyksikön korvautuminen pienemmällä laitteella nimeltään kevyt asiakaspääte. Tällä tavoin tilaa tulee enemmän, kun asiointi ja liikenne tapahtuu pienemmän laitteen kautta tietokoneen näytölle [10, s. 10]. Toisaalta alkuhaittana on kustannukset, joita tulee ainakin kevyiden asiakaspäätteiden ja mahdollisten muiden laitteiden hankinnasta. [11, s. 59.]

Virtualisointi voi mahdollisesti tarjota sellaista laitteistoa, joita muuten ei olisi tarjolla, kuten esimerkiksi virtuaalisia ethernet-kytkimiä ja hub-laitteita [1, s.3]. Käyttäjät voivat päästä sovelluksiin käsiksi mahdollisesti kotiin rakennetusta työympäristöstä, koska virtualisoinnin myötä dataan käsiksi pääseminen onnistuu koneelta kuin koneelta, kunhan verkkoyhteydet ovat kunnossa [10, s.10].

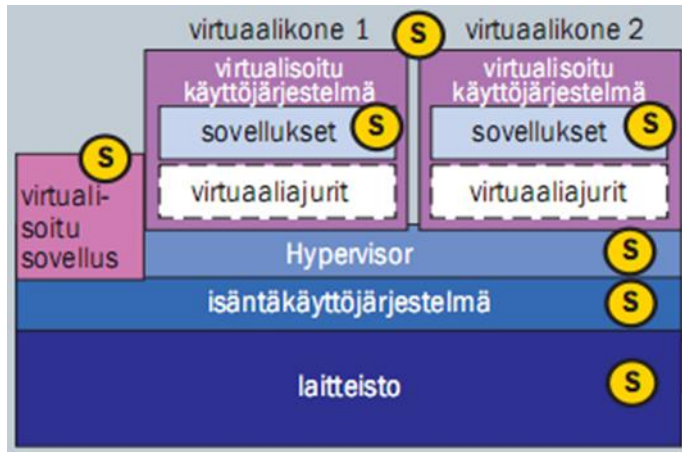
Sovelluksia, joilla on tiettyjä erityisvaatimuksia, vaikkapa muistin tai käyttöjärjestelmän suhteen, voidaan ajaa rinnakkain muiden sovelluksien ja käyttöjärjestelmien kanssa ilman konflikteja. Käytäntönä voi yleisesti olla muun muassa se, että jos käyttäjä jonkun sovelluksen haluaa, asennetaan se jonkun päähallinnoijan toimesta palvelimeen, josta sitten sovellus on virtuaalisesti käytettävissä. Sellainenkin on mahdollista, että käyttäjä halutessaan pystyy hakemaan sovelluksen koneelleen niisanottuna itsepalveluna. [10, s. 10-11.]

Ongelmia virtualisointitekniikoiden kanssa voi puolestaan tulla käyttäjille, jotka tarvitsevat näytönohjaintehoa. Tällaisia käyttäjiä ovat esimerkiksi pelien pelaajat, tai videoeditoijat. Hitaat verkkoyhteydet ja etenkin langattomien verkkoyhteyksien luomat väliaikaiset nopeusmuutokset aiheuttavat takkuilua työpöytätyöskentelyssä, ja tätä on puolestaan pyritty ratkaisemaan virtualisoimalla työaseman ohjelmistoja. Sen myötä niitä ajetaan työasemassa palvelimen sijaan, mutta ylläpito tapahtuu kuitenkin edelleen keskitetysti palvelimelta käsin. [12, s. 66-67.]

Hyöty- ja haittanäkökohtia ajatellen virtualisoinnin hyödyt voidaan jakaa muutamiin tärkeisiin kategorioihin; turva-, energia-, kustannus-, käytännön-, jatkuvuus-, sekä sovelluskategoriaan. Seuraavissa kappaleissa kerrotaan näistä asioista tarkemmin.

Turvallisuusasioita ajatellen virtualisointi mahdollistaa monia etuja. Palvelin-, ja työpöytävirtualisoinnin myötä käyttäjäympäristö on paremmin kontrolloitu ja hallinnoitu. Parempi loppukäyttäjien kontrollointi tarkoittaa sitä, että muun muassa sovellusten päivittäminen pystytään automatisoimaan ilman, että asia jätettäisiin loppukäyttäjien vastuulle. Tietyt sovellukset, joihin ennen käyttäjät ovat päässeet, pystytään sulkemaan sovellusvirtualisoinnin avulla. Joihinkin työpöytävirtualisointiin liittyviin muunnelmiin on rakennettu turvakäytäntöjä, kuten esimerkiksi enkryptaus data-, ja verkkokommunikoinnille. Samaan aikaan nämä työpöytävirtualisointiin liittyvät muunnelmat sallivat kuitenkin datan olla keskitetyssä tehovalvonnassa enkryptauksen sitä haittaamatta. [10, s. 10.] Turvallisuus paranee myös kun esimerkiksi Windows-käyttöjärjestelmä virtualisoidaan Windows-käyttöjärjestelmän sisältävässä tietokoneessa. Tällöin on mahdollista testata uusien ohjelmien yhteensopivuutta ensin virtuaalikoneessa, jottei virukset tai rekisterien sotkeutumiset pääse pääkonetta sotkemaan. [13, s. 37-39.] Eristetystä ja turvallisesta virtuaalikoneiden mahdollistamasta ympäristöstä käytetään nimitystä hiekkalaatikko [1, s.3].

Mitä tulee haittapuoliin tietoturva- asioissa, voidaan ajatella, ettei virtualisointi pelkää poista tietoturvauhkia, joita ovat muun muassa virukset, vakoiluyritykset, roskapostit tai erilaiset huijausyritykset. [14, s.6-8.] Fyysisiin palvelimiin kohdistuvat hyökkäykset toimivat myös virtualisoiduissakin palvelimissa, jollei tietoturvaa laajenneta virtuaaliympäristöihin. Päivitysten tekeminen virtuaalikoneisiin voi joissakin tapauksissa olla mahdollisesti työläämpää kuin mitä fyysisiin palvelimiin olisi. Tällainen tilanne syntyy, kun virtuaalipalvelimia on paljon. Vaaranpaikka on isäntäkäyttöjärjestelmien ohjelmapaikkaukset, koska jos isäntäkone saastuu, voi sen hallinnassa oleville virtuaalikoneille tapahtua tietoturva-aukko. Virtuaalikoneet, jotka ajetaan suoraan laitteistotason hypervisorin alla, poistavat haavoittuvuuskerroksen. [15, s. 61-62.] Kuvassa 7 näkyy S-kirjaimella haavoittuvuuskohtia virtuaaliympäristössä. Hyökkäyksiä voi kohdistua perinteisen isäntäkäyttöjärjestelmän lisäksi myös muun muassa virtuaalikoneissa oleviin sovelluksiin, hypervisor-kerrokseen, kuten myös virtuaalikoneiden välimaastoon.



**KUVA 7. Virtuaaliympäristön vaaranpaikat [15, s. 62]**

Hypervisor-kerrokseen kohdistuvat hyökkäykset voivat olla lamaanuttavia; palvelunestohyökkäys jonkun haittaohjelman kautta voi lamaanuttaa tilapäisesti, tai halvaannuttaa kokonaan hypervisor-kerroksen, jolloin sen alaisuudessa toimivat virtuaalikoneet myös lopettavat toimintansa. Microsoft on dokumentoinut tietoturvatiedotteeseen myös uhan, jossa virtuaalikoneeseen päässyt haittaohjelma mahdollisesti murtautuu hypervisorin kautta isäntäkäyttöjärjestelmään tai muihin virtuaalikoneisiin saastuttaen virtuaaliympäristön. [15, s. 61-62.]

Entä tapauksissa, joissa pitäisi taata saatavuus ja töitten jatkuvuus, johtuen vaikka sähkökatkoksista tai laitevioista? Virtuaalisilla työpöytäympäristöillä on tätä varten monia mahdollisuuksia; jos koko toimiston tietotekniikka ei ole käytettävissä syystä tai toisesta, käyttäjän on mahdollista päästä töihinsä kiinni joiltain toisilta tietokoneilta, olettaen, että ne ovat oikein konfiguroitu virtuaaliympäristöä varten. Tämän tyyppinen tilapäinen työympäristö on muun muassa oma koti. Toisaalta joillakin työpöytävirtualisointiohjelmilla voi mahdollisesti ottaa talteen virtuaalikoneista tietoja, jotka voidaan tallentaa ja varastoida mahdollisia järjestelmäongelmia varten. [10, s.11.]

Voidaanko sitten puhua säästöistä kun on kyse virtualisoinnista? Jos asiaa tutkittaisiin jokaiselta kantilta, mukaan luettuna virtualisoinnin myötä tapahtuneet laitemuutokset, saatetaan todeta, että pieniä säästöjä saavutetaan. Näiden yhteissummasta muodostuu ehkä merkittäviä menojen poistoja. Jos virtualisoinnilla pystytään takaamaan jatkuvuus töitten tekemiselle esimerkiksi pienen sähkökatkon jälkeen tai yleensä päivitykselle varattu alasajoaika jää pois kokonaan, voidaan jo puhua ajansäästöisestikin kannattavasta järjestelmästä. Myös ajatellen hallinnollisten muutosten tekemisen pois-

tumista sekä mahdollisen tietoteknisen avun tarpeen vähenemisen, säästöjä kertyy. Joustavuuden ja saatavuuden paraneminen vaikuttaa tuottavuuden kasvuun, joten ne ovat tärkeitä asioita. Jos virtualisointi on suunniteltu ja tehty hyvin, se palvelee sekä IT-väkeä, että kohdetyöyhteisöä. [10, s.11.]

Tietotekniseen osaamiseen ostamisen myötä voi toisaalta kulua niin paljon rahaa, ettei säästöjä saavutetakaan. Osaaminen voi olla esimerkiksi sitä, että järjestelmä rakennetaan jonkun asiantuntijaryhmän kanssa toimivaksi ja sitä ylläpidetään jatkossa. Aluksi voi olla hankalaa löytää osajia uudentyyppiselle tekniikalle, joka kehittyy ja muuttuu jatkuvasti. Eri yhtiöt tarjoavat erilaisia toteuttamistapoja, ja jos siirrytään esimerkiksi toiseen yhtiön virtualisointitekniikkaan, voi se vaatia oman perehtymisjakson, mikä alussa voi aiheuttaa ongelmia kun kyseisistä laitteista tai ohjelmista ei ole paljon tietoa. Työpöytävirtualisoinnin myötä laite-, ja ohjelmistokustannukset eivät välttämättä alene. Vaikka virtualisointi tehtäisiin, tulee sen jälkeen uuden järjestelmän tarjota samoja välttämättömiä ohjelmia mitä ennenkin oli tarjolla vanhan laitteiston ollessa toiminnassa. [11, s. 58-59.]

Entä miten energia-asiat? Päivän polttavien energiakysymysten äärellä kamppaillaan jatkuvasti, etenkin nykyään energian hinnan ja sen saatavuuden takia. Kun energian hinta kasvaa, myös tarve energiakulujen karsimiseen nousee. Virtualisoinnilla on mahdollista saavuttaa tilanne, jossa tarvitaan aiempaa vähemmän tilaa, energiaa ja laitteistoa. Yritykset näkevät laitteistovirtualisoinnissa sen hyvän puolen, että asiakkaat ja työntekijät pystyvät merkittävästi vähentämään energia-, ja jäähdytysmenoja, samalla taaten sen, että tehoa tuottavat voimalaitokset pysyvät toimintakunnossa pidempään sekä huolehtien paremmin laajemman alueen käyttäjien energiankulutusta. Tämän takia moni yritys on aloittanut niinkutsutun vähennysohjelman, jolla pyritään virtualisoimaan palvelimia, jotta niiden määrä laskisi datakeskuksista. [6, s.8.]

### 3 VIRTUALISOINTIIN TARVITTAVAA LAITTEISTOA

Aluksi törmättyäni Mikkelin ammattikorkeakoulun kirjastossa virtualisointiin näin kevyen asiakaspäätteen korvanneen perinteisen keskusyksikön, minkä jälkeen aloin miettimä, kuinka kouluympäristössä tällainen virtualisoitu järjestelmä on rakennettu. Tässä kappaleessa tulen kertomaan tarkemmin kyseisen ympäristön rakenteesta ja myös siitä minkälaisia laitteita ovat kevyet asiakaspäätteet. Lisäksi keskityn kertomaan tarkemmin ammattikorkeakoulussa käytettävästä Sun Ray 2 -laitteesta sekä kerroin hieman myös, minkälaisia muita Sun Ray -asiakaspäätteitä on olemassa.

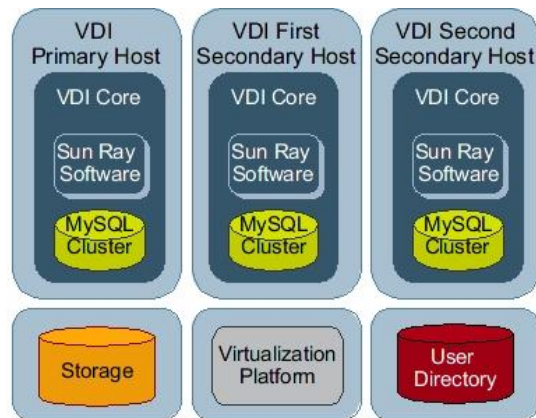
#### 3.1 Virtualisointiratkaisu Mikkelin ammattikorkeakoulualueella

Mikkelin ammattikorkeakoulu käyttää Sun VDI (Virtual Desktop Infrastructure) -järjestelmää. Tämän järjestelmän mukaisesti käytetään kolmea palvelinta, joiden yhteinen nimitys on Sun VDI Broker. Ensimmäinen palvelin on tyyliltään primary host, eli pääisäntä, ja kaksi muuta palvelinta toimivat secondary host -tyyppisinä, eli kaksoisäntinä. Näissä kaikissa kolmessa palvelimessa on MySQL-tietokanta, mutta pääisäntäpalvelin on myös Sun VDI MySQL -klusterin pääpalvelin. Klusterointi tarkoittaa siis sitä tässä tapauksessa, että palvelimien tietokannat työskentelevät keskenään muodostaen näennäisesti yhden kokonaisuuden ja pääpalvelin on tässä kokonaisuudessa ohjaavassa roolissa. Kaksi secondary host -palvelinta toimivat samaan aikaan MySQL-yhteenliittymän data node -tyyppisinä palvelimina, eli ne varastoivat dataa. [16.]

Konfiguraatio on tehty näin, jotta kolmella palvelimella on sama tieto Sun VDI -järjestelmästä, minkä myötä saavutetaan korkea käytettävyys. Korkea käytettävyys voi tarkoittaa sitä, että jos esimerkiksi toinen data node -palvelin joudutaan vaihtamaan, pystytään asentamaan uusi palvelin ja liittämään se osaksi kokonaisuutta, niin ettei järjestelmä huomaa palvelinvaihdosta. Toinen data node -palvelin synkronoi tietokantansa uudelle palvelimelle. Kuvassa 8 näkyy vielä tarkemmin mistä koko asiassa on kyse. Jokaisella palvelimella on VDI Core, Sun Ray Software sekä MySQL Cluster asennettuna, mutta jokaisella palvelimella on oma roolinsa virtuaaliympäristön ylläpidossa. Yhdellä palvelimella on asennettuna virtualisointialusta (kuvassa nimeltään



Virtualization Platform), eli VirtualBox, ja siellä virtualisoituja käyttöjärjestelmiä, kun taas toisessa palvelimessa on asennettuna User Directory eli käyttäjähakemisto. [16.]



High Availability (Bundled MySQL Database) Configuration

**KUVA 8. Mikkelin ammattikorkeakoulussa käytettävä kolmen palvelimen VDI-järjestelmä, jolla saavutetaan korkea käytettävyys [17]**

Kun Sun Ray 2 -kevytpäätte, joita nykyään käytetään ammattikorkeakoululla, yhdistyy verkkoon, se kysyy sieltä palvelimia, joiden nimet ovat sunray-config-servers ja sunray-servers. Näiden tulee olla nimipalvelussa, jossa molemmille palvelimille on kirjattu edellä mainittujen 1. ja 2. datanoden, eli secondary host -palvelimien IPv4-osoitteet. DHCP-palvelun on tarjottava käyttäjille myös DNS-palvelimet. Kevytpäätteen saatua tiedon Sun VDI brokerin (kolmen palvelimen ryhmittymän) sijainnista, kysyy se virtuaalikonetta itselleen. Kun kevytpäätteen mac-osoitteesta muodostuva yksilöivä token eli merkkijono on määritetty tietylle virtuaalityöasemalle tai työasemaryhmälle, sopiva virtuaalikone valitaan automaattisesti. Tämän jälkeen virtuaalikone käynnistyy ja kevytpäätte saa sen omaan käyttöönsä. [16.]

Tällä hetkellä, eli vuoden 2010 syyskuun lopussa, on käytössä kaksi palvelinta käyttöjärjestelmän tarjoajina. Yhdessä palvelimessa on 64GT RAM-muistia ja 7\*300 GT SAS-kovalevyjä, jotka muodostavat tallennusjärjestelmän palvelimelle. Palvelimissa ei voi olla ikinä liikaa keskusmuistia, koska sen määrä nopeuttaa virtuaalikoneiden toimintaa. Käyttöjärjestelmän tarjoavana ohjelmana käytetään Sun VirtualBox -nimistä ohjelmaa. Tämä käynnistää virtuaalikoneita milloin siihen on tarve, ja käytännössä kevytpäätte saa etätyöpöytäyhteyden virtuaalikoneeseen. [16.]

Koko Mikkelin ammattikorkeakoulun Sun VDI -ympäristö on rakennettu Sun-yhtiön laitteistovaatimusten mukaisesti. Yhtiön suositus on, että käytettäisiin vähintään kolmen palvelimen Sun VDI -järjestelmää, ja koska päätteitä on hieman yli 100 syyskuussa 2010, tämä järjestelmä sopii tämän hetken tarpeisiin. [16.]

### 3.2 Kevyet asiakaspäätteet (thin clients)

Thin client eli kevyt asiakaspääte on laite, joka on kytketty internetiin ja jonka tehtävänä on toimia yhteydenpitovälineenä käyttäen palvelimien laskentatehoja. Kevyt asiakaspääte ei voi itse ajaa sovelluksia eikä tallentaa tiedostoja johtuen sen riisutusta rakenteesta; sillä on vain tarvittavat osat palvelimien laskentatehon pääsyyn ja käyttöön. Asiakaspääte muun muassa välittää näppäimistöä eteenpäin ja yhdistää sovelluksiin sekä muisteihin palvelimissa, joissa varsinainen työ tapahtuu. Useimmat päätelaitteet ajavat perinteisiä internetselaimia ja/tai etätyöpöytäohjelmia, joten on mahdollista käyttää perinteistä selainta tai työpöytäympäristöä. [18.]

Kevyitä päätelaitteita tarvitaan palvelimilta saapuvien virtualisoidujen käyttöjärjestelmien näkymistä varten. Sen vuoksi tarvitaan joko yhteen tai useampaan palvelimeen asentaa ohjelmisto, joka luo työpöytäkuvat, sekä tallentaa ne palvelimiin. Tämän jälkeen työpöytäkuvia voidaan jakaa internetin yli kevyille asiakaspäätteille. Koska kevyillä päätelaitteilla ei ole kovalevyjä, cd-rom-asemia, tuulettimia eikä muita liikkuvia osia, ovat ne pienempiä ja helpompia valmistajien rakentaa kuin PC:t. Näiden osien puuttuessa hintakin saattaa olla alhainen. [18.]

Kevyitä asiakaspäätteitä on saatavilla erilaisia hinnoiltaan ja laitteistokokoonpanoiltaan: Laitteissa voi olla mahdollisesti PCI-laajennusmoduuli tarjoten lisälaitetukea, tai sitten pääte voi tukea jopa neljää näyttöä hyvällä tarkkuudella. Lisäksi jotkut päätteet voivat tukea etäyhteistyötä 3D-grafiikkasovelluksilla ja joissakin voi olla esimerkiksi sisäinen langaton verkkosovitin. [19.]

Vaikka kevyissä asiakaspäätteissä ei välttämättä ole paljon osia tai laskentatehoa, on niistä mahdollista tehdä eri ympäristöihin sopivia kokonaisuuksia oman tai yrityksen mukaan. Tästä esimerkkinä kuvassa 9 näkyy, minkätyylisiä thin client -laitteita on tällä hetkellä (lokakuussa 2010) olemassa. Keskellä näkyy Sun Ray 2 -kevyt asiakas-

pääte, joita Mikkelin ammattikorkeakoulussa käytetään. Sun Ray 2 -pääte on oikealla näkyvää edeltäjäänsä, Sun Ray 2FS:ää, ulkonäkönsä puolesta huomattavasti kapeampi. Vasemmalla oleva asiakaspääte onkin erilainen verrattuna kahteen muuhun jo sen takia, että päätelaitteisto on upotettu tietokoneen näytön sisälle. Tämä kuvassa näkyvä näytöllinen laite on Sun Ray 270. Seuraavissa kappaleissa kerrotaan Sun Ray 2 -laitteen lisäksi hieman uudemmissa malleista, joita on tuotu markkinoille.



**KUVA 9. Sun Ray -thin client -laitteita [20]**

### 3.2.1 Sun Ray 2 ja yleissilmäys sen ominaisuuksista

Mikkelin ammattikorkeakoulu käyttää tällä hetkellä Sun Ray 2 -nimistä kevyttä asiakaspäätettä normaalin keskusyksikön tilalla ja näytön rinnalla. Sun käyttää laitteesta tarkempaa nimeä Sun Ray 2 Virtual Display Client. Yhtiön mukaan Sun Ray 2 -asiakaspäätelaite pystyy näyttämään Windows-, Linux- tai Solaris-käyttöjärjestelmän työpöydän, ja laitteen voi siirtää paikasta toiseen, koska se hakee kesken jääneet tehtävät aina, kun sen käynnistää uudessakin paikassa. Tehtyjen töiden varmuuskopiointi on helppoa, ja laite on mahdollista turvata varkaiden ja verkkohyökkäysten varalta. Sun Ray -laitteissa ei ole paikallista käyttöjärjestelmää. [21, s. 1-2.]

Sun Ray koostuu kahdesta osasta: Sun Ray -kevytpäätteistä ja Sun Ray -ohjelmistosta. Laitteet eivät tarvitse työpöytähallinnointia, eikä niitä tarvitse päivittää, kun uusia sovelluksia tulee käyttöön tai jos laskentatehoa tarvitaan lisää. Tietoliikenneyhteyksistä

puhuttaessa Sun Ray 2 toimii sekä LAN (Local Area Network) - että WAN (Wide Area Network) -verkossa. Älykorttia on mahdollista käyttää myös laitteessa. Ammatikorkeakoululla ei ole tällä hetkellä käytössä niitä, mutta jos älykortteja käytettäisiin, mikä niiden tarkoitus olisi? Jos työt keskeytyisivät paikan vaihtamisen jälkeen, pystyisi niihin pääsemään nopeiten käsiksi käyttämällä älykorttia, jonka avulla pääsisi välittömästi jatkamaan keskeneräisiä töitä. [21, s. 1-2.]

Liitteessä 1. näkyy tarkemmin laitteen tiedot, mutta seuraavaksi ne käydään pääpiirteittäin läpi. Kuvassa 10 näkyy Sun Ray 2 -laite sekä laitteen liitännät. Etupuolella on älykorttipaikka, yksi USB 1.1 -portti sekä kolme audioliitäntää. Takana on ylhäältä alas lueteltuna Serial-, DVI-, Ethernet(10/100 Base-T) -, USB 1.1-, sekä Power-portti. [21, s. 1-2.]



**KUVA 10. Sun Ray 2 -kevyt asiakaspäätte [21]**

Sun Ray -ohjelmisto, joka sijaitsee palvelimella, tarjoaa käyttäjätunnistautumisen ja tietoliikenteen salaamisen päätteen ja palvelimen välillä, kuten myös käyttäjäistunnon hallinnan. Sun Ray -ohjelmisto suorittaa myös automaattisen kuorman tasapainotuksen, joka tarkoittaa sitä, että se laskee käytössä olevien palvelimien kuormat ja kapasiteetin. Sen myötä se jakaa kuorman sopivasti sellaisille palvelimille, jotka eivät ole kovan rasituksen alla tietyllä hetkellä. [21, s. 1-2.]

Sun Ray 2 -pääte, on edeltäjiinsä nähden puolet niiden koosta, ja se kuluttaa puolet niiden kuluttamasta energiasta. Energiankulutus on vain 4W, joka on 25% siitä energiankulutuksesta, mitä muut tyypilliset kevyet asiakaspäätteet kuluttavat. Kun vertaa virrankulutusta normaaliin pöytäkoneeseen, pääte kuluttaa vain 5% siitä määrästä, mitä keskiverto PC kuluttaa. Pääte tukee resoluutiota, joka on korkeintaan 1600\*1200 24-bittisessä väriavaruudessa, ja laitteen voi kytkeä VGA- tai DVI-portista näyttöön. [21, s. 1-2.] Koska nämä porttistandardit ovat vanhempia kuin esimerkiksi HDMI, vanhoja näyttöjä ei halutessaan tarvitse uusia, koska niistä löytyy jo joko VGA-, tai DVI-portti. Uudempia näyttöjä varten on puolestaan olemassa muuntajia, jotka muuntavat HDMI-signaalin tarvittaessa VGA-signaaliksi.

### 3.2.2 Sun Ray 3+ ja Sun Ray 3i

Kuten kappaleessa 3.2 kerrottiin, Sun on julkaissut myös muutamia edistyneempiä ja uudempia thin client- ratkaisuja, ja näitä edustaa Sun Ray 3+ sekä Sun Ray 3i.

Sun Ray 3+ on varsin samankaltainen kuin edellä mainittu Sun Ray 2, mutta siihen on lisätty muutamia lisäominaisuuksia. Merkittävimpään lisäominaisuuksiin kuuluu kuituoptysen verkon käytön mahdollisuus, eli laitteessa on SFP (Small Form-factor Pluggable transceiver)-porttimoduli. [22, s.1-2] SFP-moduli tarkoittaa erotettavissa olevaa optista lähetin/vastaanotin modulia, jota käytetään telekommunikaatiossa. SFP on suosittu teollisuudessa käytetty formaatti, jota tukee useimmat kuituoptykkakomponentteihin erikoistuneet kauppiat. [23.] Muita lisäominaisuuksia ovat kahden näytön yhtäaikaisen käytön mahdollisuus, sekä parannettu resoluutio. Yhdelle monitorille korkein resoluutio voi olla 2560\*1600, mutta jos käyttää kahta näyttöä yhtäaikaan resoluutio voi olla maksimissaan 5120\*1600. Myös USB-porttien määrä on Sun Ray 2 -laitteeseen verrattuna kasvanut neljään ja standardina niissä on 1.1 sijaan 2.0. Ainoana pienenä muutoksena huonompaan suuntaan voisi pitää virrankulutuksen kasvun 4 wattista 14 wattiin, mutta virrankulutusta voidaan pitää silti hyvin vähäisenä. Sun Ray 3+ -pääte näkyy kuvassa 11, josta näkee etupuolen liittimiä ja älykorttipaikka. Laitteen tekniset tiedot, ja tarkempi kuvaus liitännöistä näkyvät liitteissä 2 ja 3. [22, s. 1-2.]



**KUVA 11. Sun Ray 3+ [22]**

Sun Ray 3i poikkeaa varsin paljon ulkonäöllisesti edellä mainituista kevyistä asiakaspäätteistä. Sen edeltäjänä toimi Sun Ray 270 -malli, josta mainittiin kappaleessa 3.2. Tässä uudemmassa versiossa asiakaspäätelaite on upotettu näytön sisään, joten tästä johtuen ei tarvitse näytön vieressä pitää erillistä päätelaitetta. Jos on aloittamassa virtualisointia uudessa toimistoympäristössä, jossa ei ole vielä tietokoneita asennettuna, tällainen näytöllinen päätelaiteratkaisu voi olla pohdinnan arvoinen. Lisäominaisuuksina (liite 4) edellä mainittuihin laitteisiin verrattuna 3i tarjoaa muun muassa 21,5 tuuman näytössä Full HD 1920\*1080 maksimiresoluutioisen 16:9 laajakuvanäytön ja laite on 98%:sti kierrätettävissä, johtuen ympäristöä vaarantavien materiaalien vähyydestä. [24, s. 1-3.]

Sun Ray 3i -laitteen odotettavissa oleva elinikä on tavallista PC:tä korkeampi, joten elektronisen jätteen määrä pienenee, kun ei välttämättä tarvitse ostaa uusia laitteita kovin nopeasti laitteiden hyvän kestävyys takia. Laitteessa on myös kehittynyt lämmöntuoton hallinta; siinä on passiivisesti johtava jäähdytys, joka ei vaadi tuulettimia, mikä tekee myös ympäristön samalla hiljaisemmaksi. Huomattavaa on, että energiankulutus on todella alhainen, alle 6 wattia, kun ajatellaan, että kyseessä on kuitenkin näyttö, jonka sisällä on upotettu asiakaspäätelaite. Tästä johtuen laite on saanut A-luokituksen mitä tulee energiankulutuksen vähyyteen. Kaiken kaikkiaan Sun Ray 3i vaikuttaisi olevan tulevaisuuden ratkaisu normaalien kevyiden päätelaitteiden tilalle, tai jopa ensimmäisiksi virtuaalipäätelaitteiksi, jos esimerkiksi ensimmäistä kertaa ollaan aloittamassa virtualisointia ja ehkä on mietitty uusien tietokoneen näyttöjen

hankkimista. [24, s. 1-3.] Seuraavissa kuvissa, kuvissa 12. ja 13. näkyvät Sun Ray 3i ja laitteen liitännöiden sijainnit eri kuvakulmista katsottuna. Liitteessä viisi näkyy tarkempi kuvaus siitä mitä liitännöitä tässä laitteessa on.



**KUVA 12. Sun Ray 3i [23]**



**KUVA 13. Sun Ray 3i:n liitännät [23]**

#### **4 SUN VDI -VIRTUAALIYMPÄRISTÖN RAKENTAMISESSA TARVITTAVAT OHJELMAT**

Tässä kappaleessa tulen kertomaan mitä ohjelmia Sun-virtuaaliympäristössä käytetään ja minkälaisia ne ovat. Tarkoituksena on tutustua näihin tarkemmin, jotta ennen käytännönsuutta on syvällisemmin tietoa kyseisistä ohjelmista ja miksi kyseiset ohjelmat ovat tarpeellisia virtuaaliympäristön muodostamisessa. Käytännönsuudessa näitä kyseisiä ohjelmia tullaan käyttämään demoympäristön perustamisessa.

Mikkelin ammattikorkeakoulullakin käytössä oleva Sun VDI -virtuaaliympäristö on rakennettu Solaris-käyttöjärjestelmään. Kyseiseen käyttöjärjestelmään on asennettu virtuaaliympäristön mahdollistava ohjelmapaketti nimeltään VDI 3.1.1. Käyttöjärjestelmän virtualisointiin tarkoitettu ohjelma VirtualBox kuuluu myös kyseiseen pakettiin. Miksi sitten VDI-ympäristö asennetaan nimenomaan Solaris-käyttöjärjestelmään? Syy siihen on se, ettei tässä testauksessa käytettävä, ilmaiseksi ladattava VDI 3.1.1. käy asennettavaksi muuhun käyttöjärjestelmään. Oracle Solaris, Sun VDI ja Virtual-Box muodostavat näin ollen virtuaaliympäristön rungon.

#### **4.1 Oracle Solaris 10 05/09**

SunOS on Sun Microsystem -yrityksen toteuttama Unix-käyttöjärjestelmä. Solaris on puolestaan samanlainen kuin SunOS, johon on lisätty lukuisia lisätyökaluja ja joka on varustettu GUI:lla, eli graafisella käyttöliittymällä. [25.] Miten Solaris sitten eroaa toisista käyttöjärjestelmistä ja mitä hyviä ominaisuuksia sillä on? Solariksessa on virtuaaliominaisuus, jonka myötä pystytään luomaan monia sovellusympäristöjä kuitenkin vain yhden käyttöjärjestelmän ollessa toiminnassa. Oracle Solaris Predictive Self Healing- ominaisuus mahdollistaa palvelimen komponenttivikojen havaitsemisen ja muiden vaarallisten ongelmien synnyn ennakkoinnin. Jos jokin palvelu tai sovellus kaatuu, sisäänrakennettu mekanismi käynnistää automaattisesti kyseisen ohjelman uudelleen. Solariksessa olevalla Dtrace-ohjelmalla puolestaan pystytään tutkimaan tarkasti mitä järjestelmässä tapahtuu. Käyttöjärjestelmässä on tiedostojärjestelmä nimeltään ZFS, eli Zettabyte File System, joka yksinkertaistaa hallinnointitehtäviä, suo- jaa korruptiolta ja se pystyy myös skaalautumaan työpöydältä datakeskukseen. [26.]

Solaris-käyttöjärjestelmään on mahdollista asentaa käyttökokemusta parantavia lisä- ominaisuuksia. Näitä ovat muun muassa yhteensopivuus-, RBAC-, Service Manager -, ja Fault Manager -ominaisuudet. Yhteensopivuusominaisuudella tarkoitetaan sitä, että Oracle Solaris- sekä Linux-käyttöjärjestelmien välille pystytään muodostamaan saumaton yhteensopivuus. RBAC eli Role Based Access Control -ominaisuudella pystytään delegoimaan hallintaominaisuus sellaisille käyttäjille, jotka tarvitsevat sitä. Service Manager on puolestaan avainominaisuus jo edellä mainittuun ennakoivaan itsepa- rannukseen, koska tämä ominaisuus takaa sen, että sovellukset pysyvät päällä vaikka tapahtuisi laitteisto-, tai ohjelmistovika. Fault Manager kuuluu samaan parannusme-



kanismiin. Se monitoroi koko ajan dataa, joka liittyy laitteisto-, tai ohjelmistovikoihin ja se automaattisesti diagnosoi sen hetkistä vikaa eristämällä vialliset komponentit. [26.]

## 4.2 Virtualbox

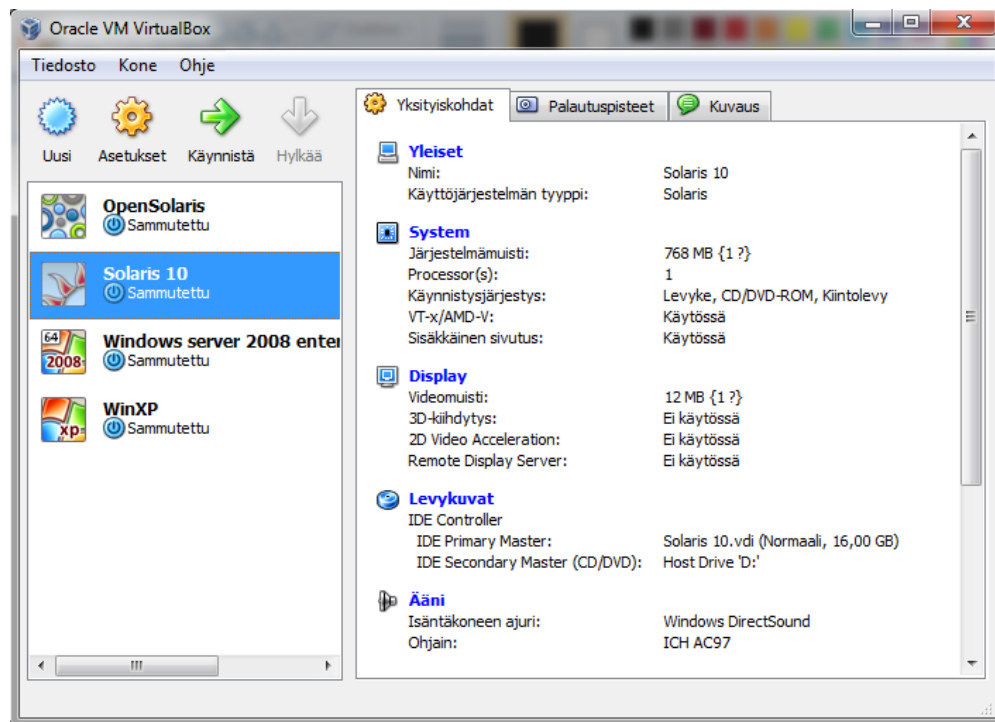
VDI 3.1.1. -ohjelmistopakettien mukana tuleva VirtualBox 3.0 on avoimeen lähdekoodiin perustuva, virtualisointiin tarkoitettu ohjelma. Sen on kehittänyt Sun Microsystems ja suunnitellut innotek-yritys. VirtualBox on mahdollista asentaa Linux-, Windows-, OpenSolaris-, ja Mac OS X -isäntäkäyttöjärjestelmiin sekä siihen voi asentaa laajan kirjon Linux-, Solaris-, tai Windows-peruskäyttöjärjestelmiä tai palvelinkäyttöjärjestelmiä. VirtualBox-ohjelma emuloi isäntäkäyttöjärjestelmän laitteiston virtuaalikoneen käyttöjärjestelmälle. Ohjelma julkaistiin vuoden 2007 alussa ja se on kasvanut virtualisointipiirissä suureen rooliin. [27, s.4-5.]

VirtualBox-ohjelman sisään on rakennettu VRDP (VirtualBox Remote Desktop Connection) eli VirtualBox etätyöpöytäyhteys-palvelin. Tämä mahdollistaa etäyhteyden virtualisoituun käyttöjärjestelmään, joka myös käyttää jotakin standardin mukaista etätyöpöytäohjelmaa. Tällaisia ovat muun muassa Linux-käyttöjärjestelmissä olevat rdesktop-ohjelmat sekä Windows-käyttöjärjestelmissä sisään rakennettu RDP (Remote Desktop Protocol), eli etätyöpöytäprotokolla. Ominaisuutta hyödyntäen on mahdollista päästä hallitsemaan suoraan virtuaalikoneita mistä tahansa alueverkon tietokoneesta käyttäen isäntäpalvelimen IPv4- tai IPv6-osoitetta ja ennalta määrättyä porttinumeroa. Tämä antaa tilaisuuden tutkia käyttäjille näkyvää virtuaalikäyttöjärjestelmiä ja muokata niitä aivan kuin ne olisi asennettu suoraan tietokoneeseen. [27, s.5.]

VirtualBox- ohjelmassa luodun virtuaalikoneen sisällä olevaan käyttöjärjestelmään, joka voi olla Windows, Solaris tai Linux, on mahdollista ladata myös käyttöä helpottava lisäohjelma nimeltään Guest Addition. Lisäohjelma parantaa sitä vaikutelmaa, että käyttöjärjestelmä olisi asennettu virtualisoidussa ympäristössä olevaan tietokoneeseen paikallisesti. Guest Addition tarjoaa muun muassa hiirikohdistimen integroinnin ja laajamittaisia näytönparannuksia, mahdollistamalla renkikäyttöjärjestelmän ikkunakoon suurentamisen koko tietokoneen näyttöruudun kokoiseksi. VirtualBox mahdollistaa myös nopean tiedonsiirron isäntä-, ja vieraskäyttöjärjestelmän välillä

kirjaamalla tietyt isäntäkäyttöjärjestelmän hakemistot jaetuiksi kansioiksi, joihin on mahdollista päästä virtuaalikoneen sisällä käsiksi. [28.]

Kuvassa 14 näkyy VirtualBox-ohjelman aloitusnäky, jossa voi valita jo muodostetun virtuaalikoneen, tai tehdä uuden sellaisen klikkaamalla Uusi-kuvaketta. Tässä tapauksessa Solaris 5.10 -, OpenSolaris-, Windows XP - ja Windows Server 2008 R2 - käyttöjärjestelmät ovat asennettu omiin virtuaalikoneisiin.



**KUVA 14. Oracle VirtualBox -ohjelman aloitusnäky.**

Laitteistovaatimuksista puhuttaessa, jotta VirtualBox toimisi tietokoneella, täytyy RAM- muistia olla vähintään 512MB. Mitä enemmän muistia on, sitä parempi, koska muistia kuluttaa isäntäkäyttöjärjestelmä sekä käynnissä olevan virtuaalikoneen käyttöjärjestelmä. Jos tilanne olisi esimerkiksi se, että Windows XP -käyttöjärjestelmässä olisi Windows 7 -käyttöjärjestelmä virtualisoituna, tulisi ottaa huomioon näiden kahden käyttöjärjestelmän vaatiman keskusmuistin yhteinen suuruus. Kovalevytilaa tyyppinen tietokoneelle asennettu VirtualBox-ohjelma vie vain noin 30 MB, mutta virtualisoidulle käyttöjärjestelmälle on varattava useita gigatavuja, mieluiten kymmeniä gigatavuja, koska renkikäyttöjärjestelmille on osoitettava oma kovalevytila isäntätietokoneen kovalevytilasta virtuaalikoneen luonnin yhteydessä. Prosessoreista puhuttaessa nykyaikainen Intel tai AMD (x86- suoritinarkkitehtuuriin perustuva) prosessori

riittää yksityiskäytössä, mutta tässäkin tapauksessa käyttökokemus parantuu nopealla prosessorilla. [29.]

### 4.3 Sun VDI 3.1.1

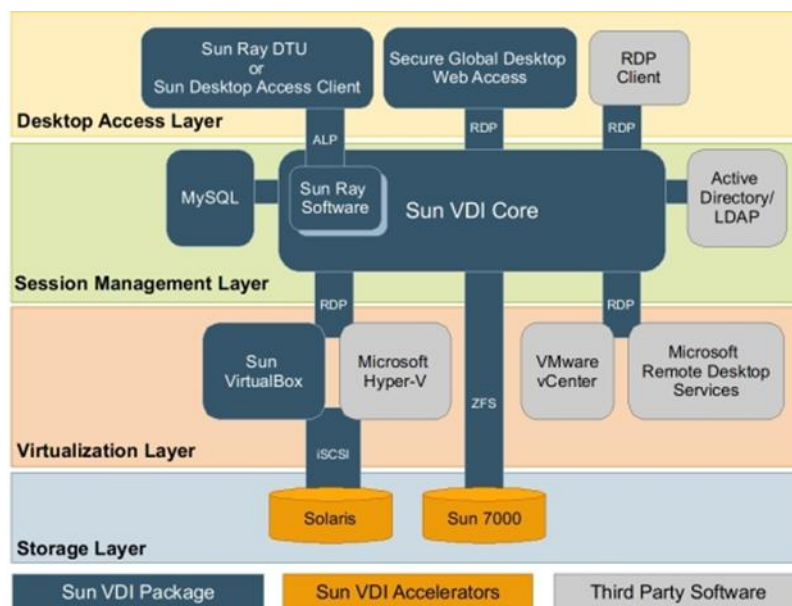
Sun VDI (Virtual Desktop Infrastructure) 3.1.1 on merkittävä osa virtualisoidun ympäristön rakentamisessa, koska tähän ohjelmapakettiin kuuluvat sovellukset mahdollistavat ja helpottavat monien päätelaitteiden yhtäaikaisen pääsyn virtualisoituihin työpöytäympäristöihin. Ilman Sun VDI:n kuuluvien ohjelmien asentamista Sun Ray -pätelaitteiden käyttäminen, virtuaaliympäristössä olevien käyttäjien hallinnointi ja virtualisoitujen työpöytien jakaminen jokaiselle olisi hankalaa. [30, s.1.]

VDI-ohjelmapakettiin liittyvien ohjelmien asentamisen jälkeen pääkäyttäjien työ helpottuu, kun satoja virtuaalityöpöytiä on mahdollista hallinnoida näennäisesti yhtenä kokonaisuutena. Yhteys virtuaalityöpöytiin pystytään turvaamaan asentamalla pääkäyttäjän toimesta kirjautuminen asiakaspätelaitteen ja palvelimen välille. Käyttäjien tiedot eivät tallennu kevyeen asiakspätteeseen, vaan datakeskukseen, minkä vuoksi käyttäjää estetään myös yhdistymästä suoraan sinne. Sunin VDI -ohjelmat ovat mahdollista asentaa toimivaksi moneen palvelimeen muodostaen ketjun, jossa yhden palvelimen kaatuminen ei estä virtuaaliympäristön toimintaa. VDI-manageriohjelman sisällä tehdyt kloonit erilaisista virtuaalikoneista osaavat myös hyödyntää Solariksen omaa ZFS-tiedostojärjestelmää, minkä myötä aika gigatavujen kokoisten kansioden kopioinnissa vähenee. [30, s.1-2.]

Kuten VirtualBox, myös VDI tukee monia erilaisia käyttöjärjestelmiä, esimerkiksi Windows 7:ää, XP:tä tai Linux Ubuntu -käyttöjärjestelmää. Se myös tukee käyttöjärjestelmän virtualisointiohjelmista Microsoft Hyper-V:tä tai Vmware vSphere -ohjelmaa VirtualBox-ohjelman lisäksi. [29, s.2.] Sun VDI (Virtual Desktop Infrastructure) 3.1.1 ohjelmapaketti sisältää monta ohjelmaa, muun muassa MySQL-tietokannan, Sun Ray -pätelaitteen hallinnointiin tarkoitettun ohjelman, Web Administration -työkalun, Sun VDI Core:n sekä VirtualBox-ohjelman. [31.]

Kuvassa 15 näkyy sinisellä Sun VDI -paketissa tulevien osien nimiä, missä kerroksessa ne toimivat ja mitä muita ohjelmia ympäristöön voi asentaa. Desktop Access Layer-

kerros tarkoittaa laitteistoja tai sovelluksia, joiden avulla päästään VDI-ympäristöön. Kuvassa näkyvään Sun Ray -hallintaohjelmaan kiinteästi kuuluva Sun Ray DTU tarkoittaa samaa asiaa kuin Sun Ray -kevyt asiakaspäätelaite. Sun Desktop Access Client on puolestaan ohjelma, joka simuloi Sun Ray -päätteen toimintaa ja on siis toimintaperiaatteeltaan samanlainen. Sun VDI -ympäristöön on mahdollista päästä käsiksi myös Web Access with SGD (Secure Global Desktop) kautta, minkä istunnon muodostamisessa käytetään selainta. SGD käyttää VDI Core:n RDP eli Remote Desktop Protocol -uudelleenohjausominaisuutta muodostaakseen yhteyden annettuun virtuaali-työpöytään. [31.]



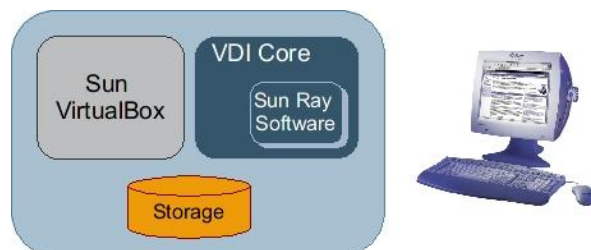
**KUVA 15. SUN VDI -pakettiin kuuluvat ohjelmistot (merkitty sinisellä) [30]**

Sun VDI Core on keskeisin komponentti Sun VDI -ympäristössä, koska se tarjoaa kaikki tarpeelliset toiminnallisuudet hallinnoidakseen useiden virtuaalikoneiden käyttöönottoa ja se on myös vastuussa virtuaalityöpöytien siirtämisestä. VDI Core:n konfigurointidata ja ajonaikainen informaatio on varastoitu MySQL-tietokantaan. Virtualization-, ja Storage Layer -kerroksien välissä toimii iSCSI (Internet Small Computer Systems Interface)- standardi, ja se on datavaraston sekä VirtualBox-, ja Hyper-V-ohjelmien välinen tiedonsiirtomenetelmä. [31.] iSCSI käyttää IP-protokollia datansiirrossa ja se voi käyttää Ethernet-verkkoa siirtoväylänä kommunikoidakseen palvelimen ja etädatavaraston kanssa [7, s.171]. Sun VDI Core voi kommunikoida Solariksen ZFS-väylää käyttäen myös suoraan tallennuskerroksessa olevien Sun 7000 -laitteiden kanssa. [31.]

## 5 SUN VDI -VIRTUAALIYMPÄRISTÖN MUODOSTAMINEN KÄYTÄNNÖSSÄ

Tässä aluvuussa kerrotaan tutkittavan virtuaaliympäristön muodostamisesta. Tutkimuksen alkuvaiheessa tehdään tarvittavien ohjelmien asennukset, ja nämä asennukset voidaan jakaa kolmeen eri osaan: Solaris-käyttöjärjestelmän sekä palvelimien että Sun VDI-ohjelmien asennus. Näiden ohjelmien asennusten sekä niihin tarvittavien tietojen laittamisen jälkeen siirrytään Sun VDI-ympäristön rakentamiseen Solaris-käyttöjärjestelmässä.

Tutkimuksessa käytettiin laitteina kahta tietokonetta sekä kytkintä. Ensimmäiseen tietokoneeseen asennettiin Solaris-käyttöjärjestelmä, johon myös asennettiin myöhemmin VDI-ohjelmat. Toisen tietokoneen, jonka isäntäkäyttöjärjestelmänä on Windows 7, VirtualBox-ohjelmaan asennettiin virtuaalipalvelinohjelmaksi Windows Server 2008 R2. Tarkoituksena oli rakentaa VDI-demoympäristö, jossa kaikki VDI-komponentit (VDI Core, virtualisointialusta ja tallennettava kiintolevymuisti) olivat yhden isäntätietokoneen sisällä. Tästä johtuen laitekoonpano muodostui kahdesta tietokoneesta, missä toinen tietokone toimi pelkästään palvelimena. Demoympäristö on tarkoitettu lähinnä vain kokeilukäyttöön, joten jos kyseessä olisi esimerkiksi koulun alueen virtualisointi, laitekoonpano ja ohjelmien sijoittuminen laitteisiin olisi erilainen. Kuvassa 16 näkyy VDI-komponentteja, jotka asennettiin siis yhdelle tietokoneelle tässä tapauksessa. Sun VDI Core on koko VDI-järjestelmän runko, johon asennetaan Sun Ray -päätelaitteen hallintatyökalu. Tallennustila ja Sun VirtualBox kuuluvat myös olennaisena osana järjestelmään. Seuraavaksi kerrotaan ohjelmien asennusvaiheet sekä muiden haluttujen asetusten tekemisestä.



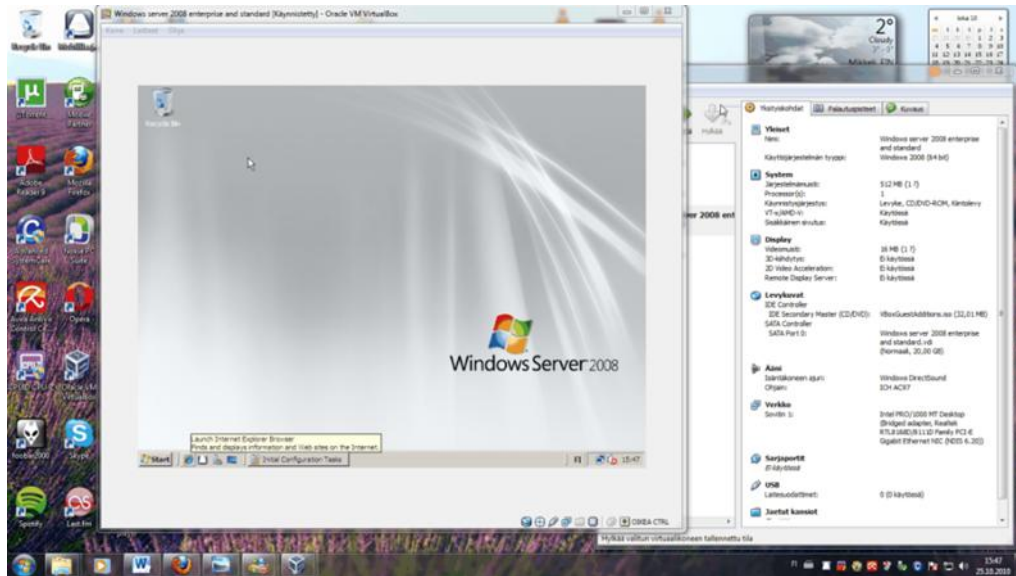
**KUVA 16. VDI Demo -ympäristö ja sen tärkeimmät komponentit [31]**

## 5.1 Palvelinvirtualisointi

Aluksi palvelinvirtualisoinnissa luodaan virtuaalikone VirtualBox-ohjelmaan ja asennetaan siihen Windows Server 2008 R2 -palvelinkäyttöjärjestelmä. Tähän käyttöjärjestelmään asennetaan puolestaan DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)-, DNS (Domain Name Service)-, ja AD (Active Directory)-palvelut. Ensimmäinen syy siihen, miksi palvelinkäyttöjärjestelmä asennetaan VirtualBox-ohjelmaan, on se, että samalla tietokoneella haluttiin tehdä myös Windows 7 -käyttöjärjestelmäympäristössä muistiinpanoja sekä tarvittaessa sieltä käsin haettiin tietoja, koskien esimerkiksi palveluiden asennusta. Nyt Windows 2008 Server -ohjelmaa ei tarvitse asentaa Windows 7 -käyttöjärjestelmän rinnalle, vaan virtualisoimalla palvelinkäyttöjärjestelmä VirtualBox-ohjelmassa pystytään näin käyttämään molempia käyttöjärjestelmiä tarvittaessa yhtä aikaa. Toinen syy siihen, miksi palvelin asennetaan ensimmäisenä on se, että toisessa tietokoneessa Solaris-käyttöjärjestelmäasennuksen aikana tarvitaan palvelimen tietoja.

Miksi puolestaan AD-, DHCP- ja DNS-palveluiden asentaminen palvelimeen on hyödyllistä ja tärkeää? DNS-palvelun asennuksen jälkeen, IPv4- tai IPv6-osoitteiden muunto tietokoneen ymmärtämään muotoon tapahtuu automaattisesti [7, s.173]. DHCP-palvelu puolestaan mahdollistaa IPv4-, tai IPv6-osoitteiden automaattisen jaon palvelimeen kytköksissä oleviin laitteisiin [33, s.436]. AD eli Active Directory on aktiivihakemisto, jossa resurssien nimeämiseen käytetään DNS-nimeämiskäytäntöä [34]. Asennuksen aikana käytetään IPv4-standardia.

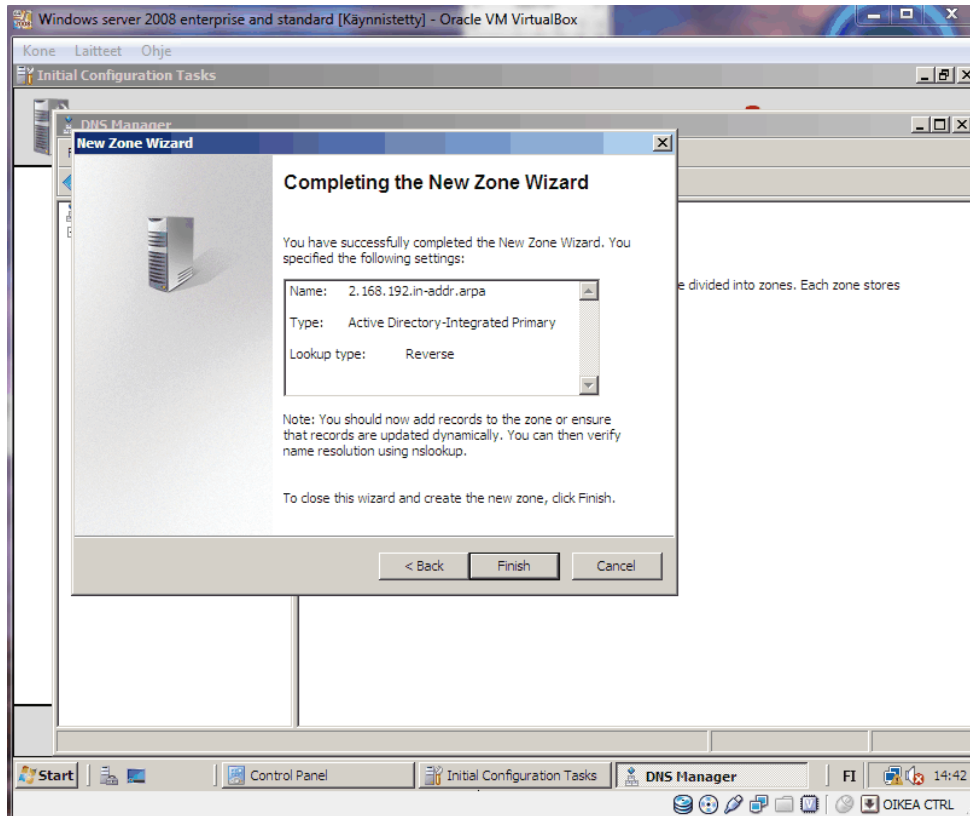
Kuvassa 17 näkyy käytännössä, kuinka toinen käyttöjärjestelmä toimii täysin tietämättä toisen käyttöjärjestelmän olemassaolosta. VirtualBox-ohjelmaan ja kuinka siihen virtuaalikone luodaan, tullaan paneutumaan tarkemmin jatkossa, kun VDI-ympäristön asetuksia tehdään.



**KUVA 17. Windows 2008 Server R2 -palvelinkäyttäjärjestelmä Windows 7 -käyttäjärjestelmän päällä**

Kun Windows Server 2008 R2 –palvelinkäyttäjärjestelmä asennetaan VirtualBox-ohjelman virtuaalikoneeseen, asennus sujuu suoraviivaisesti ja samankaltaisella tavalla kuin Windows 7 –käyttäjärjestelmän asennus. Palvelinkäyttäjärjestelmän asennuksen jälkeen ensimmäiseksi asennetaan AD-palvelu, koska ilman sitä ei muita palveluita pysty asentamaan. AD-palvelun yhteydessä asennetaan myös DNS-palvelu. Asennuksen yhteydessä määritetään muun muassa domain, eli toimialueen nimi, jota jatkossa myös tarvitaan toisen tietokoneen määrittämissä. Tämä domain on eräänlainen tunnistenimi palvelimelle.

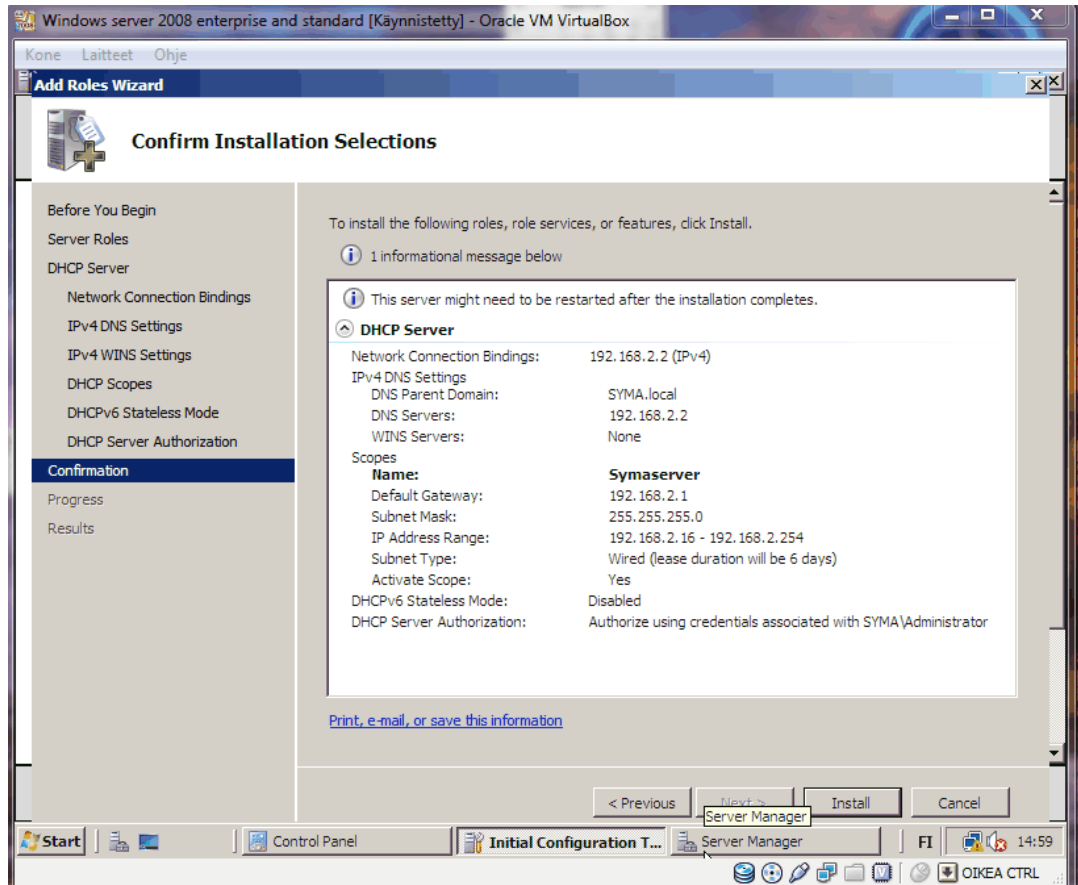
Kun nämä palvelut on asennettu, tulee katsoa lähiverkon IPv4-osoitteista, että palvelinkoneen DNS-osoite on 127.0.0.1. Tämä kyseinen IPv4-osoite on yleinen viittaus tietokoneeseen itseensä, ja tarkoitus tällä on se, että myös itse palvelinvirtuaalikone käyttää DNS-palvelua. Lopuksi tehdään Reverse Lookup Zone -asetus, joka tekee käänteiskyselyn luodun domain-alueen palvelimille. Kuvassa 18 näkyy luotujen Reverse Lookup Zone -asetusten yhteenveto. Kyseisen avustajan (Wizard) sulkeminen ja uuden alueen luonti tapahtuu klikkaamalla Finish- painiketta.



**KUVA 18. Tehtyjen Reverse Lookup Zone –asetusten yhteenvedoikkuna.**

DHCP-palvelun asennus on lyhyempi, ja tärkeimmät asiat siinä ovat IPv4-osoitteiden asetusten laittaminen sekä osoitealueen määrittäminen. DHCP-palvelimen asetukset näkyvät kuvassa 19; siinä näkyy muun muassa osoitealue (IP Address Range), oletusyhdyskäytävä (Default Gateway), DNS-palvelimen osoite ja domain-nimi, joka on kuvassa kohta DNS Parent Domain.





**KUVA 19. DHCP-määritykset**

Tehtyjen asennusten jälkeen palvelimen toimivuutta testataan liittämällä toinen työasema kytkimen kautta palvelimeen ja sen jälkeen laittamalla automaattisen IPv4-osoitehaun päälle kyseisessä tietokoneessa. Tämän jälkeen käynnistetään komentokehote tietokoneessa ja kirjoitetaan komentoriville `ipconfig /release`, joka vapauttaa sen hetkisen IPv4-osoitteen. Sen jälkeen komennolla `ipconfig /renew` tietokone saa uuden osoitteen, ja se pystytään vielä tarkistamaan komennolla `ipconfig /all`. Itse palvelimen DNS:n käänteiskyselyä testataan pingaamalla sitä sen osoitteella ja nimellä, ja tästä operaatiosta on kuvassa 20 nähtävillä tarkemmat tiedot. Kuvan lopussa näkyy myös, että `nslookup`-komennolla pystyy näkemään tarvittaessa palvelimen nimen ja osoitteen.

```

Administrator: C:\Windows\system32\cmd.exe - nslookup
C:\Users\Administrator>ping symantecserver
Pinging SYMANTECSERUER.SYMA.local [::1] from ::1 with 32 bytes of data:
Reply from ::1: time<1ms
Reply from ::1: time<1ms
Reply from ::1: time<1ms
Reply from ::1: time<1ms
Ping statistics for ::1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
C:\Users\Administrator>ping 192.168.2.2
Pinging 192.168.2.2 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time<1ms TTL=128
Ping statistics for 192.168.2.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
C:\Users\Administrator>nslookup
Default Server: localhost
Address: 127.0.0.1
>

```

**KUVA 20.** Palvelimen toimivuuden tarkistaminen komentokehote-ikkunassa

## 5.2 Solaris-käyttöjärjestelmän asennus

Seuraavaksi aloitetaan asentamaan toiseen tietokoneeseen Solaris 5.10 -käyttöjärjestelmää. Asennusvaihtoehtoja ilmaantuu 6 erilaista, joista oletusasennustapana on ensimmäinen asennusvaihtoehto, eli Solaris Interactive. Tässä tapauksessa valitaan kuitenkin asennusvaihtoehdon numero 3, eli Solaris Interactive Text (Desktop session), koska asennuksen yhteydessä pystytään tekemään laajemmin omia valintoja ja määrittäksiä. Kyseisestä tapahtumasta on kuva 21, jossa näkyvät nämä kuusi eri asennusvaihtoehtoa.

```

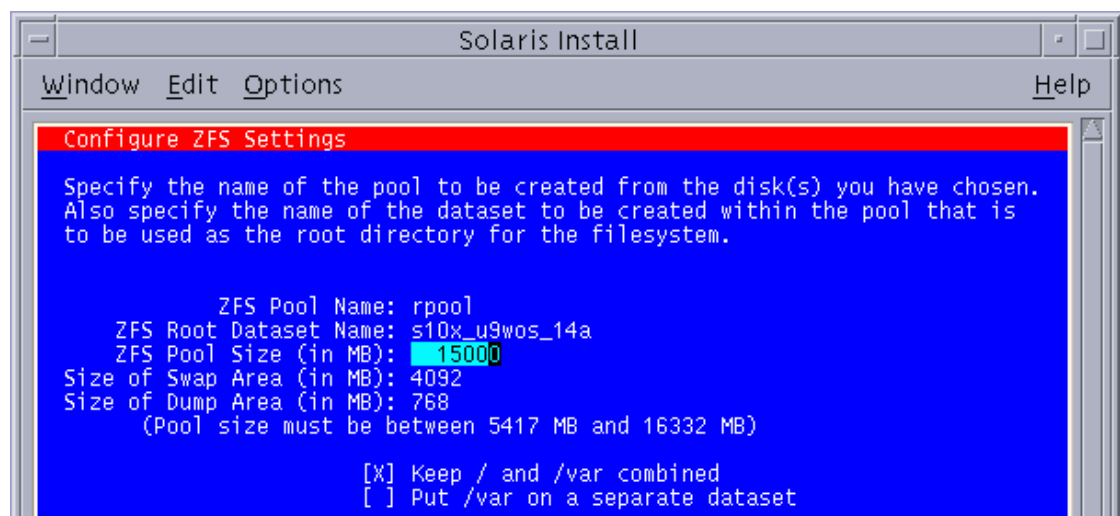
SunOS Release 5.10 Version Generic_142910-17 32-bit
Copyright (c) 1983, 2010, Oracle and/or its affiliates. All rights reserved.
Configuring devices.
/
1.      Solaris Interactive (default)
2.      Custom JumpStart
3.      Solaris Interactive Text (Desktop session)
4.      Solaris Interactive Text (Console session)
        (Select option 3 or 4 to install a ZFS root file system)
5.      Apply driver updates
6.      Single user shell

```

**KUVA 21.** Solaris 5.10 –käyttöjärjestelmän kuusi asennusvaihtoehtoa

Käyttöjärjestelmän asennuksen yhteydessä määritetään nimipalvelu, joka on siis DNS. Määrittämisen jälkeen merkitään DNS-palvelimen osoite ja domain. Koska DHCP-palvelukin on asennettu, tulee sekin määrittää olemassaolevaksi.

Seuraavaksi tulee valita halutunlainen Solaris-ohjelmisto, ja valitaan oletuksena koko käyttöjärjestelmä oletuskokoonpanoineen. Tämän jälkeen tulee virtuaalijärjestelmää ajatellen tärkeä asennusvaihe, jossa määritetään ZFS-pool-nimi, sen koko megatavuis- sa, sekä swap-alueen koko. ZFS-pool on siis kovalevyiltä varattava muistialue, josta muun muassa varataan virtuaalikoneille niiden tarvitsema muistimäärä. Jos luotaisiin liian pieni pool-alue, niin se saattaisi täytyä jo esimerkiksi pelkästään Windows 7 -virtuaalikäyttöjärjestelmän luonnin jälkeen. Swap-muistin määrä on puolestaan tärkeä määrittää myös, koska jos tietokoneen keskusmuisti ei riitä johtuen monien virtuaali- koneiden yhtäaikaisesta käytöstä, niin keskusmuistia voi ottaa tilapäisesti lisää swap- muistialueelta. Swap-muistin määräksi on ohjeistettu, että sitä pitää olla saman verran tai enemmän kuin mitä fyysistä keskusmuistia, tässä tapauksessa siis vähintään 4 GB, koska tietokoneessa on myös sen verran fyysistä keskusmuistia. [32.] Pääsääntönä on jokatapauksessa se, että muistia on oltava mahdollisimman paljon, jottei tule yllätyk- siä muistin täyttymisen suhteen. Seuraavassa kuvassa näkyy tilanne, jossa näitä edel- lämainittuja ZFS-asetuksia tehdään.



**KUVA 22. Solaris-käyttöjärjestelmän ZFS-asetusten määrittäminen**

Näiden määrittämien jälkeen tulee yhteenveto tehdyistä asetuksista, minkä jälkeen varsinainen käyttöjärjestelmän asennus alkaa. Kun asennus on valmis, järjestelmä pitää uudelleenkäynnistää, minkä jälkeen kirjaututaan pääkäyttäjätunnuksilla järjestelmään sisälle. Jatkossa kerrotut asennusvaiheet VDI-järjestelmää koskien tulee myös tehdä pääkäyttäjänä ja jos ei erikseen mainita, kaikki jatkossa kerrotut komentorivit tulee kirjoittaa tietokoneen komentokehoteissa. Toinen mahdollisuus komentojen kirjoit-

tamiseen olisi myös ottaa etäyhteys toisesta tietokoneesta toiseen ja muodostaa SSH, eli Secure Shell -yhteys tiedonsiirtoa varten käyttäen esimerkiksi PuTTY-asiakasohjelmaa, joka toimisi pääte-emulaattorina. Jos SSH-yhteys avattaisiin esimerkiksi pääkäyttäjälle, eli root-tunnukselle, pitäisi muuttaa Solaris-käyttöjärjestelmän polun `/etc/ssh/sshd_config`-tiedostossa oleva `PermitRootLogin no` -komento `PermitRootLogin yes` -komennoksi. Pääkäyttäjänä kirjautumisessa piilee tietoturvariski, mikä kannattaa ottaa huomioon. Suosituksena on, että kirjaudutaan normaalinä käyttäjänä ja komentorivillä siirrytään root-käyttäjäksi. [32.]

### 5.3 Sun VDI -ohjelmien asennus

Solaris-käyttöjärjestelmän asentamisen jälkeen, Windows Server 2008 -palvelimen ollessa toiminnassa jakaen IP-osoitteita ja DNS-palvelua tietokoneelle, on mahdollista aloittaa itse VDI-järjestelmän asentaminen ja tutustuminen siihen. Johtuen kokeiluympäristön pienuudesta Solaris-tietokoneeseen asennettiin yksi kovalevy, mutta toinen vaihtoehto olisi käyttää kahta kovalevyä, jolloin toiseen kovalevyyn asennetaan käyttöjärjestelmä ja toinen toimisi ZFS-varastona, johon luotaisiin virtuaalipooli. Jos käytettäisiin kahta kovalevyä, ja toinen konfiguroitaisiin virtuaalipoolia varten, tulisi kirjoittaa komentokehoteeseen seuraavanlainen komento;

```
# zpool create <name of zpool> <name of second disk>.
Zpool create -komennolla virtuaalipooli syntyy, ja komennon perään tulee kirjoittaa virtuaalipoolin nimi sekä toisen kovalevyn nimi. Toisen kovalevyn nimen saa selville kirjoittamalla komentokehoteeseen format tai fdisk [32.] Jos puolestaan toista kovalevyä ei näy listassa laisinkaan, voi sen lisätä näillä komennoilla;
```

```
#drvconfig
#disks
#format
```

Ennen varsinaisen VDI-paketin asennusta alkuvalmisteluina tehdään pari asiaa; koska ZFS käyttää kaiken käytettävissä olevan muistin ARC-välimuistia varten, niin siihen varatun muistin määrää rajataan tiettyyn gigatavuun. Tämä rajaus kirjoitetaan `/etc/system`-nimiseen tiedostoon. Esimerkiksi jos haluttaisiin muistin määrä rajata 2 gigatavuun, niin komentorivi `set zfs:zfs_arc_max = 2147483648` tulisi

lisätä edellä mainittuun tiedostoon. Jos näin ei tehdä, VDI-järjestelmä mahdollisesti käy virheellisesti ilmoittamaan, ettei ole tarpeeksi muistia käynnistääkseen yhtään virtuaalikonetta. Myöskin SMF-niminen palvelu iSCSI:ää varten tulee aktivoida kirjoittamalla komentorivi `svcadm enable svc:/system/iscsitgt:default` Solariksen komentokehoteeseen. [32.]

Ensimmäisenä asennetaan VDI-paketista VirtualBox-ohjelma. Ennen tätä varmistetaan, että VDI-paketti tuodaan /(juuri)- polkuun, jotta komentokehote-ikkunaan kirjoitettu asennusskriptaus pystyy automatisoimaan asennusvaiheet. VDI-arkisto puretaan, minkä jälkeen myös VirtualBox-arkisto, jotta asennus voidaan aloittaa. Tämä VirtualBox-arkisto, joka on VDI-paketin mukana, on erikoisversio Sun VirtualBox-ohjelmasta, jonka sisällä on asennusskriptaus. Tällä skriptauksella automatisoidaan tarvittavat konfiguraatiovaiheet. [32.] Seuraavaksi näkyvät komentorivit ovat tilanteesta, jossa VDA 3.1.1 -kansio puretaan (unzip), ja myös siellä oleva VirtualBox-ohjelma:

```
# unzip vda_3.1.1_amd64.zip
# cd vda_3.1.1_amd64
# unzip vbox_3.0.zip
# cd vbox_3.0
# ./vb-install
```

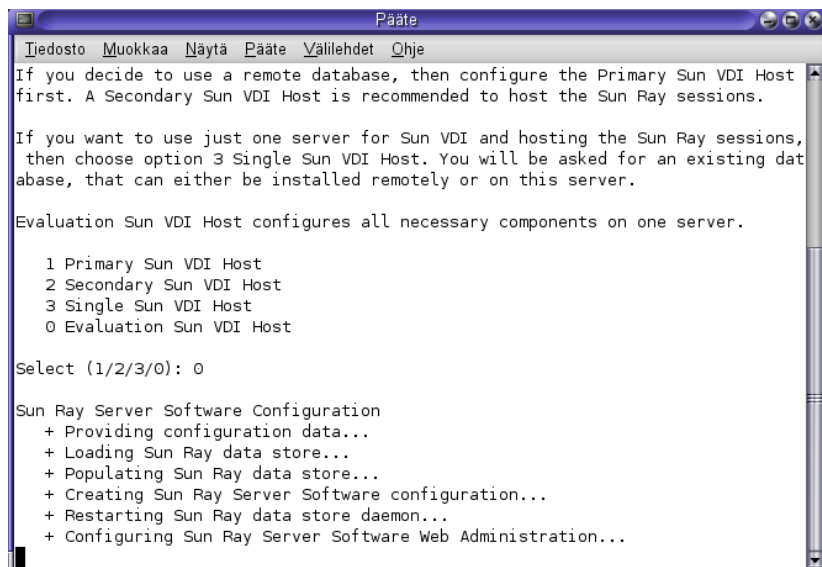
Viimeinen komentorivi tarkoittaa sitä, että VirtualBox lähtee automaattisesti asentumaan komennolla `./vb-install`. Asennuksen yhteydessä valitaan olemassaoleva, sen hetkinen pääkäyttäjä VirtualBox-ohjelmalle. Tämän lisäksi tulee määrittää portti, jonka kautta on mahdollista saada yhteys VirtualBox-isäntään. [32.]

Tämän jälkeen asennetaan seuraavaksi muut VDI-ohjelmat samantyyllisellä asennusskriptauksella, jotta paketin sisällä olevat ohjelmat asentuvat nopeasti ja jotta niitä ei tarvitse asentaa yksitellen, mikä veisi enemmän aikaa. Seuraavilla komentoriveillä asennetaan VDA-kansiossa olevat ohjelmat:

```
# unzip vda_3.1_amd64.zip
# cd vda_3.1_amd64
```

```
# ./vda-install
```

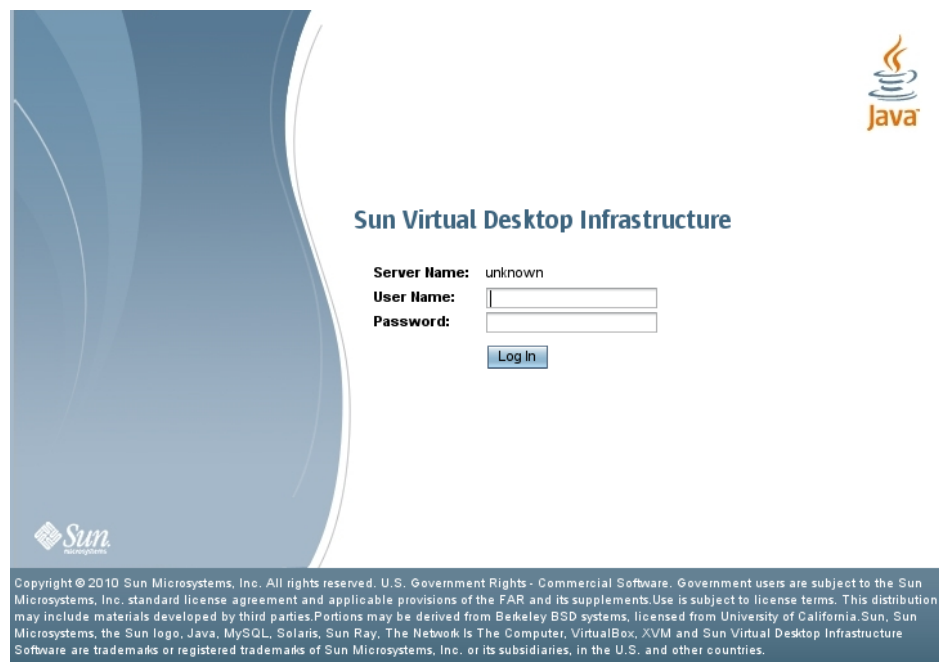
Näiden komentorivien kirjoittamisen jälkeen asennus alkaa ja kun se päättyy, tulee tietokone uudelleenkäynnistää # `reboot`- komennolla, jotta muutokset astuvat voimaan. Uudelleenkäynnistyksen yhteydessä tulee kirjautua sisään pääkäyttäjän roolissa, eli root-tunnuksilla. Työpöytänäköymän tuleminen jälkeen kirjoitetaan Solariksen komentokehoteeseen `vda-config` -niminen skripti, joka on seuraavanlainen; # `/opt/SUNWvda/sbin/vda-config`. Skriptin jälkeen käynnistyy viimeinen asennusvaihe. Tämän asennusvaiheen alussa pitää valita minkä tyyllisen VDI-asennusvaihtoehdon haluaa, nyt valitaan ”0 Evaluation Sun VDI Host”, koska tarkoituksena on muodostaa kokeiluympäristö, jossa kaikki tarpeelliset komponentit, eli ohjelmat asennetaan yhteen tietokoneeseen. [32.] Kuvassa 23 näkyy tilanne, jossa neljästä asennustavasta pitää valita yksi, tässä tapauksessa valitaan viimeinen asennusvaihtoehto, ja kun valinta on tehty, asennus lähtee automaattisesti käyntiin. Ensimmäinen asennusvaihtoehto on tarkoitettu pääisäntäkonetta ajatellen, toinen asennusvaihtoehto varalla olevaa Sun VDI -isäntää varten ja kolmas puolestaan yksittäistä Sun VDI isäntää silmälläpitäen.



### KUVA 23. VDI-asennus meneillään

Valinnan jälkeen lopullinen asennus ja konfiguraatiot komponenttien osalta käynnistyvät kokeiluympäristöä silmälläpitäen. Asennuksen päättyttyä, on mahdollista tutkia selaimessa toimivasta käyttöliittymästä käynnistyykö VDI-manageriohjelma. Tämä

tapahtuu avaamalla selain ja kirjoittamalla osoiteriviin VDI-palvelimen, eli saman tietokoneen IPv4-osoite ja portti 1800. Tässä tapauksessa manageriin pääsee kirjoittamalla <http://192.168.2.18:1800>. Toinen vaihtoehto on kirjoittaa IPv4-osoitteen tilalle localhost, joka viittaa paikalliseen isäntään. Turvallisuussertifikaatin hyväksymisen jälkeen kirjautumisikkuna tulee näkyviin. Ikkunan käyttäjätunnus ja salasana ovat samoja kuin kirjauduttaessa koko Solaris-käyttäjärjestelmään. [32.] Seuraavassa kuvassa 24 näkyy tämä kyseinen kirjautumisikkuna. Kuvassa User Name tarkoittaa käyttäjätunnusta ja Password salasanaa, ja näiden tunnusten asetuksen jälkeen klikataan Log In -eli sisäänkirjautumisikkunaa. Tässä kyseisessä manageriohjelmassa voidaan tehdä virtuaaliympäristöön liittyviä asetuksia selaimessa toimivan käyttöliittymän kautta, ilman, että kaikki asetukset tarvittaisiin tehdä komentorivillä.

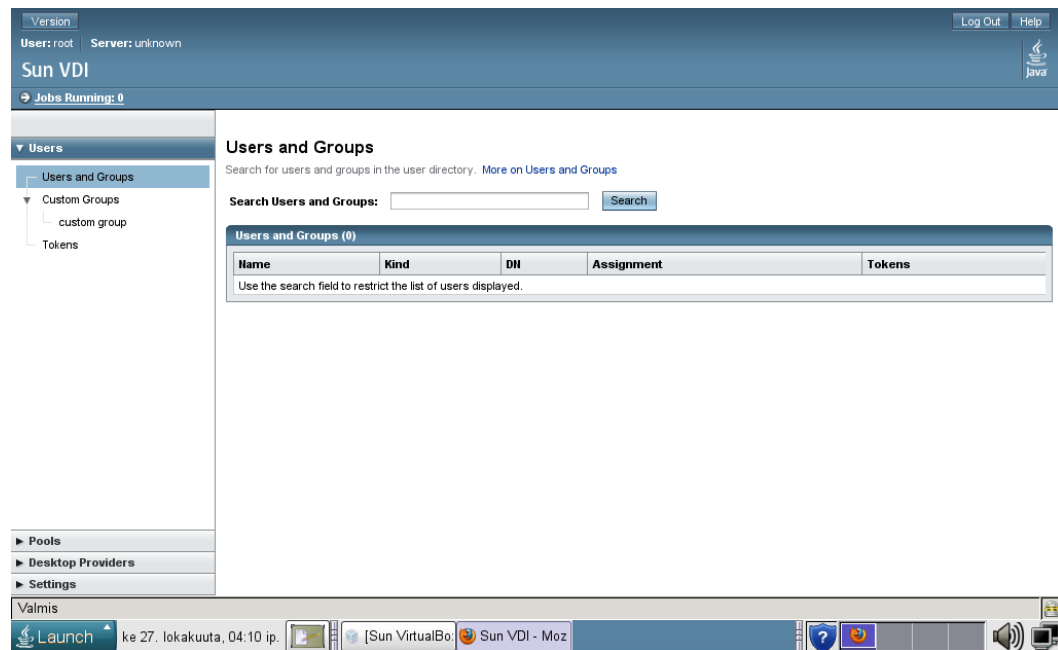


**KUVA 24. VDI-managerin kirjautumisikkuna**

#### 5.4 Sun VDI -manageriohjelmassa tehtävät asetukset

Selaimessa toimivassa käyttöliittymässä, VDI- managerissa, jonka aloitusnäkyvästä on kuva 25, on neljä eri pääkategoriaa. Ne ovat Users, Pools, Desktop Providers ja Settings. Users-kohdassa määritetään virtuaalikoneiden käyttäjryhmät tai työpöytiin kytketyvät kevyet asiakaspäätteet. Pools-kohdassa puolestaan voidaan muodostaa niinsanottuja yhtymiä, joihin lisätään käyttäjämäärän mukaan virtuaalisia työpöytiä kloonamalla niitä VirtualBox-ohjelmassa tehdyistä virtuaalikoneista. Desktop Provi-

ders -kohdassa näkyy lista käyttöjärjestelmän virtualisointiohjelmista sekä niiden tietokoneiden IP- osoitteet, joissa kyseiset ohjelmat sijaitsevat. Siellä on myös mahdollista katsoa muun muassa, kuinka paljon kovalevytilaa on varattu tietylle palveluntarjoajalle. Viimeisimpänä on Settings-kategoria, jossa lisätään tarvittaessa Sun VDI -järjestelmän ylläpitäjiä tai määritellään asetuksia käyttäjähakemistoon. Näihin kohtiin tullaan paneutumaan tarkemmin seuraavissa kappaleissa.



**KUVA 25. VDI-managerin aloitusnäky**

Aluksi kun kirjaudutaan sisään VDI-manageriohjelmaan ja tarkoitus on aloittaa virtuaaliympäristön rakentaminen, ensimmäisenä askeleena määritetään virtuaaliympäristön tarjoaja. Tätä varten mennään kohtaan Desktop Providers, ja sinne lisätään VirtualBox-ohjelman isäntäkoneen IPv4-osoite, joka tässä tapauksessa on siis sama, mikä VDI-palveluiden tarjoajan osoitekin on. Tässä kohtaa on mahdollista valita kirjoittako osoitteen vai isäntäkoneen nimen, minkä jälkeen määritetään VirtualBox-palvelimen IPv4-osoite, joka demoympäristössä on sama kuin Solaris-isäntätietokoneen osoite. Näiden asetusten jälkeen on mahdollista katsoa palveluntarjoajan tietoja, kuten kuvasta 26 näkyy, eli muun muassa kuinka paljon keskusmuistia käytetään tai kuinka kovassa käytössä suoritin on. [32.]





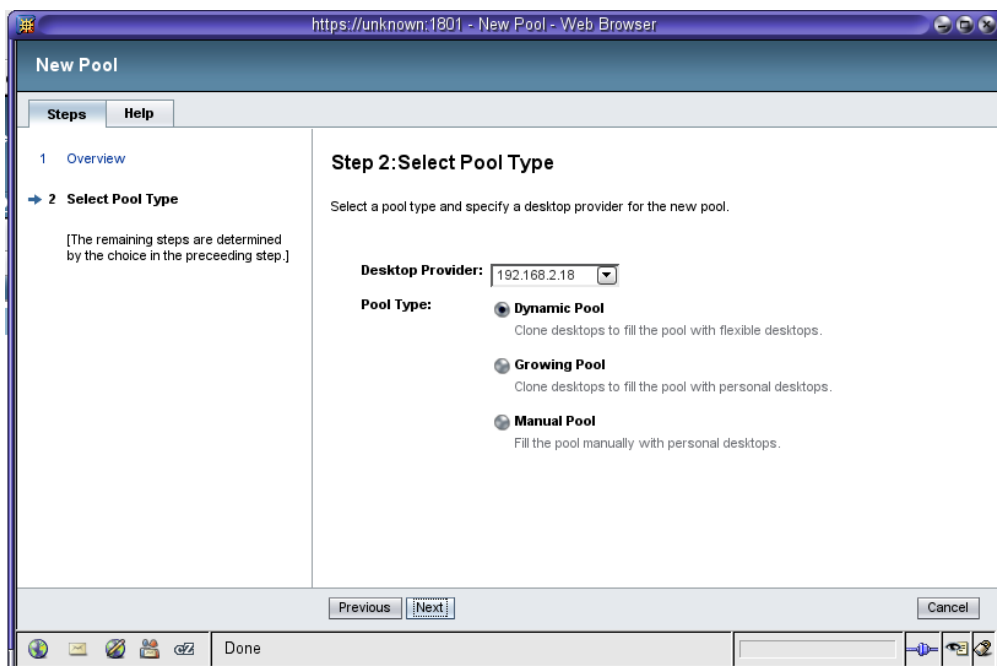
### Sun VirtualBox Desktop Providers

To add a new VirtualBox desktop provider click New. To view more details about a specific desktop provider click the provider name in the table. [More on Desktop Providers](#)

| Desktop Providers (1) |        |          |               |               |                |  |
|-----------------------|--------|----------|---------------|---------------|----------------|--|
| Name                  | Status | Desktops | CPU Usage     | Memory Usage  | Storage Usage  |  |
| 192.168.2.18          | OK     | 0        | 12% (727 MHz) | 61% (2,39 GB) | 40% (12,00 GB) |  |

### KUVA 26. Uusi VirtualBox-palvelin lisätty VDI Core -järjestelmään

Seuraavaksi siirrytään Pool-asetuksiin. Sun VDI -järjestelmä asettaa työpöytiä pooleihin, jotka ovat kokoelmia vapaina tai varattuina olevista työpöydistä. Erilaisia pooloja on kätevä tehdä esimerkiksi erilaisille käyttäjäryhmille tarpeen mukaan, jos muun muassa joillakin ryhmillä on eri vaatimukset työpöytien suhteen. Poolin muodostaminen aloitetaan valitsemalla Pool-valikosta New-kohta. New Pool -ikkunan avauduttua valitaan seuraavaksi poolin tyyppi. Koska työpöydän tarjoaja määritetään äsken kerrotulla tavalla, se näkyy oletuksena listalla, minkä vuoksi ei tarvinnut kuin valita poolin tyyppi. Näitä tyyppejä on valittavana kolme erilaista: Dynamic-, Growing-, sekä Manual-pool. [32.] Kuvassa 27 näkyy menossa olevan uuden poolin sekä työpöytätarjoajan määrittely.



### KUVA 27. Uuden poolin luonti ja tyyppin määrittely

Jos valitaan Dynamic Pool -tyyppi eli dynaaminen pooli, se tarkoittaa käytännössä sitä, että poolissa olevia vapaita työpöytiä tullaan väliaikaisesti määräämään käyttäjille ja ne laitetaan kiertoon joka kerta, kun käyttäjä kirjautuu käyttöjärjestelmästä ulos, tai jos tietokone sammutetaan ja käynnistetään sen jälkeen uudelleen. Tästä syystä johtuen pool-tyyppiä nimitetään dynaamiseksi, eli muuttuvaksi. [32.]

Growning Pool eli kasvava pool tarkoittaa puolestaan sitä, että työpöydät tullaan pysyvästi määrittämään tietyille käyttäjille. Käyttäjät voivat kirjautua sisään ja ulos ilman, että heidän työpöytäasetuksensa häviävät. Tästä syystä työpöytiä ei myöskään kierrätetä. [32.]

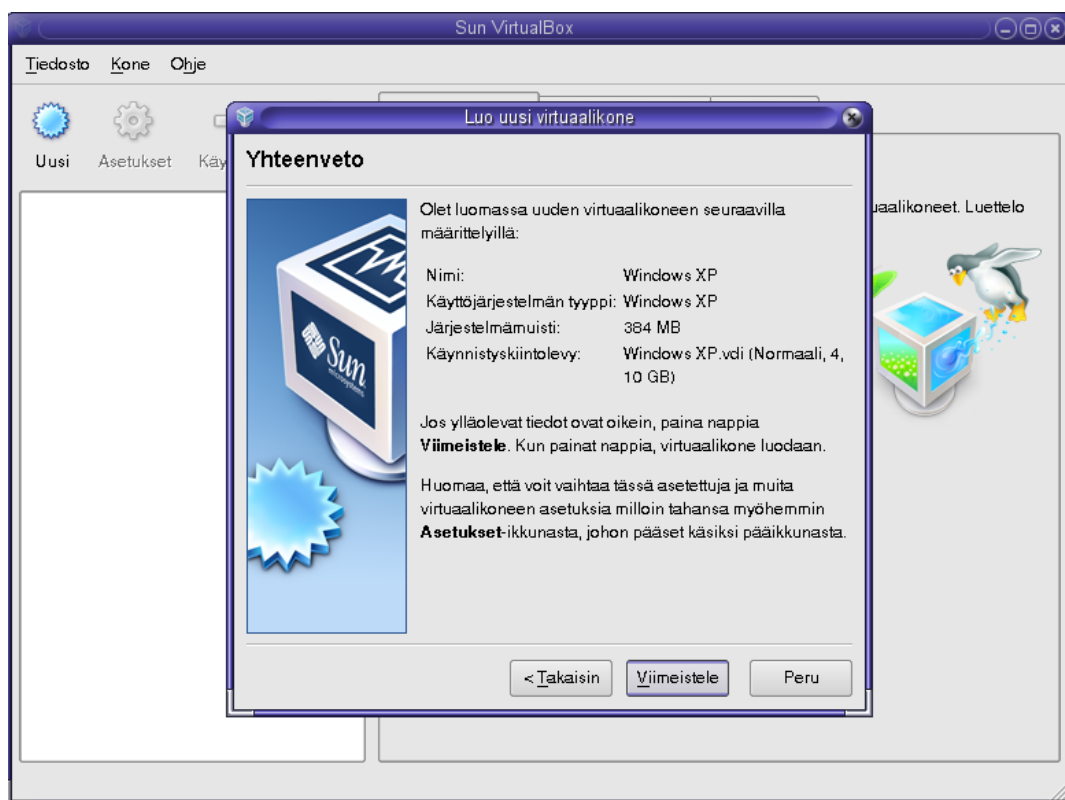
Manual eli manuaalinen pooli on aluksi tyhjä. Poolia täytetään käsin lisäämällä henkilökohtaisia työpöytiä. Tätä pool-tyyppiä tulee käyttää silloin jos työpöytien kloonauksista ei haluta tehdä, johtuen esimerkiksi jokaisen käyttäjän tarvitsimista erilaisista asetuksista käyttöjärjestelmissä. [32.]

Valitun pool-tyypin jälkeen seuraavaksi uuden poolin muodostamisessa tulee kohta, jossa määritetään template, eli käyttöjärjestelmä, jota poolin sisällä käytettäisiin. Tähän ei vielä laiteta mitään, koska VirtualBox-ohjelmaan ei ole tehty vielä uusia virtuaalikoneita. Eli tähän valitaan None-kohta. Tämän jälkeen klikataan Finish-painiketta, minkä jälkeen uusi pool syntyy. [32.]

Kuten edellisistä kappaleista saattoi päätellä, Sun VDI on siis mahdollista asettaa luomaan tai kloonamaan lisää virtuaalikoneita automaattisesti jostakin luodusta alustasta. Toinen vaihtoehto on tehdä useita virtuaalikoneita itse. Seuraava askel onkin luoda ensimmäinen virtuaalikone VirtualBox-ohjelmalla.

Virtuaalikoneen luonti aloitetaan ohjelmassa klikkaamalla VirtualBox-ikkunan vasemmassa ylä laidassa näkyvää Uusi-painiketta. Tämän jälkeen virtuaalikoneelle annetaan nimi ja määritellään käyttöjärjestelmän tyyppi ja versio. Seuraavaksi virtuaalikoneelle varataan tietty määrä RAM-muistia megatavuissa; itse ohjelma antaa suositeltavaksi kooksi 192 megatavua, mutta jos esimerkiksi asennetaan Windows 7 - käyttöjärjestelmä, niin gigatavu muistia olisi melkein vähimmäisvaatimuksena. Tässä kannattaa siis kiinnittää huomiota itse käyttöjärjestelmän vaatimukseen. Muistikoon

asettamisen jälkeen tulee seuraavaksi virtuaalikiintolevyn määrittäminen. Ensimmäisen virtuaalikoneen luonnin yhteydessä ei luonnollisesti ole olemassaolevaa virtuaalikiintolevyä, joten uusi kiintolevy on pakko luoda. Kiintolevyn tallennustyyppiä valittaessa vaihtoehdot ovat dynaaminen ja kiinteäkokoinen levykuva, joista valitaan dynaamisesti kasvava levykuva, koska se käyttää aluksi hyvin vähän isännän levytilaa ja se tarpeen mukaan kasvaa annettuun kokoon asti. Kun levykuva on valittu, sen jälkeen määritetään kiintolevyn koko ja luonti viimeistellään. Näin uusi virtuaalikone on luotu, mutta se ei vielä ole toimiva, koska siinä ei ole käyttöjärjestelmää. [32.] Kuvassa 28 näkyy yksi esimerkki luodun virtuaalikoneen asetuksista. Siinä järjestelmämuistiksi eli keskusmuistiksi on valittu 384MB, käyttöjärjestelmän tyyppi Windows XP ja kiintolevyn kooksi 10GB.

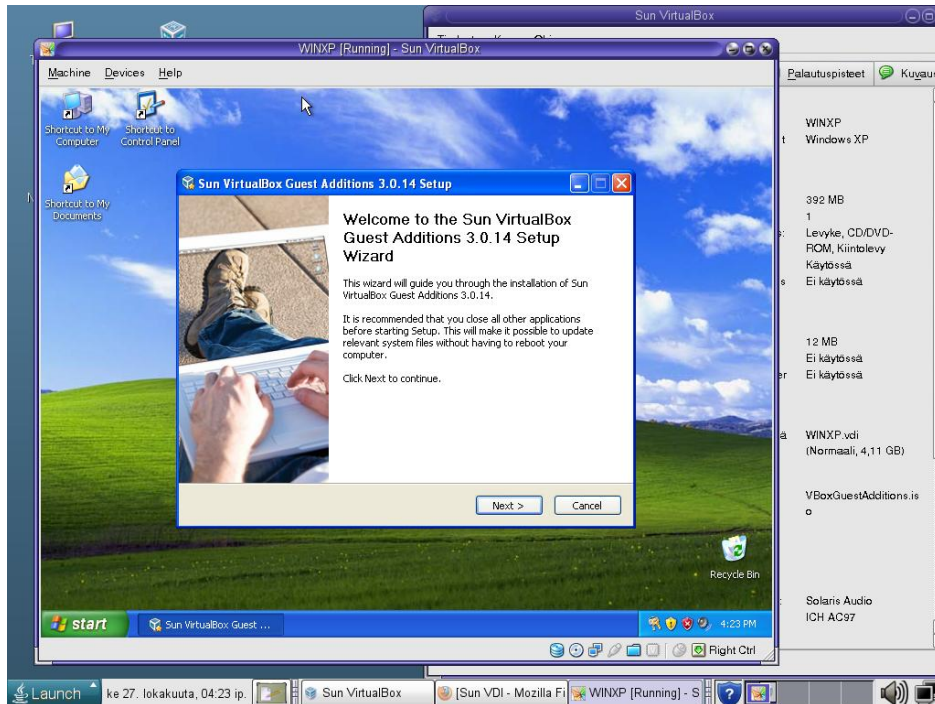


**KUVA 28. Uuteen virtuaalikoneeseen luodut asetukset**

Tarkoituksena on asentaa samantien myös käyttöjärjestelmä virtuaalikoneeseen, joten valitaan äsken luotu virtuaalikone ja klikataan kohtaa Asetukset. Asetuksissa on kohta CD/DVD-ROM, joka valitaan seuraavaksi. Syy siihen, miksi nyt kyseiseen valikkoon pitää mennä, on se, että tarkoituksena on liittää DVD-asema virtuaaliseen asemaan, jotta käyttöjärjestelmän asennus alkaa. Tämä DVD-asema näkyy listassa sen jälkeen

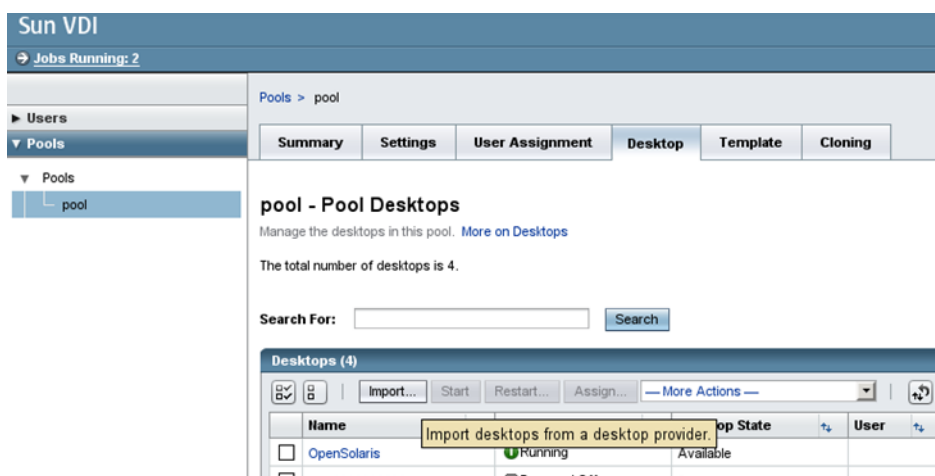
kun CD-, tai DVD-levy, johon käyttöjärjestelmän image-tiedosto on asennettu, on laitettu Solaris-tietokoneen keskusyksikön DVD-asemaan. Toinen mahdollisuus on liittää jo tietokoneella valmiina oleva ISO-levykvatiedosto virtuaaliseen asemaan, jos siis CD- tai DVD-levyä ei olisi. Kun oikea levyasema on valittu, klikataan OK-painiketta, jotta asetukset myös tallentuvat. Virtuaalikone käynnistetään Start-painikkeesta, ja koska virtuaalikone aukaistaan ensimmäistä kertaa, uuden käyttöjärjestelmän asennuksen aloittamista helpottaa ikkuna, jossa yksityiskohtaisesti pystytään vielä määrittämään, mikä levy tai tiedosto halutaan avata asennusta varten. Varsinainen käyttöjärjestelmän asennus alkaa tämän jälkeen. Solaris-käyttöjärjestelmään asennettu VirtualBox toimii asennuksen aikana aivan samalla tavalla kuin Windows 7-käyttöjärjestelmään asennettu kyseinen ohjelma, joten kokeiltavan Windows XP:n asennus sujuu vaivatta ja samaan tapaan kuin se olisi asennettu isäntäkäyttöjärjestelmäksi johonkin tietokoneeseen. [32.]

Käyttöjärjestelmän asennuksen jälkeen on mahdollista asentaa VirtualBox Guest Additions -ominaisuus käyttöjärjestelmän virtuaalikoneen ollessa vielä päällä menemällä Devices-valikkoon ja sieltä valitsemalla Install Guest Additions. Kuten kappaleessa 4.2 kerrottiin, tämä on lisäohjelma, joka parantaa käyttömukavuutta monella tapaa, minkä vuoksi on suositeltavaa asentaa se. Lisäohjelma asennetaan virtualisoidun käyttöjärjestelmän sisällä samalla tavalla kuin mikä tahansa muukin ohjelma asennettaisiin normaalissa käyttöjärjestelmässä. [32.] Kuvassa 29 virtuaalikäyttöjärjestelmä Windows XP on asennettu VirtualBoxiin ja seuraavaksi on alkamassa lisäohjelman asennus kyseiseen käyttöjärjestelmään.



**KUVA 29. Virtualisoitu Windows XP toiminnassa Solaris-käyttöjärjestelmän päällä**

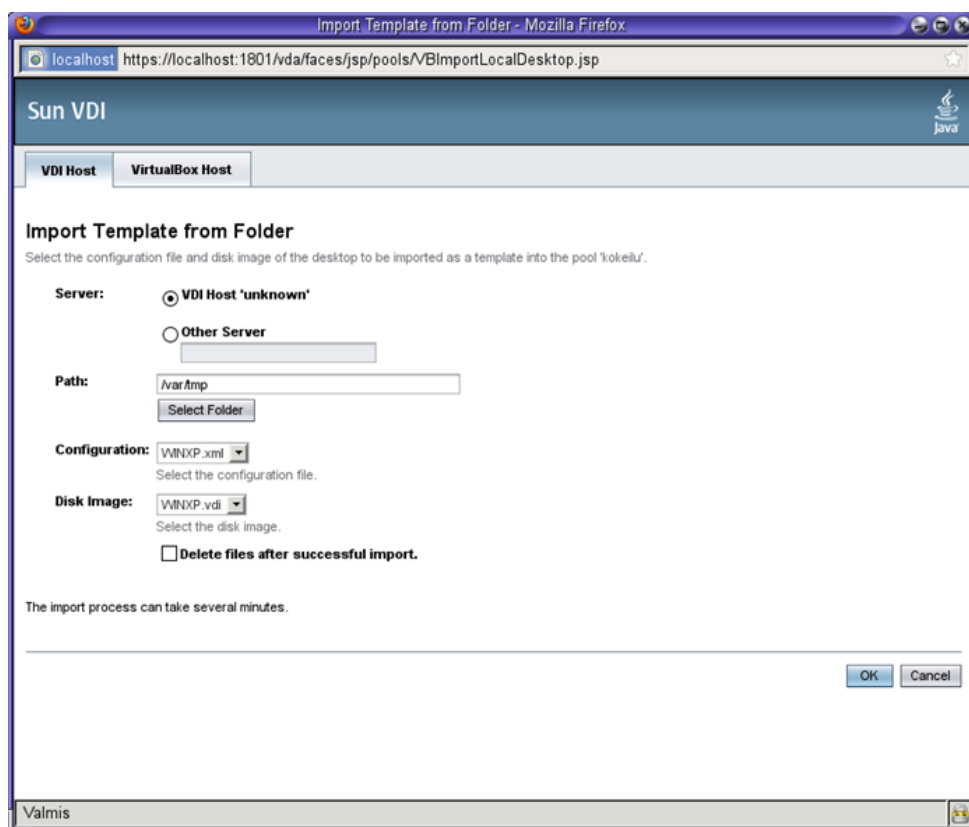
Ensimmäisen virtuaalikoneen luonnin jälkeen seuraava vaihe on tuoda se VDI Core -tietokantaan ja tyhjiin pooliin. Tämä tehdään suoraviivaisesti menemällä manageriohjelmassa Pools-välilehdelle, valitaan luotu pool ja sen jälkeen valitsemalla Desktops-välilehti. Kuvassa 30 ollaan kyseisellä välilehdellä. Siellä on kohta Import, jossa määritetään tuotavaksi haluttu virtuaalikäyttöjärjestelmä. [32.]



**KUVA 30. Desktop-välilehti, jossa määritetään järjestelmään tuotava virtuaalikäyttöjärjestelmä**

Ennen kuitenkin varsinaisten virtuaalikäyttöjärjestelmien tuontia kuvassa 31 näkyvät tiedostot (xml ja vdi) kannattaa siirtää /var/tmp -kansioon. Tiedostojen siirtäminen onnistuu komennolla `# scp <path to file> root@<VDI host>:/var/tmp`. Path to file -kohtaan kirjoitetaan joko ensimmäiseksi siirrettävän xml-, tai vdi-tiedoston osoite, ja puolestaan VDI-host -kohtaan kirjoitetaan joko VDI-palvelimen nimi tai IPv4-osoite. Jos tilaa ei ole riittävästi kyseisessä polussa, on mahdollista kopioida tiedostot johonkin muuhun paikkaan ja luoda symbolinen linkki, jolla viitataan /var/tmp/ -kansioon. Se voidaan tehdä seuraavalla komennolla; `# ln -s <path to file> /var/tmp`. [32.] Jos ei tiedetä varmuudella missä sijaitsee xml- ja vdi-tiedostot, on mahdollista etsiä niitä /.VirtualBox-sijainnista HardDisks- ja Machines-kansioista.

Xml- ja vdi-tiedostojen siirron jälkeen pystytään aloittamaan varsinainen virtuaalikäyttöjärjestelmän siirto, josta on olemassa kaksi erilaista tapaa. Ensimmäinen vaihtoehto on tuoda virtuaalikäyttöjärjestelmä suoraan VirtualBox-isännältä, mikä tarkoittaa siis sitä, että valitaan VirtualBox Host -välilehti ja valitaan listalla oleva haluttu käyttöjärjestelmä. Toinen vaihtoehto on määrittää se VDI Host -välilehdellä, jolloin valitaan palvelin ja sen polku, jossa sijaitsee konfiguraatitiedosto ja virtuaalisen käyttöjärjestelmän levykuva. [32.] Kuva 31 näyttää tilanteen, jossa ollaan tuomassa virtuaalikäyttöjärjestelmää alustana itse VDI Core -järjestelmään. Kuvassa näkyy myös toinen välilehti, jossa pystyy määrittämään suoraan myös VirtualBox-isännän kautta kloonattava virtuaalialusta.



**KUVA 31. Alustan tuonti VDI-isännän kautta**

Tuonnin jälkeen seuraavassa vaiheessa mahdollistetaan kloonauksen poolin sisällä. Kloonauksen ajatellen toimenpiteet virtualisoiduille Windows-käyttöjärjestelmille ovat hieman erilaiset kuin muille käyttöjärjestelmille. Ensimmäisenä käsitellään yleisesti kloonausta ja seuraavaksi puolestaan Windows-työpöytien kloonausta.

Normaalisti esimerkiksi Linux-käyttöjärjestelmän kloonauksen tapahtuu seuraavalla tavalla; VDI-managerissa valitaan aluksi haluttu pool ja siirrytään Cloning-välilehdelle. Tällä välilehdellä vähimmäisvaatimuksena kloonaukselle on asettaa miltä alustalta kloonauksen tapahtuu, minkä jälkeen laitetaan rasti kohtaan Enable Automatic Cloning, eli sallitaan automaattinen kloonauksen. Muita mahdollisia parametrejä, joita voi asettaa tällä välilehdellä, liittyy kloonattujen työpöytien määrään, esimerkiksi kuinka monta työpöytää voi olla saatavissa ja kuinka paljon niitä voi olla maksimissaan kloonattuna poolissa. On myös mahdollista asettaa kloonattujen työpöytien tila (pois päältä, päällä, pysäytetty) tai antaa niille nimikaava, jonka mallin mukaan kloonaukset nimetään. Asetusten tallentamisen jälkeen kloonauksen alkaa ja haluttu määrä kloonattuja työpöytiä ilmestyy Desktop-välilehdelle. [32.] Kuvassa 32 näkyy Cloning-välilehti, jossa edellä mainittuja asetuksia tehdään. Kyseisessä kuvassa esimerkiksi näkyy Cloning Metrics -

asetuksissa, että suositeltujen kloonien määrä on 10, yhden työpöydän tulee olla aina vapaana, ja 13 työpöytä saa olla maksimissaan poolin sisällä.

The screenshot shows the 'pool - Pool Desktop Cloning' configuration page. The left sidebar contains 'Users', 'Pools', 'Desktop Providers', and 'Settings'. The main content area has tabs for 'Summary', 'Settings', 'User Assignment', 'Desktop', 'Template', and 'Cloning'. The 'Cloning' tab is active, showing the following settings:

- Desktop Cloning:**
  - Cloning:  Enable Automatic Cloning
  - Synchronous Cloning:  (The maximum number of parallel desktop cloning jobs.)
- Cloning Metrics:**
  - Preferred Size:  (The desired number of desktops in the pool)
  - Free Desktops:  (The minimum number of available desktops in the pool)
  - Maximum Size:  (The maximum number of desktops in the pool)
- Cloned Desktops:**
  - Template:
  - System Preparation:  Apply System Preparation (with a link to 'Create System Preparation File')
  - Machine State:  (Power state for desktops after cloning or recycling)
  - Available Running Desktops:  (Number of desktops that are instantly ready to use.)

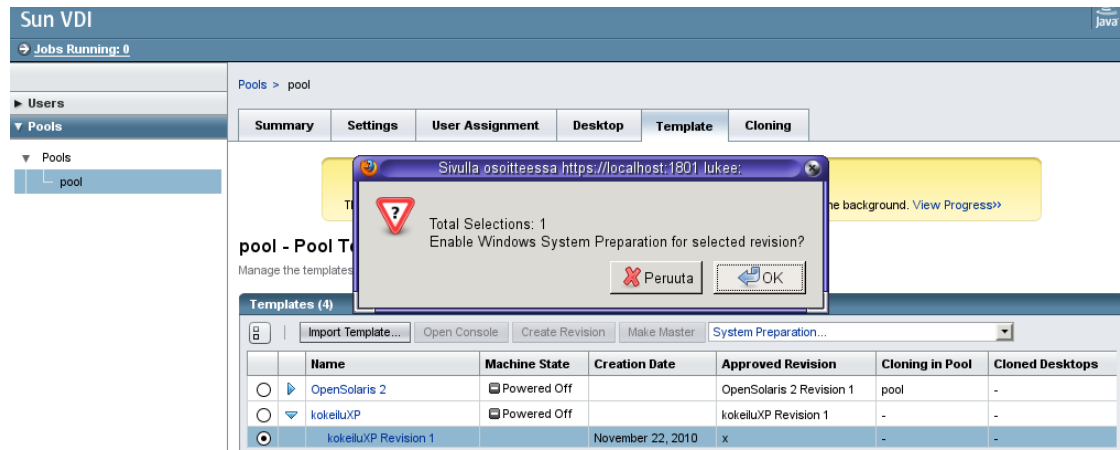
### KUVA 32. Pool Desktop Cloning -välilehden näkymä

Jos Windows-työpöytiä jouduttaisiin kloonamaan monta käyttäjää varten, tarvitaan System Preparation -niminen esivalmistelu, jotta VDI pystyy onnistuneesti tekemään Windows-työpöydistä kloonauksen. Järjestelmän valmistelussa virtuaalikoneen kova-levyä valmistellaan sen mahdollista niinkutsuttua virtuaalista kuljettamista varten lopputyökalulle. Esimerkiksi jos kyseessä on Windows XP, niin sen käyttöjärjestelmän sisälle täytyy ladata Sysprep CAB -tiedosto järjestelmän valmistelua varten. Tälle Sysprep CAB -tiedostolle tulee luoda kansio paikalliseen levyyn nimeltään Sysprep, ja sen sisältö tulee purkaa kyseiseen C:\Sysprep -kansioon. Jos kyseessä on uudempi Windows Vista tai 7, niin tällaista kyseistä tiedostoa ei tarvitse ladata, koska niissä käyttöjärjestelmissä on jo esiasennettu kaikki tarvittavat järjestelmävalmisteluun liittyvät arkistot. Jos käyttöjärjestelmän virtualisointiin tarkoitettu ohjelma olisi Virtual-Box-ohjelman sijaan Hyper-V, tarvitaan asentaa vielä VDA Tools- niminen ohjelma. [36.] Hyper-V on siis Microsoftin luoma tuote, jonka toimintatarkoitus on samanlainen kuin VirtualBox-ohjelmalla [35, s.50].

Kun Windows XP:hen on edellisessä kappaleessa mainitulla tavalla asennettu Sysprep CAB -tiedosto, siirrytään VDI-manageriin tekemään asetuksia. Siellä valitaan luotu

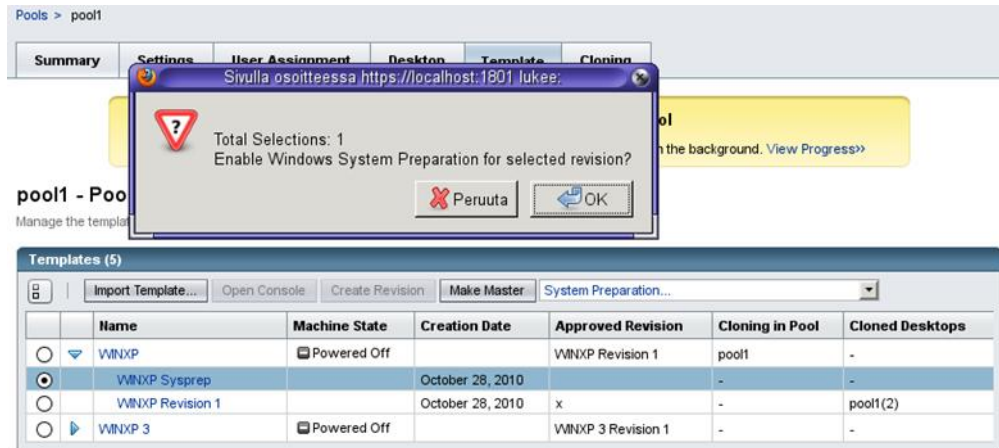


pool, ja seuraavaksi template-välilehti. Siinä mahdollisesti näkyy jo tuotu käyttöjärjestelmä, ja sen revisio. Tämä kyseinen revisio pitää valita ja aloittaa sille oma System Preparation, joka löytyy More Actions -menu valikosta. Kuvassa 33 näkyy edellä mainittu tilanne, jossa Windows XP on nimeltään kokeiluXP. Sen Revision 1- kohta on valittu ja nimenomaan sille ollaan aloittamassa järjestelmävalmistelua.



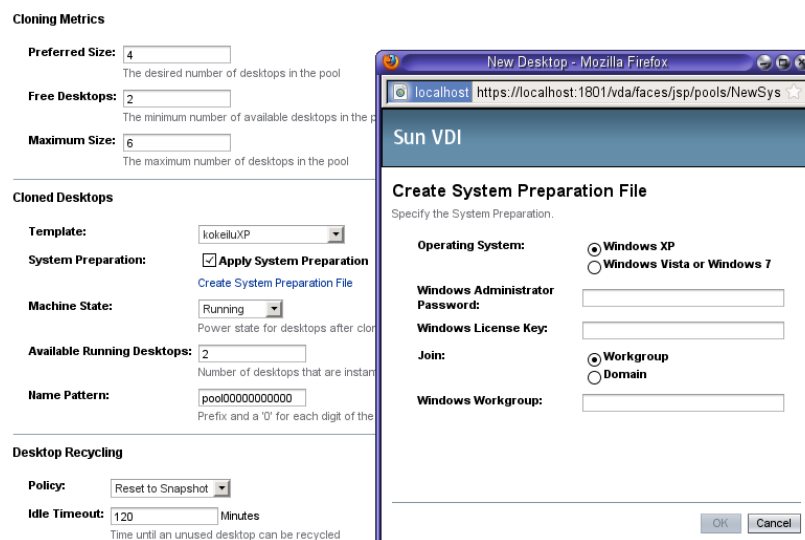
**KUVA 33. Järjestelmävalmistelu alkamassa Windows XP -käyttöjärjestelmän Revision 1 -tiedostolle**

Valikosta valittu System Preparation, eli järjestelmävalmistelu aloitetaan klikkaamalla OK-painiketta. Tämän toiminnon jälkeen käynnistyy revisio ja Sysprep.exe-tiedosto ajetaan. Sysprep.exe-tiedosto purettiin Windows XP -käyttöjärjestelmään edellisen sivun kappaleessa mainitulla tavalla. Asennuksen suorituttua loppuun asti, valitaan luotu Sysprepped Revisio ja siitä tehdään isäntäalusta klikkaamalla Make Master -painiketta. [36.] Kuva 34 näyttää tilanteen, jossa järjestelmänvalmistelua aloitetaan Windows-käyttöjärjestelmän Sysprep-versiolle. Harmaan värisessä ponnahdusikkunassa kysytään vielä varmistus sille, että halutaanko järjestelmävalmistelua tehdä kyseiselle revisiolle.



### KUVA 34. Järjestelmävalmistelu käynnistymässä Windows XP -käyttöjärjestelmän Sysprep-versiolle

Kaikki poolit, jotka käyttävät mahdollisesti Windows XP -käyttöjärjestelmän virtuaalialustaa, tulevat kloonamaan uusia työpöytiä tästä Sysprepped Revisiosta. Seuraavaksi tämän vaiheen jälkeen siirrytään pool-välilehdelle, jossa luodaan System Preparation-, eli järjestelmävalmistelutiedosto. Tiedostoon merkitään seuraavaksi Windows XP -asennuksen yhteydessä määritellyt pääkäyttäjän salasana, lisenssiavain, työryhmä tai domain, domain-pääkäyttäjä ja sen salasana. Viimeisenä vaiheena valitaan sysprepped-alusta ja laitetaan rasti kohtaan Apply System Preparation, mikä kytkee järjestelmävalmistelun päälle. Tämän jälkeen kaikki on valmista mahdollista kloonauksen varten. [36.] Tilanteesta on kuva 35, jossa ollaan merkitsemässä järjestelmävalmistelutiedostoon tarvittavia asetuksia ja tietoja, joita edellä mainittiin.

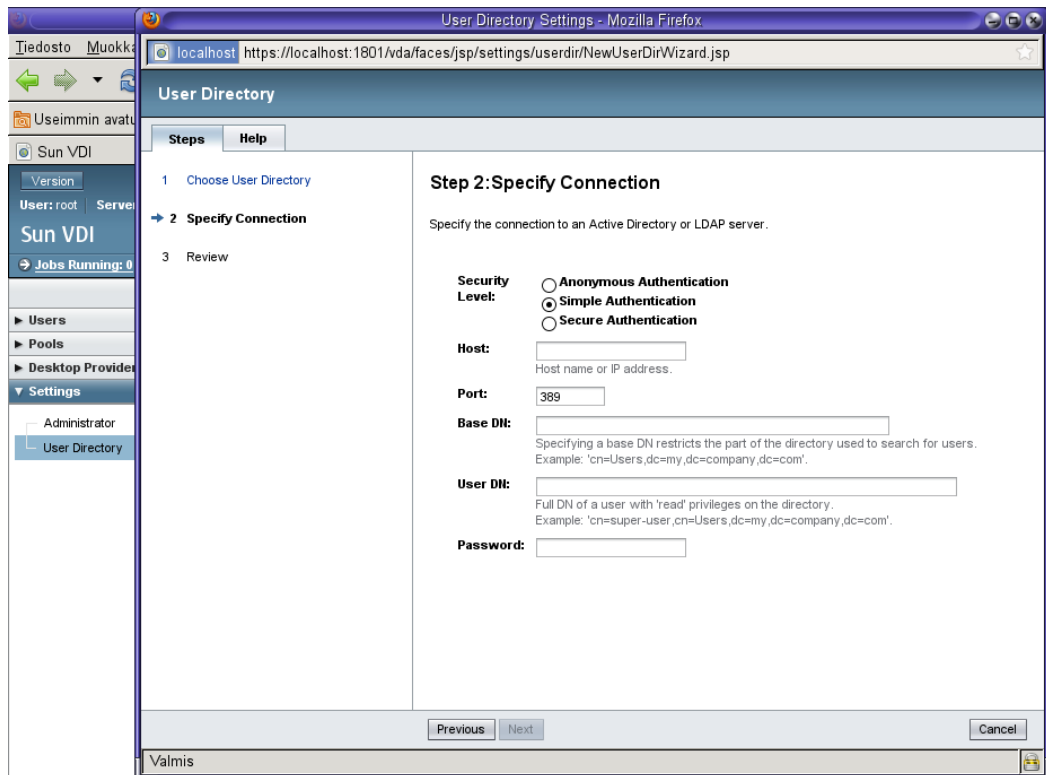


### KUVA 35. System Preparation File, eli järjestelmän valmistelutiedosto

VirtualBox-ohjelmalla luodun virtuaalikäyttöjärjestelmän tuonnin VDI Core -järjestelmään ja kloonausasetusten tekemisen jälkeen työpöydät pitää saada käytettäväksi mahdollisille käyttäjille. Tässä valinnainen asennusvaihe on asentaa User Directory (käyttäjähakemisto), minkä seurauksena siis esimerkiksi Active Directory, eli aktiivihakemisto liitettäisiin VDI-järjestelmään. Käyttäjähakemistoa ei tarvitse käyttää, jos haluaa tehdä sellaisen asetuksen, että käyttäjät pääsevät virtuaalityöpöytiin käsiksi ilman tunnistautumista. Manageriohjelmassa oletetaan, että käyttäjätieto on varastoitunut aktiivihakemistoon tai LDAP (Lightweight Directory Access Protocol)-palvelimeen, koska nämä ovat valintavaihtoehtoina käyttäjähakemiston määrittämisen alkuvaiheessa. Seuraavaksi käydään läpi tämä valinnainen käyttäjähakemiston määrittämisvaihe manageriohjelmassa.

Kokeiluympäristössä aktiivihakemistopalvelu oli jo määritetty aikaisemmin kyseisen ympäristön palvelimeen, joten uutta palvelua ei tarvitsisi luoda. Jos aktiivihakemistossa olisi luotu käyttäjiä ja niiden ryhmiä, käyttäjähakemiston tuonti VDI-manageriohjelmaan aloitettaisiin valitsemalla hakemiston tyyppi. Näitä tyyppejä on listattu kahdenlaisia; Active Directory ja LDAP. Jos Active Directory -tyyppi valitaan, ylimääräisiä konfiguraatioita pitää tehdä Sun VDI -isäntätietokoneessa, jotta Kerberos- tai Public Key tunnistautumissertifikaatti toimii kunnolla. Määrittämällä jomman kumman, eli joko Kerberos- tai Public Key autentikoinnin turvallisuustasoksi, tulee jokataapauksessa määrittää aktiivihakemiston domain. Jos valittaisiin Kerberos-tunnistautuminen, silloin tulisi asettaa myös aktiivihakemiston pääkäyttäjän nimi ja salasana. [32.]

Valitsemalla puolestaan LDAP:n käyttäjähakemistotyyppiksi on asennus suoraviivaisempi ja LDAP toimii mahdollisesti myös aktiivihakemisto-palvelimen kanssa, riippuen tietysti konfiguraatioista. Turvallisuustasoja tällä mallilla on kolme: Anonymous (anonyymi)-, Simple (helppo)- ja Secure (turvallinen)-tunnistautuminen. [32.] Kuvassa 36 näkyy Simple Authentication -määrittysten tekemistä varten avautunut ikkuna, jossa tulee asettaa muun muassa isäntänimi tai sen IP-osoite.



**KUVA 36. Käyttäjähakemiston turvallisuustason määrittely**

Määritettäessä helppoa ja turvallista turvallisuustasoa, hallinnoijan on kirjoitettava AD- tai LDAP-palvelimen nimi tai IP-osoite, portin numero, joka on oletuksena 389, tai sitten joku muu portti, jos se on määritetty toisenlaiseksi. Lisäksi tarvitaan käyttäjän nimi ja tämän salasana. Käyttäjänimestä käytetään tässä yhteydessä lyhennettä User DN, joka siis tarkoittaa käyttäjän yksilöllistä nimeä. Nimi kirjoitetaan tähän asti kerrotuista tavoista poiketen eri tavalla, eli jos esimerkiksi AD-palvelimen domain-nimi olisi testipalvelin.local ja pääkäyttäjän nimi root, olisi User DN muodossa cn=root, cn=Users, dc= testipalvelin, dc= local. Base DN on vapaaehtoinen määritettävä. Se rajaisi osan LDAP-hakemistosta, jota käytetään käyttäjien hakuun. [32.]

Anonyymiä autentikointia määritettäessä tarvitsee kirjoittaa vain isäntäpalvelimen nimi tai IP-osoite ja portin numero sekä valinnaisena Base DN. Tämä autentikointitapa on helpoin ja nopein tapa luoda käyttäjähakemisto. Kuvan 37 mukaisesti kokeilin itse määrittää käyttäjähakemistoa tätä kautta ja se onnistui kuvan 38 mukaan käyttämällä anonyymiä autentikointitapaa. [32.]

**Step 2: Specify Connection**

Specify the connection to an Active Directory or LDAP server.

**Security Level:**  **Anonymous Authentication**  
 **Simple Authentication**  
 **Secure Authentication**

**Host:**   
Host name or IP address.

**Port:**

**Base DN:**   
Specifying a base DN restricts the part of the directory used to search.  
 Example: 'cn=Users,dc=my,dc=company,dc=com'.

**Step 3: Review**

Review the specified properties and click Finish to set the user directory.

**User Directory Type:** LDAP

**Security Level:** Anonymous Authentication


**Host:** 192.168.2.2

**Port:** 389

**Base DN:**

**KUVA 37 ja 38. Anonyymien autentikoinnin määrittäminen**

Mahdollisen käyttäjähakemiston määrittämisen jälkeen seuraava vaihe oli nimetä käyttäjä tiettyyn työpöytään tai työpöytäpooliin, tai jos on monta käyttäjää, niin ne tiettyyn pooliin. Jos käyttäjä on määrätty tiettyyn pooliin se tarvitsee työpöytää, Sun VDI lähettää vapaana olevan työpöydän automaattisesti poolista. Kuinka sitten näitä käyttäjiä lisätään pooliin? Siihen on olemassa kaksi eri vaihtoehtoista tapaa. Ensimmäinen tapa on lisätä pooliin käyttäjiä VDI managerin valikossa nimeltään Users, eli käyttäjät. Tässä osiossa valittavana on kolme vaihtoehtoa; Users and Groups, Custom Groups ja Tokens. [32.] Kuvassa 39 näkyvät nämä kolme Users-valikon alla olevaa vaihtoehtoa, sekä Users and Groups –kohta, jossa voi etsiä käyttäjiä tai ryhmiä.



**Sun VDI**

Jobs Running: 2

**Users**

- Users and Groups
- Custom Groups
- Tokens

**Users and Groups**

Search for users and groups in the user directory. [More on Users and Groups](#)

**Search Users and Groups:**

**Users and Groups (0)**

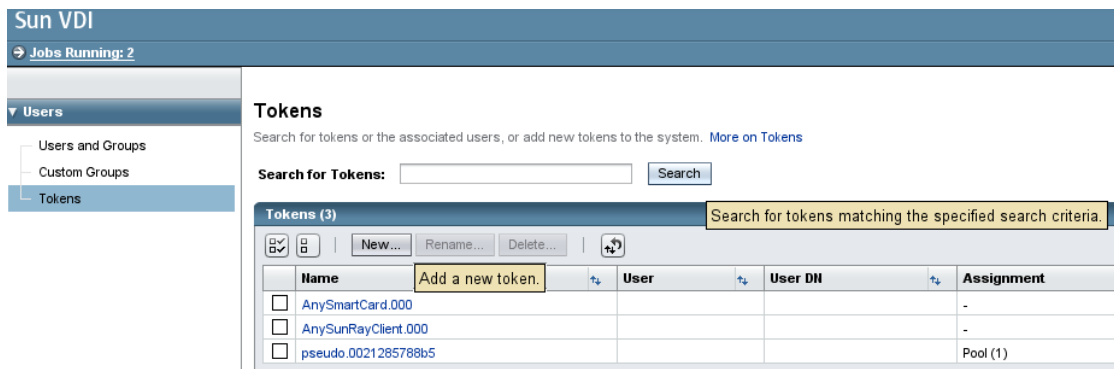
| Name  | Kind | DN | Assignment |
|---|------|----|------------|
| Use the search field to restrict the list of users displayed. |      |    |            |

**KUVA 39. Users-valikko**

User and Group eli käyttäjä ja ryhmä -kohdassa vaaditaan, että äskeisessä kappaleessa mainittu käyttäjähakemisto on määritelty, muuten käyttäjiä tai ryhmiä ei pysty hakemaan. Nämä ryhmät on siis jo luotu etukäteen AD-, tai LDAP-palvelimeen. Jos tällaisia käyttäjiä tai ryhmiä löytyisi, niille olisi mahdollista määrittää joko pool tai oma työpöytä. [32.]

Jos määriteltäisiin ryhmä käyttäjiä, jotka eivät ole luoduissa ryhmissä käyttäjähakemistossa, on mahdollista tehdä yleinen ryhmä, eli Custom Group. Tämä toiminto mahdollistaa VDI käyttäjäryhmien määrittämisen paikallisesti ilman muutosten tekemistä aktiivihakemistossa tai LDAP-käyttäjähakemistossa. [37.]

Users-valikon kolmas osio on Tokens, jossa ympäristöön kytketyt asiakaspäätteet voidaan määrätä tietyille käyttäjille. Ympäristöön kytkettyjen päätelaitteiden tokenit saadaan näkyviin klikkaamalla Search-painiketta. Jos listasta löytyy laitteita, on niille mahdollista määrittää oma työpöytä tai niitä pystytään määrittämään myös tiettyyn pooliin. Puolestaan jos listalta ei löydy valmiiksi tiettyä päätelaitetta, voi sen lisätä valitsemalla Tokens-valikosta New. Toinen vaihtoehto token-tunnisteen lisäämiseksi on valita jokin käyttäjä tai ryhmä, ja lisätä niiden profiilissa Token-välilehdellä halutun laitteen ID-tunniste. [32.] Kuvassa 40 näkyy kyseinen välilehti, jossa kuvankin mukaan pystytään etsimään tokeneita Search-painikkeella tai puolestaan lisäämään uusi klikkaamalla New-painiketta.



#### KUVA 40. Tokens-välilehti

Klikkaamalla sinisellä merkittyä token-tunnistetta aikomuksena lisätä päätelaite johonkin pooliin, niin seuraavaksi eteen tulee näkymä, jossa välilehtinä ovat Summary, eli yhteenveto, ja Assignment, eli toimeksianto. Summary-välilehdessä näkyy kyseisen laitteen tiedot, ja puolestaan kuten kuvasta 41 näkyy, Assignment-kohdassa pystytään määrittämään oma työpöytä laitteelle tai määrätä laite johonkin pooliin. [32.]

Tokens > pseudo.0021285788b5

Summary Assignment

### pseudo.0021285788b5 - Token Assignments

Specify the personal desktop and pool assignments for the token. [More on Token Assignments](#)

#### Desktop Assignments

Specify the personal desktop assignments for the token.

**Assigned Desktops (0)**

Add... Make Personal Make Default Remove Default Remove...

| Name   | Desktop State | Assignment | Pool | Default |
|--|---------------|------------|------|---------|
| No desktops have been assigned to this token. To assign a desktop click Add. |               |            |      |         |

#### Pool Assignments

Specify the pool assignments for the token.


**Assigned Pools (1)**

Add... Remove...

| Name                           | Desktop Assignments |
|--------------------------------|---------------------|
| <input type="checkbox"/> pool2 | Flexible            |

## KUVA 41. Laite voidaan määrittää pooliin tai sille voidaan määrätä työpöytä

Toinen keino millä voidaan lisätä myös asiakaspäätteitä on mennä Pool-kohtaan, valita tietty pool, johon on lisäämässä päätelaitteita, ja valita User Assignment –niminen välilehti. Paitsi, että siellä näkyy jo mahdollisesti pooliin määritetyt käyttäjäryhmät tai päätelaitteet, on siellä myös mahdollista lisätä niitä valitsemalla Add. Hiiren painalluksen jälkeen eteen tulee Assign Pool -ikkuna. Kuten kuvan 42 tilanteesta näkyy, tietty päätelaite ollaan lisäämässä tiettyyn pooliin, joka on tässä esimerkissä nimeltään pool1. [32.]

Sun VDI 

### Assign Pool

Choose users, groups, or tokens for an assignment to the pool 'pool1'.

Assign:  User or Group  
 Custom Group  
 Token

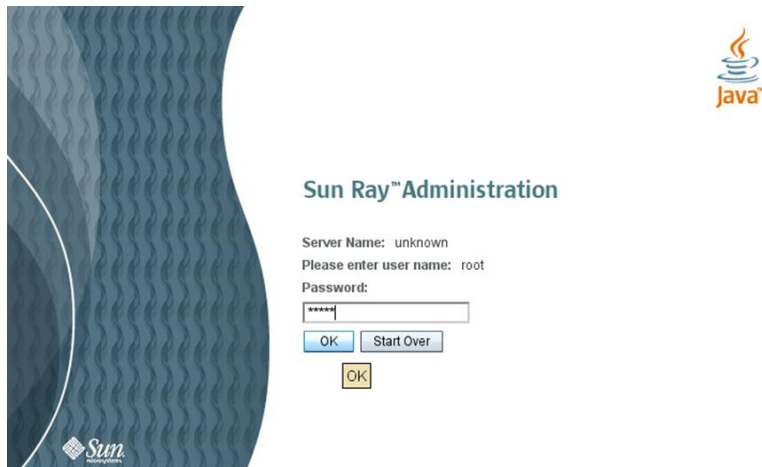
Search Tokens:

**Tokens (3)**

| Name   | Comment   | Assignment | User | DN |
|--|---|------------|------|----|
| <input type="checkbox"/> AnySmartCard.000    | AnySmartCard.000 is a predefined token to assign all Smart Cards to a pool. The user will get a desktop from the pool if the Sun Ray client is used with a Smart Card.  | -          |      |    |
| <input type="checkbox"/> AnySunRayClient.000 | AnySunRayClient.000 is a predefined token to assign all Sun Ray clients (Sun Ray DTUs and Sun Desktop Access Clients) together to a pool. The user will get a desktop from the pool if the Sun Ray client is used without a Smart Card. | -          |      |    |
| <input type="checkbox"/> pseudo.0021285788b5 |   | Pool (1)   |      |    |

## KUVA 42. Kevyen asiakaspäätteen merkitseminen tiettyyn pooliin etsimällä aluksi niitä token-tunnisteella

Mitä jos esimerkiksi kevyen asiakaspäätteen tunnistenumeroa ei tiedetä, eikä sitä näy listoissa etsimälläkään, mutta laite kuitenkin aiotaan lisätä johonkin pooliin? Silloin käydään Sun Ray Administration -managerissa katsomassa halutun päätelaitteen tietoja. Siellä myös pystytään tekemään muokkauksia asetuksiin, jotka koskevat kevyitä päätelaitteita. Itse hallintaohjelmaan päästään menemällä selaimella osoitteeseen <https://localhost:1661>. Tämän jälkeen tulee näkyviin samankaltainen ikkuna (kuva 43), mikä on Sun VDI -managerillakin, ja kyseisen ohjelmaan sisään pääsee kirjoittamalla samat tunnukset kuin mitä VDI-manageriinkin kirjoitti.



**KUVA 43. Sun Ray Administration -kirjautumisikkuna**

Sun Ray Administration -hallintaohjelmassa pystyy Tokens-välilehden kautta näkemään, mitä päätelaitteita on kytketty ympäristöön jo ennestään. Muita välilehtejä, joita hallintaohjelmassa näkyvät, ovat Servers-, Sessions-, Advanced-, Log Files- ja Desktop Units -välilehti.

Servers (palvelimet)-välilehdellä on listattu kaikki Sun Ray -palvelimet, kun taas Sessions-välilehdellä näkyy kaikki Sun Ray -istunnot, eli siis kaikki päällä olevat Sun Ray -laitteet, jotka ovat kommunikoimassa VDI:n kanssa tai sitten odottamassa omaa työpöytänsä. Advanced-välilehdellä pystytään tekemään asetuksia koskien muun muassa kirjautumiseen ja enkryptaukseen palvelimen ja asiakkaan välillä. Puolestaan Log Files (lokityiedostot) -kohdassa näkyy tehtyjen muutosten loki- eli historiatiedot. Lokityiedostot ovat varsinkin siinä vaiheessa tärkeä tietojen listauspaikka, jos tehdyt muutokset eivät tuota miellyttävää lopputulosta. Jos ei tiedetä mitä tehtiin väärin, niin lokityiedoista voidaan katsoa, mitä asetuksia äsken tehtiin.



Desktop Units, eli lyhennettynä DTU, tarkoittaa työpöytäyksiköitä eli normaalia tietokonetta, joka on kytketty Sun Ray -palvelimeen. Kyseisellä välilehdellä näkyy kaikki DTU-laitteet, ja kuten kuvasta 44 näkyy, myös muitakin tietoja pystytään tutkimaan. Sieltä nähdään muun muassa DTU:n viimeisin ohjelmatunniste, josta voi päätellä sen, onko laiteohjelma ajan tasalla vai kenties päivitystä vailla. Status-kohdassa näkee laitteen tunnistenumeron ja sen mihin palvelimeen se on yhteydessä.

The screenshot shows the Sun Ray Administration web interface. At the top, there's a navigation bar with tabs for Servers, Sessions, Desktop Units, Tokens, Advanced, and Log Files. The 'Desktop Units' tab is selected, and the URL is 'Desktop Units > 0021285788b5'. Below this, the title is '0021285788b5 - Desktop Unit Properties' with a sub-note: 'Click Edit to modify location, other information, and advanced settings.'

The 'General' section contains the following information:

- Location:
- Other Information:
  - Model: SunRayP8
  - Firmware: GUI4.2\_140993-01\_2010.01.21.17.35

The 'Status' section shows:

- Current Token: pseudo.0021285788b5 >> [View Token Details](#)
- Unix User: utku1 KioskSessionServiceUser
- Server: unknown >> [View Server Details](#)
- Status: Connected

Below the status is a 'Client Keys' section with a table:

| Key  | Status      |
|--|-------------|
| <input type="checkbox"/> 7b:9e:19:39:f6:52:77:36:08:4a:56:a1:81:cd:ef:06 | Unconfirmed |

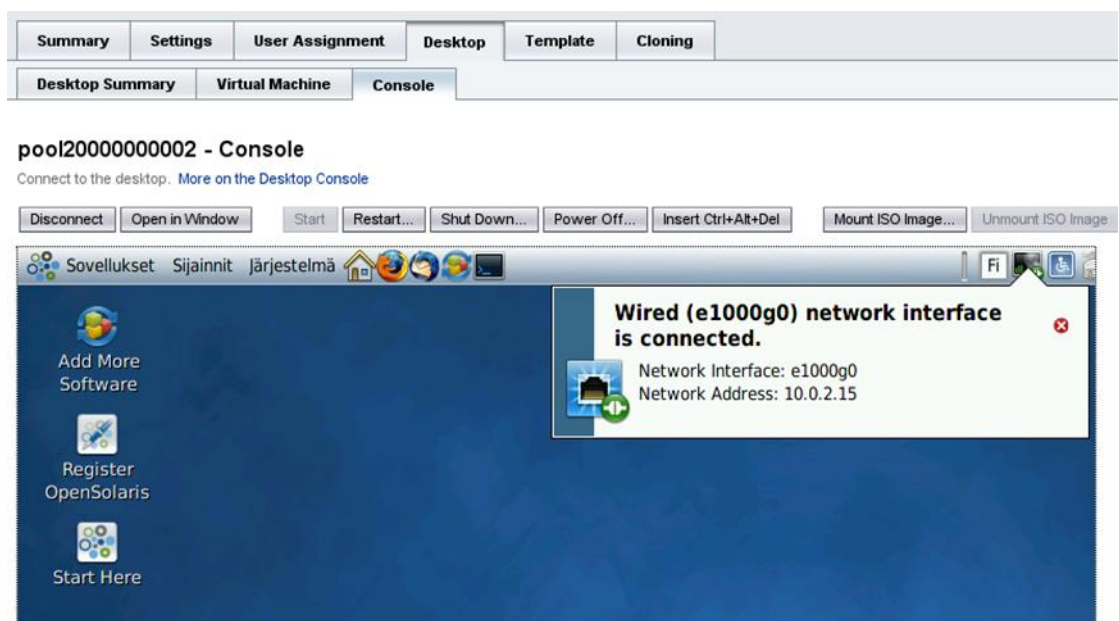
#### KUVA 44. DTU:n yleis-, ja statustiedot

Välilehti, josta näkee kevyen päätelaitteen tunnisteiden, on nimeltään Tokens. Token-tunnisteiden lisäksi sieltä näkee vain, onko laite käynnissä, mikä sen istunnon tila on ja kuka omistaa laitteen.

Kaikkien tarpeellisten asetusten jälkeen, mitkä koskevat poolia, virtuaalikäyttöjärjestelmiä sekä poolin käyttäjiä, virtuaaliympäristö on käytännössä katsoen valmiina jakamaan virtuaalisia työpöytiä niitä tarvitseville. VDI-managerissa työpöytäjäkymää voidaan katsoa myös ilman päätelaitetta, esimerkiksi tarkastamisen vuoksi. Tämä onnistuu VDI-managerissa valitsemalla haluttu pooli Pools-valikossa ja sitten menemällä Desktop-välilehdelle. Siellä valitaan tarkasteltavaksi haluttu joko normaali tai kloonattu työpöytä, minkä jälkeen mennään Console-kohtaan. Jos tietty tarkasteltava työpöytäkuva ei ole vielä käynnissä, sen pystyy käynnistämään Console-kohdassa

Start-painikkeesta, minkä jälkeen virtuaalikäyttöjärjestelmä käynnistyy normaalilla tavalla konsoliyhteyden välityksellä. Konsoliyhteys muodostuu siis VDI Core:n ja VirtualBox-ohjelman välille.

Sun VDI sisältää flash plug-in -lisäohjelman, joka mahdollistaa helpon sisäänkäynnin virtuaalikäyttöjärjestelmään. Se myös mahdollistaa testauksen sekä VirtualBox-työpöytien suoran muokkauksen VDI-managerissa. On mahdollista myös liittää ISO-imagekuva ja asentaa käyttöjärjestelmä tätä kautta. Työpöytäkonsoliyhteys on ainoastaan saatavana sellaisille VDI-alustoille, jotka käyttävät käyttöjärjestelmien virtualisointiohjelmana VirtualBox-ohjelmaa. Kuva 45 on näkymä esimerkkipoolin Console-kohdasta, johon on avattu konsoliyhteydellä OpenSolaris-käyttöjärjestelmä. Kuvan mukaan Console-välilehdellä on painikkeet, joilla pystytään muun muassa sulkemaan ja käynnistämään uudelleen käyttöjärjestelmä sekä avaamaan se uuteen ikkunaan. Mount ISO image -kohdassa voidaan asettaa ISO-levykuva, jos uusi käyttöjärjestelmä tarvittaisiin asentaa.



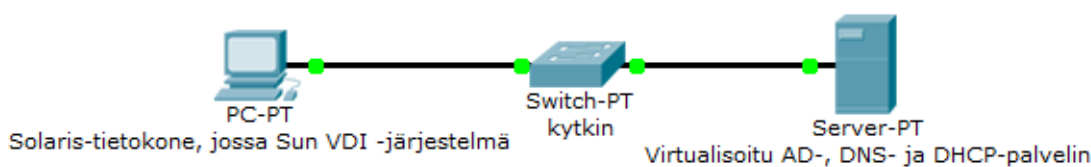
**KUVA 45. Työpöytäkonsolin avulla testaus, muokkaus ja kirjautuminen VirtualBox-ohjelmassa luotuihin virtuaalikäyttöjärjestelmiin onnistuu suoraan VDI-managerissa**

Tässä käytiin läpi asetukset, joita voidaan tehdä selaimessa toimivassa käyttöliittymässä, Sun VDI –manageriohjelmassa. Lopuksi käytiin myös läpi Sun Ray Administration –ohjelmaa. Ohjelmien läpikäymisen jälkeen on nyt mahdollista tehdä asetuk-

sia koskien joko demokäyttöön tarkoitettua tai laajempaa virtuaaliympäristöä. Laajemmalla virtuaaliympäristöllä tarkoitetaan ympäristöä, joka muodostuu monesta palvelimesta ja työasemasta. Seuraavassa kappaleessa käydään läpi tuloksia, johtopäätöksiä ja ajatuksia ohjelmista. Lopuksi pohditaan mitä jatkotutkimuksia aiheeseen liittyen voisi tehdä.

## 6 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää mitä virtualisointi on, millä laitteistolla se voidaan toteuttaa, ja ajatuksena oli laitteisiin tarvittavien ohjelmien asentamisen jälkeen tutkia tarkemmin Solaris-käyttöjärjestelmään asennettua Sun VDI -järjestelmää. Tarkoitus oli selvittää kokeiluympäristön perustamisen jälkeen, minkälaisilla asetuksilla virtuaaliympäristö pystytään rakentamaan ja vaatiiko se käyttäjältä paljon työtä. Virtuaaliympäristön tutkimista varten syntyi kahden tietokoneen muodostama kokoonpano, jossa toiseen tietokoneeseen virtualisoitiin palvelin ja toiseen asennettiin Solaris 5.10 -käyttöjärjestelmä, johon asennettiin puolestaan Sun VDI -järjestelmä. Näiden laitteiden välillä oli kytkin, johon kytkettiin tietokoneet RJ-45 -liittimillä varustetuilla suoraan kytketyillä kaapeleilla. Kuva 46 näyttää kyseisen testiympäristön laitteet.



### KUVA 46. Virtuaaliympäristön laitekokoonpano

Työn alkutavoitteena ollut virtuaaliympäristöön tarvittavien ohjelmien asentaminen onnistui ilman ongelmia. Asetukset, joita oli mahdollista tehdä Sun VDI -manageriohjelmassa, käytiin läpi, joten alussa asetettu tavoite järjestelmän asetuksiin tutustumisesta täyttyi. Opinnäytetyössä tehdyn tutkimistyön lukemisen jälkeen on mahdollista perustaa kerrotuilla ohjelmilla virtuaaliympäristö, johon voi halutessaan liittää useita tietokoneita. Havaintoja ympäristön rakentamisen vaikeudesta kerrotaan

seuraavien kappaleiden aikana. Laiteselvitystä ajatellen kerrottiin, kuinka virtuaaliympäristö oli rakennettu ammattikorkeakoulualueella ja lisäksi perehdyttiin tarkemmin kevyisiin asiakaspäätteisiin. Seuraavissa kappaleissa kerrotaan työn aikana esille tulleita ajatuksia virtuaaliympäristön ohjelmista ja yleisesti virtualisoinnista.

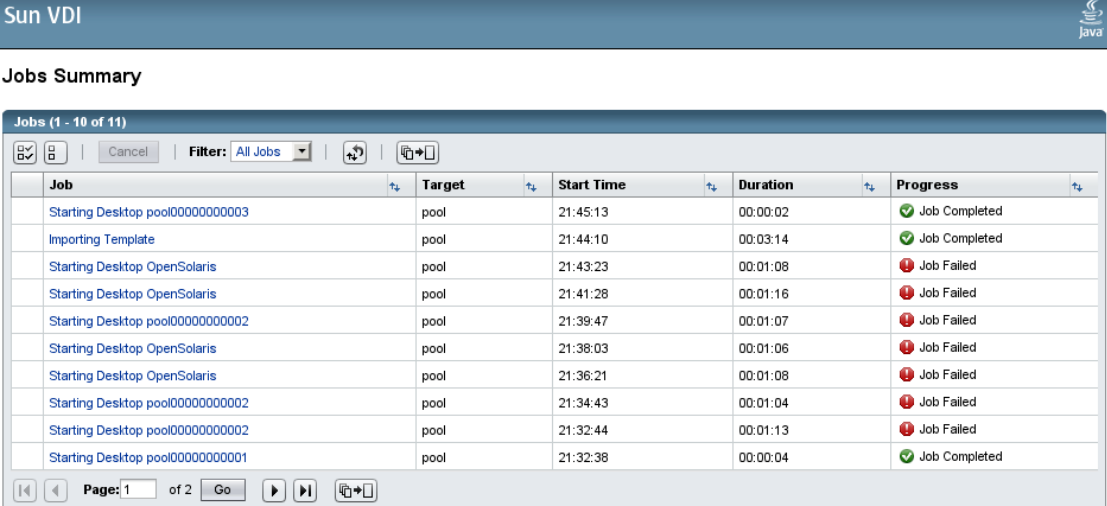
Ennen opinnäytetyön aloittamista minulla ei ollut kovinkaan paljon tietoa siitä, mitä virtualisointi on ja mitä asioita siihen liittyisi. Olin kuullut ja nähnyt oikeastaan muun muassa vain sen, että jostakin kauempaa palvelimilta tulee virtualisoituna asioita näyttölle asiakaspäätteen kautta. Kun aloin tutkia asiaa tarkemmin, aloin huomata syitä siihen, miksi en ollut välttämättä kuullut asiasta kovinkaan paljon.

Ensimmäisenä huomasin, että virtualisointiin liittyviä tieteellisiä julkaisuja ja kirjoja suomenkielellä ei ole löydettävissä ainakaan helposti. Englannin kielellä kirjallista sekä internetistä löytyvää materiaalia alkoi löytyä, mutta tiettyjä asioita kerrottiin hyvinkin hankalasti tai sitten joistakin saattoi löytyä hyvin yleisesti kerrottua asiaa. Toisena asiana huomasinkin, että virtualisointi ei ole yksioikoinen asia, vaan se on eräänlainen palapeli sisältäen monia eri osia. Aluksi asioiden ymmärtämiseen meni aikaa jo pelkästään uusien termien ja ohjelmiin tutustumisen takia, koska kaikki työn aikana luetellut ohjelmat olivat minulle ennestään tuntemattomia.

Näin pienimuotoisella testikokoonpanolla on hankala sanoa sen enempää Sun VDI -virtuaaliympäristön nopeudesta, mutta sen perustamisesta pystyy päättämään jo jotain. Mielestäni ympäristön perustaminen on monimuotoinen prosessi, mutta aikani aiheen parissa työskenneltyäni huomasin, että varsinkin VDI-managerissa asetusten tekeminen on varsin suoraviivaista ja osittain helppoakin, jos esiasennukset on tehty oikein. Valikot ovat selkeitä, ja jos ei tiettyjä kohtia aivan heti ymmärrä, mitä niillä haetaan, niin yleensä ohjeet löytyvät jokaisen välilehden tai päävalikon kohdalta, ja ne selkeyttävät kyllä asiaa varsin hyvin kertomalla yksityiskohtaisesti mitä tiettyssä valikossa voi tehdä ja mitä asiat tarkoittavat. Voidaankin sanoa, että VDI-managerissa luettavista ohjeista löytyi tärkeää tietoa, jota ei välttämättä internet-ohjeissa huomattu mainita.

VDI 3.1.1:ssä ongelmia aiheutti välillä Windows-virtuaalikäyttöjärjestelmän kloonauus, tarkemmin sanottuna revision-järjestelmävalmistelu, joka ei tahtonut mennä läpi

ensimmäisellä kerralla. Tähän auttoi se, että käynnisti joko selaimen tai tietokoneen uudestaan. Sama ongelma toistui myös poolissa tapahtuvan automaattisen kloonauksen aikana, johon sama toimenpide auttoi joko ensimmäisen tai muutaman uudelleenkäynnistyksen jälkeen. Nämä ongelmat ilmenivät ilmaisohjelmien yhteydessä, mutta sama ongelma liittyen revision-järjestelmävalmisteluun on toistunut myös Mikkelin kasarmin kampuksella, näin tietohallinnosta kerrottiin. Kuvassa 47 näkyy esimerkki häiriötilanteesta, joka ilmeni silloin tällöin. Tässä tilanteessa näkyy Sun VDI:n manageriohjelman työlista, josta näkee käytännössä sen, että osa käyttäjän määräämistä töistä on suoriutunut onnistuneesti heti ensimmäisellä kerralla ja osa töistä ei ole vielä onnistunut uusintayritysten jälkeenkään. Epäonnistuneet työt ovat keskeytyneet melkein saman ajan kuluttua, reilun minuutin kohdalla.



The screenshot shows the Sun VDI Jobs Summary interface. At the top, there is a header 'Sun VDI' with a Java logo. Below it, the title 'Jobs Summary' is displayed. The main area shows a table of jobs with columns for Job, Target, Start Time, Duration, and Progress. The table contains 11 rows of job data. The progress column indicates the status of each job: 'Job Completed' (green checkmark) or 'Job Failed' (red exclamation mark). The jobs are sorted by start time, with the most recent at the top.

| Job                               | Target | Start Time | Duration | Progress      |
|-----------------------------------|--------|------------|----------|---------------|
| Starting Desktop pool000000000003 | pool   | 21:45:13   | 00:00:02 | Job Completed |
| Importing Template                | pool   | 21:44:10   | 00:03:14 | Job Completed |
| Starting Desktop OpenSolaris      | pool   | 21:43:23   | 00:01:08 | Job Failed    |
| Starting Desktop OpenSolaris      | pool   | 21:41:28   | 00:01:16 | Job Failed    |
| Starting Desktop pool000000000002 | pool   | 21:39:47   | 00:01:07 | Job Failed    |
| Starting Desktop OpenSolaris      | pool   | 21:38:03   | 00:01:06 | Job Failed    |
| Starting Desktop OpenSolaris      | pool   | 21:36:21   | 00:01:08 | Job Failed    |
| Starting Desktop pool000000000002 | pool   | 21:34:43   | 00:01:04 | Job Failed    |
| Starting Desktop pool000000000002 | pool   | 21:32:44   | 00:01:13 | Job Failed    |
| Starting Desktop pool000000000001 | pool   | 21:32:38   | 00:00:04 | Job Completed |

**KUVA 47. Jobs Summary –kohdassa näkyy onnistuneet ja epäonnistuneet työt, jotka Sun VDI:n sisällä ovat tapahtuneet**

Koska VDI-ympäristö vaatii Solaris-käyttöjärjestelmän asentuakseen ja toimiakseen, vei käyttöjärjestelmään tutustuminen aikaa, varsinkin kun Windows-käyttöjärjestelmäympäristö oli ainut ympäristö, jonka parissa oli työskennelty. Solariksessa asioita tehdään paljon komentokehote-ikkunassa, ja komennot ovat poikkeavia, mitä Windows-käyttöjärjestelmässä käytetään. Tietyt asetukset, mitkä Windows-käyttöjärjestelmissä ovat suoraviivaisia, saattoivat olla hankalammin toteutettavissa Solariksessa, mutta puolestaan jotkut taas helpommin, joten senkin perusteella on hankalaa käydä vertaamaan, kumpi käyttöjärjestelmä olisi parempi. Yleisesti huomioitavaa oli se, että Solarista ei tarvinnut uudelleenkäynnistää missään vaiheessa sen

takia, että siinä olisi varsinaisesti ollut jotain ongelmia, vaan käyttöjärjestelmä toimi erittäin hyvin. Solaris 5.10 on ulkonäöltään vaatimaton Windows 7:aan verrattuna, mutta siitä ei kannata tehdä kovin suuria johtopäätöksiä sen suorituskyvystä. Valikot olivat selkeitä, ja yleistuntumaksi jäi, ettei siinä ollut tarpeettomia ohjelmia esiasennettuna. Jos Solarista käyttäisi pidempään, niin tottakai aluksi ainakin tiettyjen ohjelmien, jotka löytyvät helposti Windowsille, etsiminen voi viedä aikaa.

VirtualBox on varsin hyvä ohjelma, jonka vahvuus on siinä, että sillä on yksinkertaista ja helppoa omasta mielestäni luoda virtuaalikoneita. Käyttöjärjestelmien testaukseen kyseinen ohjelma soveltuisi mielestäni parhaiten, koska asennus on vaivatonta, käyttöjärjestelmän käynnistäminen ja sammuttaminen on nopeaa ja kokeilun jälkeen virtuaalikoneiden poistaminen on myös helppoa ja nopeaa. Käyttömukavuutta lisää Guest Addition -lisäominaisuus, jonka myötä virtuaalikäyttöjärjestelmää pystyy käyttämään kuin se olisi varsinaisena käyttöjärjestelmänä tietokoneessa. VirtualBox-ohjelmassa joskus saattoi ongelmana ilmetä se, ettei se aina tunnistanut USB-muistitikkaa ensimmäistä kertaa tai ohjelma saattoi valittaa, ettei USB-alijärjestelmään päässyt käsiksi, mutta ongelma korjaantui käynnistämällä virtuaalikäyttöjärjestelmä uudelleen tai laittamalla muistitikun uudelleen tietokoneeseen kiinni.

Mitä jatkotutkimuksia aiheeseen liittyen voisi sitten tehdä? Jos palvelinkoneita olisi ollut käytettävissä enemmän, olisi voinut kokeilla kolmen palvelinjärjestelmän toimivuutta isommassa toimintaympäristössä, jossa käyttäjiä olisi ollut enemmän kuin yksi tai kaksi. Näin olisi voinut muun muassa kokeilla, olisiko virtuaalityöpöytien jakaminen onnistunut ongelmitta ja miten palvelimet olisivat toimineet keskenään, kun kaikki ohjelmat eivät olekaan samassa koneessa.

Jos erilaisia päätelaitteita olisi ollut käytössä testausta varten, olisi voinut kokeilla minkälainen on näyttöön upotettu päätelaite ja olisiko sen toiminnassa ollut mitään eroja verrattuna normaaliin näytöstä erotettuun päätelaitteeseen. Tutkinnan kohteena voisi olla myös nyt syksyllä 2010 markkinoille tullut Sun Ray 3, joka on päivitetympi versio Sun Ray 2 -laitteesta. Näiden erojen selvittäminen voisi olla yksi mahdollisuus, ja toinen voisi olla selvittää kuinka uudempi laite muuttaisi virtuaalista käyttömukavuutta. Mitä tulee päätelaitteisiin yleensäkin, vertailua olisi mahdollista tehdä myös eri laitevalmistajien välillä, eli kuinka siinä suhteessa laitteet poikkeavat keskenään.

Muiden käyttöjärjestelmien virtualisointiin tarkoitettujen ohjelmien, kuten muun muassa Hyper-V:n tai Vmware:n, testaaminen voisi olla mielenkiintoista esimerkiksi tässä Sun VDI -ympäristössä. Myös jonkun toisen kuin Sun VDI 3.1.1 -virtuaaliympäristöön tutustuminen voisi tuoda uutta tietoa, kuinka virtuaaliympäristön voisi rakentaa ehkä hieman eritavalla.

## LÄHTEET

- [1] Susanta, Nanda. A Survey on Virtualization Technologies. [verkkodokumentti] Department of Computer Science SUNY at Stony Brook. Julkaisuaika tuntematon [viitattu 10.09.2010] Saatavissa: <http://www.ecsl.cs.sunysb.edu/tr/TR179.pdf>
- [2] VMware. History of Virtualization. WWW- sivu. Julkaisuaika tuntematon [viitattu 10.09.2010] Saatavissa: <http://www.vmware.com/virtualization/history.html>
- [3] Järvinen, Jani. Virtualisointi arkipäiväistyy. Tietokone 1 / 2006, s.54-56.
- [4] VMware. What is virtualization? WWW- sivu. Julkaisuaika tuntematon [viitattu 12.09.2010] Saatavissa: <http://www.vmware.com/virtualization/what-is-virtualization.html>
- [5] Key Net Pro. WWW- sivu. Julkaisuaika tuntematon [viitattu 31.09.2010] Saatavissa: <http://keynetpro.com/images/crtech%20Microsoft%20Virtualization.jpg>
- [6] Ruest, Danielle ja Nelson, Virtualization A Beginner's Guide. Yhdysvallat: The McGraw- Hill Companies. 2009.
- [7] Bernard Golden, Virtualization for Dummies. Yhdysvallat: Wiley Publishing, Inc. 2008.
- [8] Virtualisointivuorossa työasemat. Portaali 3 / 2010, s.16-17.
- [9] Cisco Systems, Inc. WWW- sivu. Julkaisuaika tuntematon [viitattu 15.10.2010]. Saatavissa: [http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps4324/white\\_paper\\_c11-531522.html](http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps4324/white_paper_c11-531522.html)
- [10] Vile, Dale, Desktop Virtualization for Dummies. Englanti: John Wiley & Sons, Ltd. 2010.
- [11] Hämäläinen, Pertti, VDI siirtää työpöydät palvelimeen. Tietokone 4 / 2010, s.58-59.
- [12] Hämäläinen, Pertti, Virtualisointi tulee työasemiin. Tietokone 5 / 2010, s.66-67.
- [13] Tolonen, Pekka, Virtualbox virtualisoi. Mac, windows ja linux sulassa sovussa. MikroPC 4 / 2009, s.37-39.
- [14] Aalto Yliopisto. Tietoturvaluus [verkkodokumentti] Julkaisuaika tuntematon [viitattu 01.10.2010] Saatavissa: [http://www.cse.tkk.fi/fi/opinnot/T-110.2100/2007/Luennot/11.tietoturvan\\_perusteet.pdf](http://www.cse.tkk.fi/fi/opinnot/T-110.2100/2007/Luennot/11.tietoturvan_perusteet.pdf)
- [15] Hämäläinen, Pertti, Virtuaaliset uhat ovat todellisia. Tietokone 2 / 2008, s.61-62.
- [16] Istolainen, Antero. Mikkelin ammattikorkeakoulun järjestelmäasiantuntija. Sähköpostikeskustelut, syys-lokakuu 2010.



- [17] Lewellen, Stephanie. Oracle Corporation. WWW- sivu. High Availability with Bundled MySQL Database Configuration [verkkojulkaisu] Julkaistu 25.03.2010 [viitattu 10.10.2010]. Saatavissa: <http://wikis.sun.com/display/VDI3dot1/High+Availability+with+Bundled+MySQL+Database+Configuration+%28All+Topics%29>
- [18] McCabe, Laurie. Thin Client: What is it? [verkkojulkaisu] Julkaistu 18.02.2010 [viitattu 20.09.2010] Saatavissa: <http://itmanagement.earthweb.com/netsys/article.php/3865746/Whats-a-Thin-Client.htm>
- [19] Hewlett-Packard Development Company, L.P. Thin Client- työasemat [verkkojulkaisu] Julkaisuaika tuntematon [viitattu 21.09.2010] Saatavissa: <http://h10010.www1.hp.com/wwpc/fi/fi/sm/WF02d/12454-12454-321959.html>
- [20] Darq Ltd. Sun Ray Thin Clients. [verkkosivusto] Julkaisuaika tuntematon [viitattu 25.09.2010] Saatavissa: [http://darq.com/solutions/sun\\_ray\\_thin\\_clients.html](http://darq.com/solutions/sun_ray_thin_clients.html)
- [21] Oracle Corporation. Sun Ray 2 Virtual Display. [verkkodokumentti] PDF- tiedosto. Julkaistu 2009 [viitattu 22.09.2010] Saatavissa: <http://www.oracle.com/us/technologies/virtualization/036088.pdf>
- [22] Oracle Corporation. Sun Ray 3 Plus Client. [verkkodokumentti] PDF- tiedosto. Julkaistu 2009 [viitattu 23.09.2010] Saatavissa: <http://www.oracle.com/us/technologies/virtualization/sun-ray-3-plus-ds-065316.pdf>
- [23] Webster's Online Dictionary. [verkkosivusto] Julkaisuaika tuntematon [viitattu 21.11.2010] Saatavissa: <http://www.websters-online-dictionary.org/definitions/SFP+transceiver?cx=partner-pub-0939450753529744%3Av0qd01-tldq&cof=FORID%3A9&ie=UTF-8&q=SFP+transceiver&sa=Search#977>
- [24] Oracle Corporation. Sun Ray 3i Client. [verkkodokumentti] PDF- tiedosto. Julkaistu 2010 [viitattu 24.09.2010] Saatavissa: <http://www.oracle.com/us/technologies/virtualization/sunray-3i-client-ds-167812.pdf>
- [25] Indiana University, University Information Technology Services. What are SunOS and Solaris? WWW- sivu. Julkaistu 28.06.2010 [viitattu 12.10.2010]. Saatavissa: <http://kb.iu.edu/data/agjq.html>

[26] Oracle Corporation. Oracle Solaris: Key Features. WWW- sivu. Julkaisuaika tuntematon [viitattu 15.10.2010]. Saatavissa: <http://www.oracle.com/us/products/servers-storage/solaris/key-features/index.html>

[27] Griffin, Doyle, Dublin Institute of Technology. Desktop virtualization scaling experiments with VirtualBox. [verkkodokumentti] PDF- tiedosto. Julkaistu 2009 [viitattu 07.10.2010]. Saatavissa: <http://arrow.dit.ie/cgi/viewcontent.cgi?article=1009&context=ittpapnin>

[28] VirtualBox.org. VirtualBox- professional, flexible, open. WWW- sivu. Julkaisuaika tuntematon [viitattu 04.10.2010]. Saatavissa: <http://www.virtualbox.org/wiki/VirtualBox>

[29] VirtualBox.org. End- user documentation. WWW- sivu. Julkaisuaika tuntematon [viitattu 06.10.2010]. Saatavissa: [http://www.virtualbox.org/wiki/End-user\\_documentation](http://www.virtualbox.org/wiki/End-user_documentation)

[30] Oracle Corporation. Oracle Virtual Desktop Infrastructure. [verkkodokumentti] PDF- tiedosto. Julkaistu 2010 [viitattu 02.10.2010]. Saatavissa: <http://www.oracle.com/us/virtual-desktop-infrastructure-ds-067844.pdf>

[31] Lewellen, Stephanie. Architecture. WWW- sivu. Julkaistu 13.11.2009 [viitattu 16.10.2010]. Saatavissa: <http://wikis.sun.com/display/VDI3dot1/Architecture>

[32] Lewellen, Stephanie. VDI Demo (Featuring Sun VirtualBox). WWW- sivu. Julkaistu 26.02.2010 [viitattu 16.10.2010]. Saatavissa: <http://wikis.sun.com/display/VDI3dot1/VDI+Demo+%28Featuring+Sun+VirtualBox%29>

[33] Droms, Lemon. The DHCP Handbook. Yhdysvallat: SAMS Publishing. 2003, s.436.

[34] ITPro.fi. Identiteetti ja hakemistot: Active Directory. WWW- sivu. Julkaisuaika tuntematon [viitattu 29.10.2010]. Saatavissa: <http://itpro.fi/wiki/sivut/Identiteetti%20ja%20hakemistot/Active%20Directory.aspx>

[35] Järvinen, Jani. Hyper-v virtualisoi Windows- palvelimet. Tietokone 12 / 2008, s.50-51.

[36] Lewellen, Stephanie. How to enable System Preparation for Windows Templates (VirtualBox and Hyper-V). WWW- sivu. Julkaistu 05.01.2010 [viitattu 28.10.2010]. Saatavissa: <http://wikis.sun.com/display/VDI3dot1/How+to+Enable+System+Preparation+for+Windows+Templates+%28VirtualBox+and+Hyper-V%29>

[37] Sun VDI. More on custom goups. VDI- järjestelmän ohje [Julkaisuaika tuntematon]. Viitattu 28.10.2010.

## SUN RAY 2 -ASIAKASPÄÄTELAITTEEN TEKNISET TIEDOT

| <b>Hardware</b>  |   |
|--|---|
| Graphics   | 24-bit graphics; up to 1600 x 1200 resolution @ 60 Hz   |
| Peripheral interface   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Two 1.1 Universal Serial Bus (USB) ports, powered</li> <li>• One serial port</li> </ul>  |
| Networking   | 10/100Base-T  |
| Input devices  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• USB keyboard</li> <li>• USB mouse</li> <li>• Smart card reader</li> </ul>  |
| Audio  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• CD-quality audio in/out</li> <li>• Microphone</li> <li>• Headphone jacks</li> <li>• Stereo line level in</li> </ul>                              |
| CPU  | RMI Alchemy Au1550  |
| Monitor  | Industry standard DVI connector supports third-party and Oracle monitors (includes a HD15 adapter), and standard VGA-compatible monitors  |
| Smart card   | ISO-7816-1 (smart card reader)  |
| Adjustments  | N/A   |
| <b>Dimensions</b>  |   |
| Unit Without the Stand   | Stand Dimensions  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Width: 28 mm (1.09 in.)</li> <li>• Depth: 122 mm (4.80 in.)</li> <li>• Height: 205 mm (8.07 in.)</li> <li>• Weight: 0.37 kg (0.82 lb.)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Width: 95 mm (3.76 in.)</li> <li>• Depth: 215 mm (8.46 in.)</li> <li>• Height: 13 mm (0.51 in.)</li> <li>• Weight: 0.63 kg (1.39 lb.)</li> </ul> |
| <b>Regulations (Meets or Exceeds the Following Requirements)</b>   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Safety: UL 60950/CSA C22.2-60950</li> <li>• Ergonomics: GS Mark</li> <li>• EMC: CISPR22; CISPR24; EN55022 Class B; FCC CFR Title 47, Part 15, Subpart B, Class B; EN55024:1998; IEC6100-3-2; IEC6100-3-3</li> <li>• RoHS-6 compliant</li> </ul> |   |
| <b>Environment</b>   |   |
| Operating  | 0°C to 35°C (32°F to 95°F), 10% to 93% RH, 3 km (10 K ft.)  |
| Nonoperating   | - 20°C to 60°C (- 4°F to 140°F), 10% to 93% RH, 12 km (39K ft.)   |
| <b>Power</b>   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• External autosensing power supply, 100 V to 240 V AC, 50 Hz/60 Hz</li> <li>• Average power consumption of a Sun Ray 2 client with one keyboard, one mouse, and one monitor connected is 3.9 watt hours</li> </ul>                               |   |
| <b>Acoustic</b>  |   |
| <3.5 B, <28 dBA (operator), ISO 9296   |   |

## SUN RAY 3+ - ASIAKASPÄÄTELAITTEEN TEKNISET TIEDOT

| Hardware   |  |
|--|--|
| Peripheral Connectivity  | Audio  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 USB 2.0 connectors (2 front, 2 back)</li> <li>• 2 DVI-I connectors</li> <li>• One serial port</li> <li>• 1 stereo audio microphone in</li> <li>• 1 audio headphone/line-out</li> <li>• 1 cable lock slot</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• CD-quality audio in/out</li> <li>• Microphone</li> <li>• Headphone jack</li> <li>• Stereo line level in</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Two standard dual-link DVI-I (Digital Video Interface) connectors that support Oracle or third-party monitors"</li> <li>• Up to 2560x1600 resolution for a single display or 5120x1600 total resolution across two displays</li> </ul>  |  |
| Smart Card   | Networking   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO-7816 (smart card reader)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10/100/1000 Gigabit ethernet (RJ-45 port)</li> <li>• 1000-X SFP (Small Form Pluggable) socket (for fiber-optic modules)</li> </ul>  |
| Dimensions   |  |
| Unit With / Without the Stand  | Stand Dimensions (Without Unit)  |
| <p>Width:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 75.3 mm (2.95 in.) / 28 mm (1.09 in.)</li> </ul> <p>Depth:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 180 mm (7.09 in.) / 180 mm (7.09 in.)</li> </ul> <p>Height:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 221 mm (8.70 in.) / 215 mm (8.46 in.)</li> </ul> <p>Weight:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 kg (2.2 lbs.) / 0.75 kg (1.64 lbs)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Width: 75.3 mm (2.95 in.)</li> <li>• Depth: 173 mm (6.8 in.)</li> <li>• Height: 6.0 mm (0.24 in.)</li> <li>• Weight: 0.22 kg (0.5 lbs.)</li> </ul>  |
| Regulations  |  |
| Safety   | EMC  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 60950-1:2006</li> <li>• IEC 60950-1:2005, 2<sup>nd</sup> Edition (Evaluated to all CB countries)</li> <li>• UL 60950-1, 2<sup>nd</sup> Edition</li> <li>• CSA C22.2 No. 60950-1-07</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• EN55022:2006 + A1:2007 Class B</li> <li>• EN55024:1998 + A1:2001 + A2:2003</li> <li>• EN61000-3-2:2006</li> <li>• EN61000-3-3:1995 + A1:2001 + A2:2005</li> <li>• 47CFR15 Subpart B (FCC) Class B</li> <li>• EN300386:2005 (V1.3.3) for Telecommunications Centers and for Other Than Telecommunications Centers</li> <li>• ICES-003 Class B</li> <li>• AS/NZS CISPR22:2006 Class B</li> <li>• CISPR22:2008: Class B</li> </ul> |
| Ergonomics   |  |
| The product has been tested and found to comply with all applicable GS ergonomic requirements.   |  |
| European Union Directives Compliance   |  |

|  |              |   |              |
|--|--------------|---|--------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2006/95/EC (73/23/EEC) Low Voltage Directive</li> <li>• 2004/108/EC (89/336/EEC) EMC Directive</li> <li>• 2002/96/EC Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Directive</li> <li>• 2002/95/EC Restriction of Hazardous Substances (RoHS) Directive</li> </ul> |              |   |              |
| <b>Environment</b>   |              |   |              |
| Operating  |              | Nonoperating  |              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0°C to 35°C (32°F to 95°F)</li> <li>• 5% to 93% RH</li> <li>• 3 km (10 K ft.)</li> </ul>  |              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• - 20°C to 60°C (- 4°F to 140°F)</li> <li>• 5% to 93% RH</li> <li>• 12 km (39 K ft.)</li> </ul> |              |
| <b>Energy Consumption</b>  |              |   |              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• ENERGY STAR® 5.0 Qualified</li> <li>• External power supply input: Worldwide auto-sensing 36W, 100-240 VAC, 50-60Hz</li> </ul>  |              |   |              |
| Energy Consumption   | 115 vac/60Hz | 230vac/50Hz   | 100vac       |
| Idle State   | 13.85 W      | 14.15 W   | 13.75        |
| Off State  | 0.31 W       | 0.35 W  | 0.31 W       |
| <b>NOTE:</b> The actual power consumption at your location could vary and is dependent on many factors including, but not limited to attached peripherals and environmental factors.   |              |   |              |
| BTU/hr   | 115 vac/60Hz | 230vac/50Hz   | 100vac       |
| Idle State   | 47.29 BTU/hr | 42.28 BTU/hr  | 46.93 BTU/hr |
| Off State  | 1.05 BTU/hr  | 1.20 BTU/hr   | 1.04 BTU/hr  |
| <b>NOTE:</b> Heat dissipation is calculated based on known energy consumption at one hour of operation.  |              |   |              |
| <b>Acoustic</b>  |              |   |              |
| <3.5 B, <28 dBA (operator), ISO 9296   |              |   |              |

SUN RAY 3+ - ASIAKASPÄÄTELAITTEEN ULKOISET LIITÄNNÄT

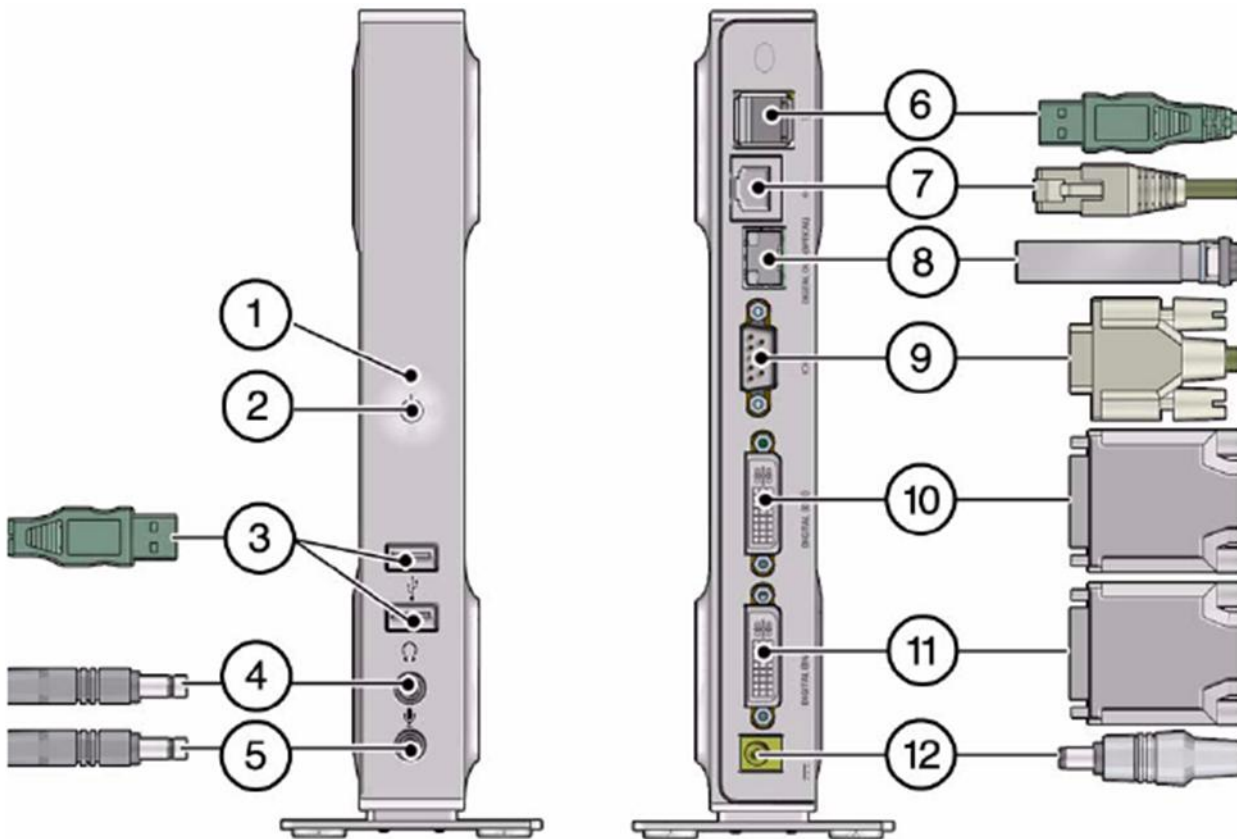


Figure Legend

- 
- 1 Status LED
  - 2 Soft-touch Power Button
  - 3 USB 2.0 Ports
  - 4 Audio Out
  - 5 Audio In
  - 6 USB 2.0 Ports
  - 7 Ethernet Port (10/100/1000)
  - 8 SFP Module Socket (1 Gigabit/SGMII only)
  - 9 Serial Port
  - 10 DVI-I Video Out (Primary)
  - 11 DVI-I Video Out (Secondary)
  - 12 Power (DC In)

## SUN RAY 3i -ASIAKASPÄÄTELAITTEEN TEKNISET TIEDOT

| Sun Ray 3i Client Technical Specifications  |  |
|---|--|
| <b>Hardware</b>   |  |
| Integrated Flat Panel Display   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 21.5 inch color AM-TFT-LCD</li> <li>• Supports full High Definition (HD) with 1920 x 1080 display resolution</li> <li>• 2-Lamp Cold Cathode Fluorescent backlight</li> </ul>  |
| Peripheral Interface  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Five Universal Serial Bus (USB) 2.0 ports</li> <li>• One serial port (DB9)</li> <li>• One analog video out port</li> </ul>  |
| Networking  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10/100/1000 Mbit/sec (RJ45)</li> </ul>  |
| Audio   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stereo headphone output jack (1/8" mini-jack)</li> <li>• Microphone input jack (1/8" mini-jack)</li> <li>• Internal 1.8 Watt monaural speaker</li> </ul>  |
| Smart Card Reader   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lighted smart card slot indicates smart card access activities</li> <li>• Dual-sided reader socket</li> <li>• Supports ISO 7816 T=0 and T=1 interface smart cards (<u>synchronous cards not supported</u>)</li> <li>• Supported card voltage: 5V</li> <li>• Supports short APDUs (extended APDUs not supported)</li> <li>• Maximum card baud rate: 230 K</li> </ul> |
| <b>Dimensions</b>   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Width: 517.6 mm (20.34 in.)</li> <li>• Depth (with rear cover): 48.5 mm (1.91 in.)</li> <li>• Height (without base): 308.8 mm (12.16 in.)</li> <li>• Height (with base): 407.76 mm (16.05 in.)</li> <li>• Weight (without base and rear cover): 4.22 kg (9.30 lb.)</li> <li>• Weight (with base): 5.48 kg (12.08 lb.)</li> </ul> |  |
| <b>Operating Conditions</b>   |  |
| Temperature   | 0 to 40 degrees C  |
| Humidity  | 5% to 93% RH   |
| Altitude  | 3 km   |
| Acoustic Noise Emissions  | LWAd less than 3.0 dB operating and idling, ISO9296  |
| <b>Non-Operating Conditions</b>   |  |
| Temperature   | -20 to 60 degrees C  |
| Humidity  | 5% to 93% RH   |
| Altitude  | 12 km  |
| <b>Power Supply</b>   |  |
| External autosensing power supply, 100-240V AC, 50-60 Hz  |  |
| <b>Operational Mode Power</b>   |  |
| (Energy Star Requirement (Category A): Off Mode ≤ 2 W; Idle State ≤ 12 W)   |  |
| <b>Mode</b>   | <b>Typical</b>   |
| Off Mode  | ≤ 0.4 W  |
| Idle State  | ≤ 6 W  |



| Sun Ray 3i Client Compliance and Regulations   |   |
|--|---|
| <b>Safety</b>  |   |
| Country  | Standard  |
| Argentina  | • S-Mark IEC 60950-1: 2005 2 <sup>nd</sup> Edition  |
| Canada   | • CSA C22.2 No. 60950-1-07, 2nd Edition   |
| CB Members Countries   | • CB Report IEC 60950-1:2005 (2nd Edition); including all amendments and full worldwide deviations  |
| China  | • CCC GB9254:2008   |
| European Union   | • CE Marked to European Union Low Voltage Directive 2006/95/EC<br>• EN60950-1:2006 +A11:2009        |
| Russia   | • GOST R IEC 60950-1-2005 and Hygienic Certification  |
| Taiwan   | • BSMI CNS 14336:2005   |
| US   | • UL 60950-1, 2nd Edition   |
| <b>Electromagnetic Compatibility (EMC)</b>   |   |
| Country  | Standard  |
| Australia/New Zealand  | • AS/NZS CISPR22:2006   |
| Canada   | • CAN/CSA ICES-003 Issue 4 (2004) Class B   |
| European Union   | • CE Marked to European Union EMC Directive 2004/108/EC, Class B<br>• EN55022:2006 +A1:2007 Class B |
| Japan  | • VCCI V-3/2004.04 (Class B)  |
| Korea  | • KCC KN22:2008   |
| Russia   | • GOST R 51318.22-99  |
| Taiwan   | • BSMI CNS 13438:2006   |
| US   | • FCC 47 CFR 15B (Code of Federal Regulations, Part 15, Subpart B) Class B                          |
| <b>Immunity</b>  |   |
| Country  | Standard  |
| European Union   | • CE Marked to European Union EMC Directive 2004/108/EC<br>• EN55024:1998 +A1:2001 +A2:2003         |
| Korea  | • KCC KN24:2008   |
| Russia   | • GOST R 51318.24-99  |
| <b>Ergonomics</b>  |   |
| Country  | Standard  |
| Germany  | • GS EK-ITB 2000-2010   |
| <b>Environmental Standards and Compliance</b>  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• ENERGY STAR 5.0 Qualification - Category A (U.S. Environmental Protection Agency)</li> <li>• Rated EPEAT Silver</li> <li>• RoHS (Restriction of Hazardous Substances) Compliant</li> <li>• WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) Directive – 2002/96/EC</li> <li>• GRI (Global Reporting Initiative ) – Corporate Responsibility Report</li> <li>• ISO 14000/14001</li> <li>• California Proposition 65</li> </ul> |   |

SUN RAY 3i -ASIAKASPÄÄTELAITTEEN LIITÄNNÄT TAKAPANEELISTA  
KATSOTTUNA

