



# **Laboratorio-opetusympäristön virtualisointi**

Timo Erlamo

Juho Suominen

Opinnäytetyö  
Elokuu 2013  
Tietotekniikka  
Ohjelmistotekniikka

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu

Tietotekniikka

Ohjelmistotekniikka

JUHO SUOMINEN & TIMO ERLAMO:

Laboratorio-opetusympäristön virtualisointi

Opinnäytetyö 50 sivua, joista liitteitä 6 sivua

Elokuu 2013

Tämän työn tarkoitus oli esittää yksi mahdollinen ratkaisu ohjelmistolaboratorio-opetusympäristön virtualisoimiseksi. Työn taustana käytettiin Tampereen ammattikorkeakoulun pilot-hanketta, jonka tarkoitus oli pohtia mahdollisuutta virtualisoida laboratorioympäristö käyttäen avoimen lähdekoodin ratkaisuja. Tähän päädyttiin projektin puitteissa lähinnä johtuen kaupallisten virtualisointiratkaisujen korkeista hankinta- ja ylläpitokustannuksista. Opinnäytetyössä pyrittiin vertaamaan yleisimpiä avoimen lähdekoodin virtualisointiratkaisuja ja valitsemaan näistä paras vaihtoehto Tampereen ammattikorkeakoulun tarpeisiin. Ratkaisulta edellytettiin mahdollisimman pieniä kustannuksia, helppoa ylläpitoa, hyvää suorituskykyä ja toimintavarmuutta.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in ICT Engineering  
Option of Software Engineering

**JUHO SUOMINEN & TIMO ERLAMO:**

Virtualization of Software Workspace

Bachelor's thesis 50 pages, appendices 6 pages

August 2013

The purpose of this study was to find an open source solution for virtualizing a software laboratory. The study focused on creating a web based application for clients to control their virtualized software. In the end we managed to make an application which utilized the VirtualBox virtual hypervisor software to create virtualized operating systems for the clients. We supplemented this by developing a PHP-based web application that the clients then use to manage their virtualized operating systems. A MySQL database is used in conjunction with the PHP application to determine user privileges, disk space allocations and installed systems of the clients. The end result is a highly adaptable and expandable system that can be further developed to ensure smooth operation in ever larger and more demanding environments.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	VIRTUALISOINTI.....	8
2.1	Yleisesti .....	8
2.1.1	Laitteistotason emulaatio.....	8
2.1.2	Täysvirtualisointi .....	9
2.1.3	Paravirtualisointi.....	9
2.2	Etätyöpöytätekniikat .....	10
2.2.1	RFB (Remote Framebuffer Protocol).....	10
2.2.2	RDP (Remote Desktop Protocol) .....	10
3	HYÖDYNNETYT SOVELLUKSET JA TEKNIIKAT .....	11
3.1	GNU/Linux Ubuntu Server Edition .....	11
3.2	Apache .....	11
3.3	VirtualBox .....	12
3.4	SSHFS.....	12
3.5	Rdesktop ja Windows Remote Desktop .....	13
4	TEKNINEN TOTEUTUS .....	14
4.1	Virtual Hypervisor .....	14
4.2	Käytetyt kielet.....	14
4.3	Käyttöliittymä .....	15
4.3.1	Käyttötarkoitus .....	15
4.3.2	Sivupohjat.....	15
4.4	Tietokanta .....	16
4.5	Palvelimet .....	16
4.5.1	Palvelinohjelmistot.....	16
4.5.2	Verkkolevyt .....	17
5	JÄRJESTELMÄN ASENNUS.....	18
5.1	Hallintapaneeli .....	18
5.2	VirtualBox .....	19
5.3	Verkkolevy.....	19
5.4	Tietokanta .....	20
6	GRAAFISEN HALLINTAPANEELIN KÄYTTÖ .....	21
6.1	Kirjautuminen .....	21
6.2	Ympäristöt .....	22

6.2.1	Selaus.....	22
6.2.2	Luominen.....	24
6.2.3	Hakeminen.....	26
6.2.4	Yksityiskohdat.....	27
6.2.5	Käynnistäminen.....	28
6.2.6	Muut hallintatoimet.....	29
6.3	Käyttäjät.....	30
6.3.1	Selaus.....	30
6.3.2	Lisääminen.....	31
6.3.3	Muut hallintatoimet.....	32
6.3.4	Käyttäjäprofiili.....	32
6.4	Ylläpitotoimet.....	33
6.4.1	Perusasetukset.....	33
6.4.2	VirtualBox-palvelimet.....	35
6.4.3	Käyttäjärühmät.....	36
6.4.4	Tietokanta.....	38
7	JATKOKEHITYS.....	39
8	POHDINTA.....	40
	LÄHTEET.....	41
	LIITTEET.....	45
	Liite 1. Esimerkki sivupohjasta.....	45
	Liite 2. Esimerkki palvelinten välisestä JSON-kyselystä.....	47
	Liite 3. Esimerkki hallintapaneelin asetustiedostosta.....	48
	Liite 4. Esimerkki VirtualBox-palvelimen asetustiedostosta.....	49
	Liite 5. Hallintapaneelin käyttämän tietokannan taulukkorakenne.....	50

## LYHENTEET JA TERMIT

SSH - Secure Shell. Salattu verkkoprotokolla, jota käytetään yleensä laitteiston hallintaan suojaamattomien verkkoyhteyksien yli.

FUSE - Filesystem in Userspace. Linuxissa käytettävä moduuli, joka mahdollistaa käyttäjien luovan tiedostojärjestelmiä ilman ylläpitäjän oikeuksia.

SFTP - SSH File Transfer Protocol. Tiedonsiirtotekniikka, joka käyttää SSH:ta salatakseen kohteiden välillä liikkuvan tietoliikenteen.

SSHFS - SSH File System. Tiedostojärjestelmä, joka käyttää SSH-salausta luodessaan tiedostojärjestelmän turvaamattoman verkon yli.

HTML - HyperText Markup Language. Kuvauskieli, jota käytetään verkkosivujen esittämiseen käyttäjän internet-selaimessa.

USB - Universal Serial Bus. Tietokoneissa ja muissa laitteissa käytetty tiedonsiirtostandardi.

SDK - System Development Kit. Ohjelmistokehityksessä käytetty työkalupaketti, jolla kehitetään sovelluksia tietylle alustalle.

UNIX - Moniajaja ja useita käyttäjiä tukeva AT&T:n työntekijöiden Bell Labsissa kehittämä käyttöjärjestelmä.

GNU/Linux - Unix-yhteensopiva avoimen lähdekoodin käyttöjärjestelmä.

## 1 JOHDANTO

Virtualisointi on tänä päivänä kasvava trendi yritysten palvelin- ja työasemaratkaisuihin. Virtualisoinnilla pyritään keskittämään yrityksen tietohallinnon resurssit yhteen sijaintiin näin merkittävästi helpottaen laitteistojen ja ohjelmistojen ylläpitoa ja muokkausta eri tilanteiden vaatimusten mukaan. Ohjelmistojen kehitysympäristöjen kannalta niiden helppo luominen, kopioiminen, muokkaus ja poistaminen on ensiarvoisen tärkeää. Tässä opinnäytetyössä pyrittiin kehittämään yksi mahdollinen avoimen lähdekoodin ratkaisu ohjelmistolaboratorio-ympäristön virtualisoimiseksi ottaen huomioon ratkaisun kustannusten minimoiminen samalla taaten kilpailukykyinen suorituskyky kaupallisten ratkaisujen kanssa.

## **2 VIRTUALISOINTI**

### **2.1 Yleisesti**

Virtualisoinnilla tarkoitetaan tekniikoita, joilla luodaan virtuaalinen simulaatio jostakin tietotekniikan komponentista. Yleisimmät virtualisoinnin tyypit ovat laitteistotason virtualisointi ja työpöytävirtualisointi. Virtualisoinnin etuihin lasketaan mahdollisuus jakaa järjestelmän kokonaisuormitus eri prosessointiyksiköille, eri järjestelmäympäristöjen eristäminen, kopioiminen ja siirtäminen sekä valmiiden järjestelmäympäristöjen pakkaaminen ohjelmistokokonaisuuksiksi.

(Virtualisoinnin perusteet, 2004)

#### **2.1.1 Laitteistotason emulaatio**

Laitteistotason emulaatiossa pyritään nimensä mukaisesti emuloimaan kaikki laitteistoresurssit, joiden päällä käyttöjärjestelmää ajetaan. Laitteistotason emulointi ei sovellu sellaisten sovellusten ajamiseen, jotka vaativat välitöntä ja nopeaa pääsyä laitteistoresursseihin, sillä laitteistotason emulointi hidastaa ohjelmiston ajoa keskimääräisesti 100-1000 kertaisesti verrattuna tilanteeseen, jossa ohjelmistot ajetaan fyysisten laiteresurssien kanssa. Laitteistotason emuloinnin etuihin lasketaan kyky ajaa käyttöjärjestelmää riippumatta allaolevasta fyysisestä laitteistosta. Laitteistotason emuloinnilla on myös mahdollista ajaa useaa täysin erilaista laitteistoa vaativaa käyttöjärjestelmää samassa fyysisessä laitteistossa.

(Laitetason emulaatio, 2013)



### **2.1.2 Täysvirtualisointi**

Täysvirtualisoinnissa käyttäjätason (user level) käskyt pystytään ajamaan suoraan fyysisen laitteiston päällä. Virtualisoinnissa usein esiin tuleva ongelma on, että x86-arkkitehtuuria edustavat käyttöjärjestelmät edellyttävät, että niillä on suora pääsy laitteiston fyysisiin resursseihin. Tämä ongelma ratkaistaan täysvirtualisoinnissa ajamalla käyttöjärjestelmän ja fyysisen laitteiston välillä erillistä ohjelmistoa, josta yleisesti käytetään nimitystä virtual hypervisor. Tämä ohjelmisto ottaa vastaan käyttöjärjestelmän komennot ja tulkkaa ne tietokoneen prosessorin ymmärtämään muotoon. Täysvirtualisoinnin suurimpia etuja on, että se ei vaadi mitään muutoksia käyttöjärjestelmään tai laitteistoon. Ainoa asia, mikä hidastaa ohjelmiston suorituskykyä verrattuna sen ajoon suoraan laitteiston päällä on vaatimus käyttöjärjestelmän komentojen tulkkaukseen.

(Täysvirtualisointi, 2007)

### **2.1.3 Paravirtualisointi**

Paravirtualisoinnissa käyttöjärjestelmän koodia muutetaan auttamaan virtualisointiprosessissa, mikä vähentää hypervisorin tarvetta tulkata käyttöjärjestelmän käskyjä laitteistolle. Tämä tuo paravirtualisoidun järjestelmän suorituskyvyn lähemmäs laitteiston päällä ajettujen järjestelmien suorituskykyä. Vaatimus käyttöjärjestelmän koodin muokkaamisesta tuo kuitenkin omat haasteensa paravirtualisoinnin käytölle.

(Paravirtualisointi, 2013)

## **2.2 Etätyöpöytätekniikat**

Etätyöpöytätekniikalla tarkoitetaan tämän opinnäytetyön yhteydessä protokollaa, jolla otetaan etäyhteys verkon yli graafiseen käyttöliittymään.

### **2.2.1 RFB (Remote Framebuffer Protocol)**

RFB on alunperin Olivett Research Laboratoryn kehittämä etätyöpöytätekniikka. Se on nykyään avoin, vapaassa käytössä oleva protokolla. Tunnetuin protokollaa käyttävä etätyöpöytäohjelmisto on VNC.

(Remote Framebuffer Protocol, 2013)

### **2.2.2 RDP (Remote Desktop Protocol)**

Remote Desktop Protocol on Microsoftin kehittämä etätyöpöytäprotokolla, joka mahdollistaa tietokoneen hallinnan verkon yli. RDP on suunniteltu tukemaan useita erilaisia verkkotopologioita ja lähiverkkoprotokollia. Sen ominaisuuksiin kuuluu esimerkiksi verkkoliikenteen salaus käyttäen 56- tai 128-bittistä rsa-salausta, useat eri verkkokaistan käyttöä vähentävät tekniikat sekä verkkokuormituksen tasaaminen.

(Remote Desktop Protocol, 2013)

### **3 HYÖDYNNETYT SOVELLUKSET JA TEKNIIKAT**

#### **3.1 GNU/Linux Ubuntu Server Edition**

Ubuntu on GNU General Public Licensen alla julkaistu Debian-Linux -jakeluun perustuva avoimen lähdekoodin käyttöjärjestelmä. Ubuntu ensimmäinen versio julkaistiin vuonna 2004 ja sen kehityksestä vastaa Canonical Ltd.

(Ubuntu manual, 2013)

Palvelinkäyttöjärjestelmänä käytimme Debian GNU/Linux -pohjaista Ubuntu Server Edition -käyttöjärjestelmää. Ratkaisuun päädyttiin palvelinkäytössä suositumman Debian Linuxin sijaan johtuen lähinnä Ubuntu Server Editionin ajantasaisemmista ohjelmistolähteistä. Vaikka Debian Linuxiin on mahdollista manuaalisesti asentaa ajantasaiset ohjelmistot, tämä vaatii huomattavasti enemmän panostusta käyttöjärjestelmän ylläpitoon kuin ohjelmistojen lataaminen ja päivittäminen suoraan ohjelmistolähteistä.

#### **3.2 Apache**

NCSA HTTPd -serveriin pohjautuva avoimen lähdekoodin web-serveriohjelmisto. Apache on käytössä arviolta 54.2% tällä hetkellä käytössä olevista serveriratkaisuista. Siihen on mahdollista asentaa perus-serverin lisäksi moduuleina tuki useille eri ohjelmointikielille kuten PHP, Perl ja Python. Tämän lisäksi moduuleita on kehitetty helpottamaan esimerkiksi käyttöoikeuksien hallinnointia verkkosivuilla.

(Apache, 2013)

### 3.3 VirtualBox

VirtualBox on alunperin Innotek GmbH:n kehittämä virtualisointiohjelmisto, jonka Sun Microsystems osti vuonna 2008. Nykyään ohjelmiston kehityksestä vastaa Oracle Corporation.

Hypervisor-ohjelmat jaotellaan yleensä tyyppin 1 ja 2 ohjelmiin, joista tyyppin 1 ohjelmat ajetaan suoraan isäntäkoneen laitteiston päällä, tyyppin 2 ohjelmat ajetaan isäntäkoneelle asennetun käyttöjärjestelmän sisällä. Näistä Virtualbox edustaa tyyppiä 2. Virtualbox ei välttämättä vaadi uudempiin prosessoreihin sisäänrakennettuja virtualisointiominaisuuksia, kuten Intel VT-x tai AMD-V. Tämä mahdollistaa Virtualboxin käytön vanhempien prosessoreiden kanssa. Virtualbox mahdollistaa myös prosessoriytimien virtualisoinnin, tarjoten mahdollisuuden luoda enimmillään 32 virtuaalista prosessoria riippumatta isäntäkoneen fyysisten prosessoreiden määrästä.

(Virtualbox manual, 2013)

### 3.4 SSHFS

SSHFS on FUSE:a hyödyntävä virtuaalitiedostojärjestelmä, jolla voidaan liittää SSH-palvelin järjestelmään aivan kuten mikä tahansa muukin tiedostojärjestelmä. Ohjelma käsittelee toisessa päässä sijaitsevaa tiedostojärjestelmää SSH File Transfer Protocol (SFTP) -yhteyden yli.

(SSHFS manpage, 2013)

Opinnäytetyössä päädyttiin käyttämään SSHFS:iä johtuen lähinnä tietoturvasyistä. Järjestelmän testaus ajettiin suojaamattomasti internet-yhteyden yli lähiverkon sijaan, minkä takia perinteisemmät ratkaisut kuten NFS eivät soveltuneet. Lopullisessa järjestelmässä, joka oletettavasti toimii lähiverkossa, lienee järkevin ratkaisu korvata SSHFS NFS:llä.

### **3.5 Rdesktop ja Windows Remote Desktop**

Työpöytävirtualisointia käytettäessä vaaditaan käyttöä varten ohjelmisto, joka tukee virtual hypervisorin käyttämää protokollaa työpöydän graafiseen esittämiseen. Tässä työssä käytetty Virtualbox -hypervisor tukee Microsoftin Remote Desktop Protocol (RDP) -tekniikkaa.

## 4 TEKNINEN TOTEUTUS

### 4.1 Virtual Hypervisor

Tässä opinnäytetyössä päädyttiin soveltamaan täysvirtualisointia käyttäen Oracle Corporationin Virtualbox -hypervisoria. Virtualbox on avoimen lähdekoodin ohjelmisto, mikä oli yksi projektin perusvaatimuksista. Virtualbox tarjoaa tuen useille eri käyttöjärjestelmille, mukaanluettuna Microsoft Windows (NT 4.0, 2000, XP, Server 2003, Vista, Windows 7) ja Linux (Kernel versio 2.4 ja 2.6).  
(Oracle VM Virtualbox, 2013)

### 4.2 Käytetyt kielet

Järjestelmä toteutettiin pääosin käyttäen PHP-kieltä. PHP valittiin, koska se on erittäin laajalti käytetty ja tuettu kieli web-pohjaisten sovellusten toteutukseen. VirtualBoxin jatkokehitykseen tarkoitettua SDK:stä löytyi myös valmis versio PHP:lle. PHP on palvelimella tulkattava ohjelmointikieli, joka sisältää erittäin suuren kirjaston valmiita funktioita ja luokkia.

(PHP dokumentaatio, 2013)

Graafinen käyttöliittymä toteutettiin viimeisimpien standardien mukaisesti. HTML-dokumentit kirjoitettiin kielen uusinta versiota käyttäen. HTML on kuvauskieli, jota käytetään verkkosivujen toteutukseen. Kielellä tehdään kuvaus verkkosivun rakenteesta, toiminnallisuus toteutetaan muilla kielillä.

(W3C Wiki HTML, 2012)

Sovelluksen ulkoasun ehostamiseen käytettiin CSS-kieltä. Kielellä määritellään HTML-dokumentin liitteeksi tyyliohje, jonka verkkoselain käyttää hyödykseen sivustoa piirrettäessä. CSS:llä voidaan saada aikaan huomattavasti hienostuneempia ja monipuolisempia verkkosivuja kuin pelkkää HTML:a käyttämällä.

(CSS kotisivu, 2013)

Sivulle lisättiin myös jonkin verran dynaamista toiminnallisuutta JavaScriptiä käyttäen. JavaScript on yksi ECMAScript-standardiin perustuvista skriptauskielistä, joka on laajalti käytetty web-sivujen elävöittämiseen. Esimerkiksi virtuaalisten käyttöympäristöjen käyttämä levytila haetaan reaaliaikaisesti JavaScriptin avulla. Näyttämällä sivuilla ensin vain kriittisimmät tiedot ja lataamalla muut materiaalit tarpeen mukaan jälkeenpäin saadaan verkkosivun käytöstä sulavamman tuntuista. Käytössä oli suosittu jQuery niminen kirjasto, joka helpottaa JavaScriptin käyttöä. Sen avulla esimerkiksi sivulla näkyvien elementtien animointi ja liikuttaminen onnistuu nopeasti.

(ECMAScript, 2013; jQuery, 2013)

## **4.3 Käyttöliittymä**

### **4.3.1 Käyttötarkoitus**

Hallintapaneeli luotiin VirtualBox-palvelinten hallinnan keskittämiseen. Tarvittiin yhtenäinen palvelu, jossa useat käyttäjät pystyvät luomaan omia virtuaaliympäristöjään ja tarkkailemaan niiden toimintaa. Palvelu päätettiin toteuttaa verkkosivuston muodossa, jotta sitä pystyisi käyttämään mahdollisimman laajalla kirjolla tietokoneita ja muita laitteita.

### **4.3.2 Sivupohjat**

Järjestelmää toteutettaessa pyrittiin hyvien tapojen mukaisesti erottamaan toiminnallisuus ja ulkoasu. Käytännössä tämä tehtiin jakamalla hallintapaneelin sisältämät verkkosivut erillisissä tiedostoissa oleviin sivupohjiin. Näistä valitaan kunakin hetkenä tarvittavat tiedostot, jotka järjestelmä liittää yhtenäiseksi verkkosivuksi. Ratkaisumallilla välttyttiin saman koodin kirjoittamiselta useaan paikkaan, joka taas helpottaa muutoksien tekemisestä.

Verkkopohjat liitetään toisiinsa HTML-koodiin upotettavien tagien avulla. Tagit jaettiin kahteen ryhmään. Prosenttimerkillä alkavat ja siihen päättyvät merkinnät kuvaavat kohtia dokumentissa, johon liitetään joko toinen sivupohja tai esimerkiksi tietokannasta haettua tietoa. Toinen tagityyppi merkitään dollarimerkeillä ja sen jäsenet korvataan palvelimella

sillä hetkellä käytössä olevasta kielitiedostosta löytyvillä merkkijonoilla. Näin järjestelmään saatiin lisättyä tuki useille kielille (kts. Liite 1).

Sivupohjien avulla hallintapaneelin ulkoasun mahdollinen muuttaminen tulevaisuudessa helpottuu, kun muutokset voidaan tehdä helppolukuisiin sivupohjiin. PHP:llä toteutettu osuus järjestelmästä jatkaa toimimistaan sivupohjien sisällöstä huolimatta.

#### **4.4 Tietokanta**

Tietokantaratkaisuna projektissa päädyttiin käyttämään laajalti käytettyä MySQL - tietokantaa. Tietokanta sisältää tiedot eri käyttäjistä, heidän käyttöoikeuksistaan sekä heidän omistamistaan virtuaalikoneista. Tietokantaan tehtiin myös tuki virhetilanteiden sekä käyttäjien tekemien toimenpiteiden kirjaamiselle.

#### **4.5 Palvelimet**

##### **4.5.1 Palvelinohjelmistot**

Toteutettu järjestelmä koostuu fyysisestä palvelimesta, jolla ajetaan verkkopalvelinta sekä tietokantaa, johon säilötään kaikki ympäristöihin, käyttäjiin ja muihin hallintapaneelin ominaisuuksiin liittyvät tiedot. Verkkopalvelimen toteutukseen valittiin Apache-ohjelmisto.

Hallintapaneelia ajava verkkopalvelin on yhteydessä muihin palvelimiin, jotka hoitavat ympäristöjen virtualisoinnin VirtualBox-ohjelmistoa käyttäen. Palvelinten välinen kommunikaatio on toteutettu standardia HTTP-liikennettä käyttämällä. Koska liikenteen käsittely toteutettiin PHP-kielellä, jokaisella VirtualBox-palvelimella tulee olla myös verkkopalvelinohjelmisto asennettuna. Tähän tehtävään työssä valittiin myös Apache.

Palvelimet lähettävät toisilleen tietoa käyttäen JSON-formaattia. Järjestelmän pitämiseksi yksinkertaisena päätettiin palvelinten väliseen kommunikaatioon käyttää perinteisiä HTTP-



protokollan POST-kyselyitä. Kyselyillä siirretään tietoa samalla tavalla kuin verkkosivujen lomakkeissa.

Esimerkiksi, käyttäjän katsoessa jonkin virtuaaliympäristönsä tietoja hallintapaneeli muodostaa JSON-formaattia käyttäen joukon tietokenttiä ja lähettää nämä ympäristöstä vastaavalle VirtualBox-palvelimelle. Nämä tietokentät sisältävät ympäristön tunnistenumeron ja käskyn kertoa kyseisen ympäristön senhetkinen tila. Tämän jälkeen VirtualBox-palvelin suorittaa annetun käskyn ja palauttaa tulokset jälleen JSON-formaatissa takaisin hallintapaneelia ajavalle palvelimelle. Näin ympäristön tila voidaan näyttää käyttäjälle hallintapaneelissa purkamalla saatu informaatio (kts. Liite 2).

#### **4.5.2 Verkkolevyt**

Verkko- ja VirtualBox-palvelinten lisäksi järjestelmään kuuluu verkkolevyä ylläpitävä laite. Verkkolevy on yhdistettynä jokaiseen järjestelmään kuuluvaan palvelimeen, jotta niillä olisi pääsy samoihin tiedostoihin. Tämä on tärkeää, koska virtuaaliympäristön käynnistyessä ei voida olla varmoja, että se käynnistyy jokaisella kerralla samalla palvelinkoneella. Näin jokaisella palvelimella tulee olla pääsy VirtualBoxin luomiin tiedostoihin.

## 5 JÄRJESTELMÄN ASENNUS

Hallintapaneeli ja muut järjestelmän osat toteutettiin käyttäen laajalti käytössä olevia ohjelmistoja, jotka löytyvät jo valmiiksi useimmista palvelinkäytössä olevista tietokoneista. Tavoitteena oli tehdä järjestelmän asentamisesta mahdollisimman yksinkertaista ilman tarvetta asentaa testaamattomia ohjelmistoja.

### 5.1 Hallintapaneeli

Hallintapaneelia ajavalle palvelimella tulee olla asennettuna Apache-ohjelmiston versio 2 tai uudempi. Koska PHP on työssä käytetty ohjelmointikieli, täytyy Apacheen asentaa myös PHP-moduuli, jonka tulee olla versio 5.2 tai uudempi.

Useimmissa tapauksissa hallintapaneelia ajava palvelin suorittaa myös tietokantatoimenpiteet. Palvelimelle tulee siis asentaa MySQL-ohjelmistosta versio 5 tai uudempi. Tietokannan hallinnoimisen helpottamiseksi on myös suositeltavaa asentaa phpmyadmin niminen ohjelma, joka tarjoaa graafisen käyttöliittymän tietokannan käsittelemiseen.

Hallintapaneelin toimintaan vaikuttavat asetukset löytyvät virtual-project.conf nimisestä konfiguraatiotiedostosta (kts. Liite 3). On tärkeää, että tämä tiedosto sijoitetaan palvelimella hakemistoon, johon ei ole pääsyä palvelimen ulkopuolelta. Käytännössä tämä tarkoittaa tiedoston pitämistä Apache-ohjelmiston verkkosivuille tarkoitettujen hakemistojen ulkopuolella. Suurinta osaa hallintapaneelin asetuksista voidaan säätää itse hallintapaneelistä, mutta asennusvaiheessa järjestelmän käyttämän tietokannan tiedot tulee täyttää tiedostoon käsin. Tietokannasta voi lukea tarkemmin kappaleesta 5.4.

## 5.2 VirtualBox

Järjestelmään voidaan liittää teoriassa rajaton määrä virtuaaliympäristöjä ajavia palvelinkoneita. Jokaiselle näistä tulee asentaa tietyt ohjelmistot, jotta ne saataisiin integroitua käyttöliittymän kanssa. Koska palvelinten välinen kommunikointi päätettiin toteuttaa PHP:tä käyttämällä, jokaiselle järjestelmään kuuluvalla palvelimelle tulee asentaa edellisessä kappaleessa mainitut Apache- ja PHP-ohjelmistot.

VirtualBox-ohjelmistoa käytetään ympäristöjen virtualisointiin, joten se tulee asentaa jokaiselle palvelimelle. VirtualBox on saatavilla useille käyttöjärjestelmille eikä sen käyttö eroa merkittävästi niiden välillä. Perusohjelmiston lisäksi tulee asentaa laajennuspaketti, joka on saatavilla ilmaiseksi VirtualBoxin verkkosivustolta. Laajennuspaketti lisää muun muassa tuen ympäristöjen etäkäytölle ja USB-laitteiden kytkemiselle virtuaalikoneisiin verkon yli.

Asennuksen jälkeen VirtualBoxista tarvitsee vaihtaa asetusta, joka määrittelee mistä hakemistosta se hakee virtuaalikoneiden tiedot. Tämä hakemisto tulee olla palvelimeen liitetty verkkolevy, jonka asentamisesta kerrotaan lisää seuraavassa kappaleessa. Tämä asetusta muutetaan VirtualBoxista löytyvää VBoxManage ominaisuutta käyttämällä. VBoxManagen käyttäminen on yksinkertaista ja siitä voi lukea lisää VirtualBoxin ohjeista.

## 5.3 Verkkolevy

Jotta kaikki järjestelmään kuuluvat palvelimet käsittelevät samoja virtuaaliympäristöjä, tulee niillä olla pääsy samoihin tiedostoihin. Tämä toteutettiin liittämällä järjestelmään verkkolevy, jonka jokainen palvelimista liittää osaksi tiedostojärjestelmää. Näin yhden palvelimen tekemät muutokset tulevat näkyviin muille palvelimille.

Verkkolevyn liittäminen käyttöjärjestelmään saattaa vaihdella tapauskohtaisesti, josta syystä jokaisella palvelimella verkkolevyn paikallinen polku tulee kirjoittaa `conf.php` tiedostoon. Esimerkiksi Windows-pohjaisessa palvelimessa verkkolevy saattaa löytyä

polusta Z:\, mutta Linux-palvelimessa tämä polku olisi täysin erilainen. Esimerkki tästä asetustiedostosta löytyy liitteestä 4.

Verkkolevy on jaettu SSH-protokollaa käyttäen. Useimmista Linux-jakeluista löytyy SSHFS niminen ohjelmisto, jolla voidaan liittää SSH:n yli jaetut tiedostot käyttöjärjestelmään omaksi hakemistoksi. Windowsille löytyy vastaavilla ominaisuuksilla varustettuja, maksuttomia ohjelmia. Ohjelmasta riippuen, sillä luodaan käyttöjärjestelmään hakemisto joko komentoriviä tai graafista käyttöliittymää käyttäen. Pääsy verkkolevyyn on suojattu käyttäjänimellä ja salasanalla, jotka täytyy määritellä ohjelmaan.

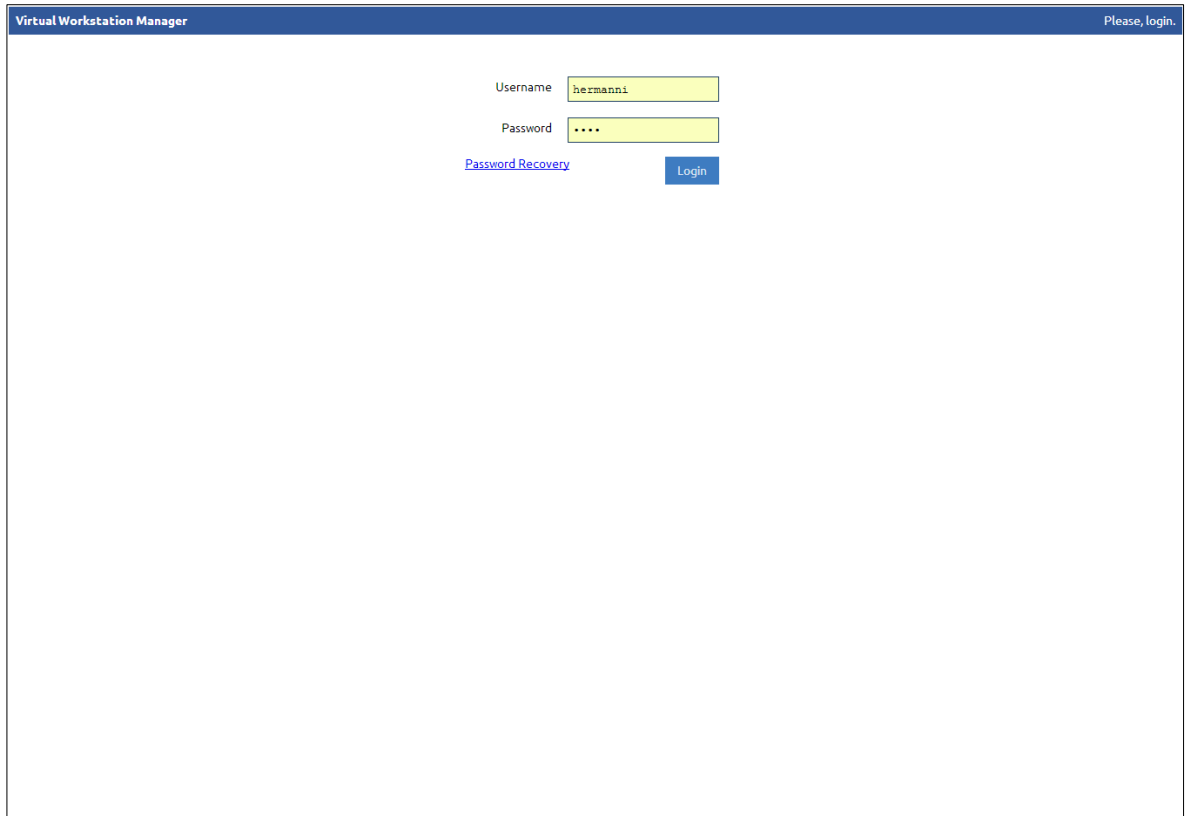
## **5.4 Tietokanta**

Kappaleessa 4.1 mainittuun MySQL-tietokantaan tulee asennusvaiheessa luoda tietokanta, käyttäjä, jolla on käyttöoikeudet tähän tietokantaan sekä tarvittavat taulut. Nämä kaikki voidaan tehdä käyttäen liitteenä olevaa tiedostoa, joka voidaan suorittaa joko MySQL:n komentorivityökalua tai phpmyadminin tyylistä apuohjelmaa käyttäen (kts. Liite 5).

Asennuksen yhteydessä tulee tietokannan tiedot kirjoittaa kappaleessa 4.1 mainittuun virtual-project.conf tiedostoon. Kun tietokanta-asetukset on määritelty ensimmäisen kerran, voidaan niitä vaihtaa hallintapaneelin kautta. Eri asetusten merkityksistä voi lukea lisää kappaleesta 6.4.4.

## 6 GRAAFISEN HALLINTAPANEELIN KÄYTTÖ

### 6.1 Kirjautuminen



Virtual Workstation Manager Please, login.

Username

Password

[Password Recovery](#)

KUVA 1. Kirjautumissivu.

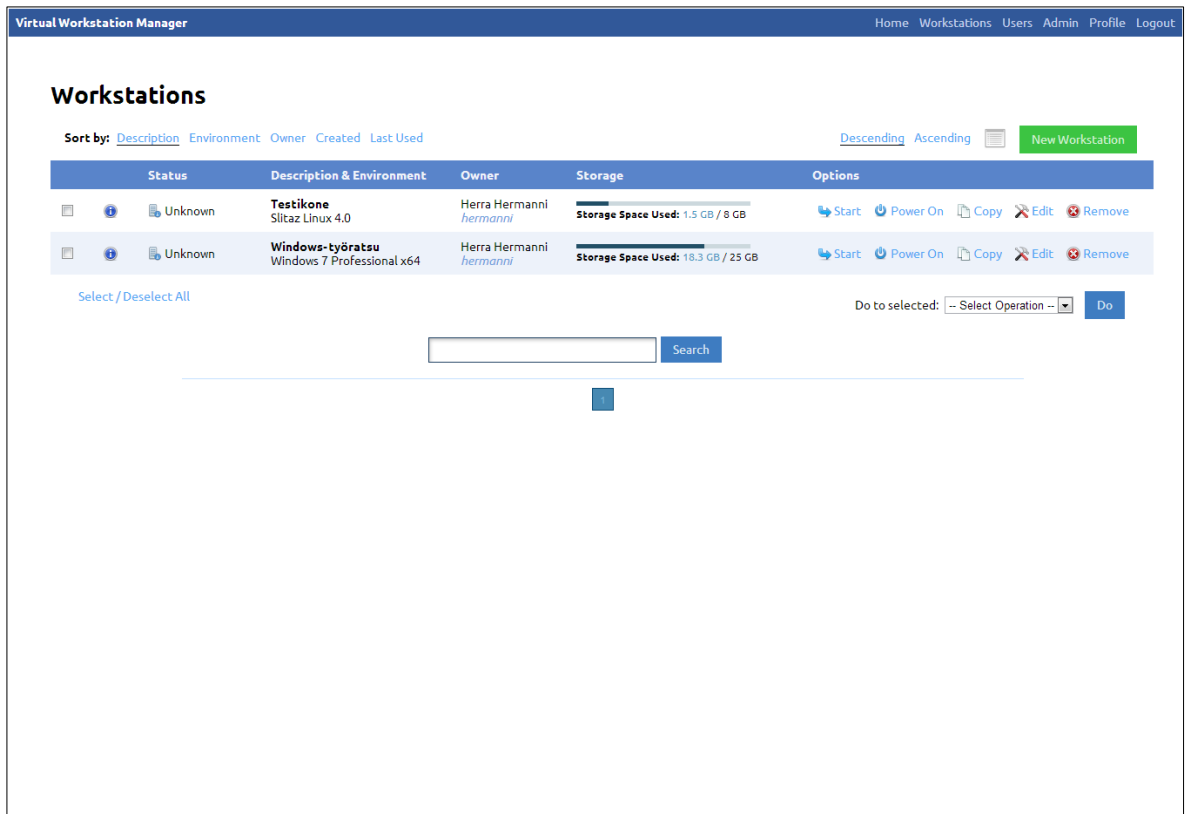
Hallintapaneelin avauduttua käyttäjän tulee aluksi kirjautua järjestelmään käyttäjätunnuksella ja salasanalla. Käyttäjän annettua oikeat kirjautumistiedot ohjataan hänet etusivulle, jolla näkyy listaus viimeksi käytetyistä virtuaaliympäristöistä sekä käyttäjän henkilökohtaisen tapahtumalokin tuoreimmat tapahtumat. Sivulta voi myös nopeasti käynnistää viimeksi käytettyjä ympäristöjä.

Käyttäjän unohtaessa käyttäjänimensä tai salasanansa voi hän painaa kirjautumissivulla olevaa linkkiä, jonka jälkeen häneltä kysytään järjestelmään kirjattu sähköpostiosoite. Tietokantaan generoidaan uusi satunnainen kirjainsarja käyttäjän salasanaksi, joka lähetetään edellä määritellyyn sähköpostiosoitteeseen.

Onnistuneen kirjautumisen jälkeen käyttäjälle avautuu ylävalikko, jonka kautta pääsee käyttämään hallintapaneelin eri ominaisuuksia. Valikon sisältö riippuu käyttäjälle annetuista käyttöoikeuksista. Esimerkiksi, jos käyttäjällä ei ole oikeuksia muokata järjestelmän muita käyttäjätilejä ei hänelle näytetä “Käyttäjät” linkkiä.

## 6.2 Ympäristöt

### 6.2.1 Selaus



The screenshot shows the 'Virtual Workstation Manager' interface. At the top, there is a navigation bar with links for 'Home', 'Workstations', 'Users', 'Admin', 'Profile', and 'Logout'. The main heading is 'Workstations'. Below the heading, there are sorting options: 'Sort by: Description Environment Owner Created Last Used' and 'Descending Ascending'. A 'New Workstation' button is visible in the top right corner.

Status	Description & Environment	Owner	Storage	Options
<input type="checkbox"/> Unknown	<b>Testikone</b> Sltaz Linux 4.0	Herra Hermanni <i>hermanni</i>	Storage Space Used: 1.5 GB / 8 GB	Start  Power On  Copy  Edit  Remove
<input type="checkbox"/> Unknown	<b>Windows-työrätsu</b> Windows 7 Professional x64	Herra Hermanni <i>hermanni</i>	Storage Space Used: 18.3 GB / 25 GB	Start  Power On  Copy  Edit  Remove

Below the table, there is a 'Select / Deselect All' link and a 'Do to selected: -- Select Operation --' dropdown menu with a 'Do' button. At the bottom, there is a search bar with a 'Search' button.

KUVA 2. Ympäristöjen selaussivu.

Ympäristöt-sivulla voidaan selata tietokannasta löytyviä virtuaaliympäristöjä. Sivulla näytetään enintään 10 ympäristöä kerrallaan, loput ympäristöistä löytyy tarvittaessa sivun alalaidasta löytyvien numeroitujen sivulinkkien takaa. Ympäristölistauksen yläpuolelta löytyy erilaisia valintoja, joilla voidaan muokata listauksen tapaa. Ympäristöt voidaan

lajitella esimerkiksi nimen, niiden omistavan käyttäjän nimen tai luontipäivämäärän mukaan.

Oletuksena sivulla listataan vain ympäristöt, jotka kyseinen käyttäjä omistaa. Tämä siitä syystä, että järjestelmä sallii yleensä vain käyttäjän omistuksessa olevien ympäristöjen käynnistämisen. Kaikki ympäristöt saa kuitenkin näkyviin painamalla yläkulmassa olevaa painiketta. Käyttäjä voi luoda kopioita muiden käyttäjien ympäristöistä jos ympäristön omistava käyttäjä tämän sallii.

Jokaiselta listauksen riviltä voidaan nähdä yhden ympäristön tiedot. Kuvauksen ja omistajan nimen lisäksi ympäristöstä näkee sen tämänhetkisen tilan sekä käytetyn levytilan määrän. Rivillä mahdollisesti näkyvä lukkokuvake kertoo ympäristön olevan yksityinen ja siirrettäessä hiiren osoitin lisätietokuvakkeen päälle voi ilmestyvästä ruudusta lukea lisätietoja kyseisestä ympäristöstä. Lisäksi rivin oikeassa reunassa on painikkeita erilaisille ympäristöön liittyville toiminnoille. Painikkeilla pystyy esimerkiksi käynnistämään ympäristön, muokkaamaan sen ominaisuuksia tai poistamaan sen järjestelmästä.

Ympäristöjä pystyy käsittelemään myös useampia kerrallaan. Jokaiselta riviltä, olettaen että käyttäjällä on käyttöoikeus kyseiseen ympäristöön, löytyy vasemmasta reunasta valintaruutu. Käyttäjä voi näitä käyttäen valita kaikki ympäristöt, joille haluaa jonkin tietyn toiminnon suoritettavan ja sitten sivun alareunasta löytyvää valintalaatikkoa käyttäen valita halutun toiminnon. Järjestelmä kysyy käyttäjältä varmistuksen ennen toiminnon suorittamista.

Ympäristöt-sivun oikeasta yläkulmasta löytyy painike, joka ohjaa käyttäjän lomakkeeseen, jolla voi luoda järjestelmään uuden ympäristön. Sivun pohjalta löytyy hakutoiminto, jonka avulla voi hakea järjestelmästä löytyviä ympäristöjä. Annettuja hakutermejä haetaan ympäristöjen kuvauksista ja niiden omistajien nimistä.

## 6.2.2 Luominen

**Virtual Workstation Manager** Home Workstations Users Admin Profile Logout

**Add New Workstation**

**Description**   
 Short description to distinguish this workstation from the others. Example: John's new Ubuntu machine...

**Environment**   
 Describe what kind of operating system is installed to this workstation. Try to be as detailed as possible, writing at least the name and version of the OS. Example: Ubuntu 12.10 64-bit...

**Installation Media**  No file chosen  
 Installation media used to boot the virtual machine. Must be a valid ISO image (.iso file).

**Storage**

**Storage space reserved for this workstation:**  
 MB  
 Set the maximum storage space reserved for this workstation. Recommended values depend on the OS which will be installed. At least 30GB for Linux and 100GB for Windows should be considered for optimal functionality.

**Storage space available for you: 200 GB**  
 Your used storage space: 18.5 GB + 45 GB  
 Free space after this workstation: 136.5 GB

**Private**  Make Private  
 Private workstations cannot be cloned by other users. Note: Users with administrative rights will be able to clone any workstation.

KUVA 3. Ympäristöjen lisäämissivu.

Ympäristön luomiseen tarkoitettuun lomakkeeseen pääsee Ympäristöt-sivun kautta. Lomakkeessa kysytään erinäisiä uuteen ympäristöön liittyviä asioita. Ympäristön kuvaus on ympäristöä lyhyesti kuvaava teksti, jonka avulla se erottuu muista järjestelmässä olevista virtuaaliympäristöistä. Virtuaalikoneeseen asennettavaa käyttöjärjestelmää ei voida luotettavasti havaita automaattisin keinoin. Tästä syystä käyttäjän tulee kuvauksen lisäksi kertoa lyhyesti ympäristöön asennettu käyttöjärjestelmä.

Ympäristöön asennettava käyttöjärjestelmä määritellään lataamalla palvelimelle jokin ISO-muodossa oleva levykuva. Virtuaalikone käyttää tätä levykuvaa ympäristöä käynnistäessä niin kauan kunnes käyttäjä ilmoittaa asennuksen olevan valmis, jonka jälkeen levykuva poistetaan ja virtuaalikone siirtyy käynnistämään ympäristön virtuaaliselta kiintolevyltä.



Käyttäjä voi vapaasti määritellä ympäristölle käytettävissä olevan kiintolevytilan. Asennettava käyttöjärjestelmä näkee tämän tilan perinteisenä kiintolevynä. Levytilan määrää voi myös muokata jälkeinpäin. Sivulla oleva kuvaaja kertoo käytettävissä olevan kokonaistilan, käytetyn levytilan sekä tilan, joka on vapaana uuden ympäristön luomisen jälkeen.

Ympäristön asettaminen yksityiseksi estää muita käyttäjiä luomasta siitä kopioita. Oletusarvoisesti uusi ympäristö on aina julkinen, jolloin kuka vain voi kopioida ympäristön sen hetkisen tilan omaksi ympäristökseen.



## 6.2.4 Yksityiskohdat

The screenshot shows the 'Virtual Workstation Manager' interface. At the top, there is a navigation bar with links for 'Home', 'Workstations', 'Users', 'Admin', 'Profile', and 'Logout'. Below this is a 'Workstation Details' section for a workstation named 'Windows-työrätsu'. The details are as follows:

<b>Description</b>	Windows-työrätsu
<b>Environment</b>	Windows 7 Professional x64
<b>Status</b>	Unknown
<b>Boot Device</b>	Installation Media <small>While booting from the installation media, you may change the boot device once you're done with the installation procedure by clicking on the "Finish Installation" button. <b>Note: This action is permanent and cannot be reversed.</b></small>
<b>Storage</b>	Storage Space Used: 6.7 GB / 25 GB <small>Available storage space can be changed by pressing the "Edit" button.</small>
<b>Owner</b>	<a href="#">Herra Hermannl (hermannl)</a>
<b>Private</b>	This workstation is public <small>Private workstations can be cloned only by their owners (and by administrators).</small>
<b>Last Used</b>	2013-05-06 22:26:53
<b>Created</b>	2013-04-26 15:42:36

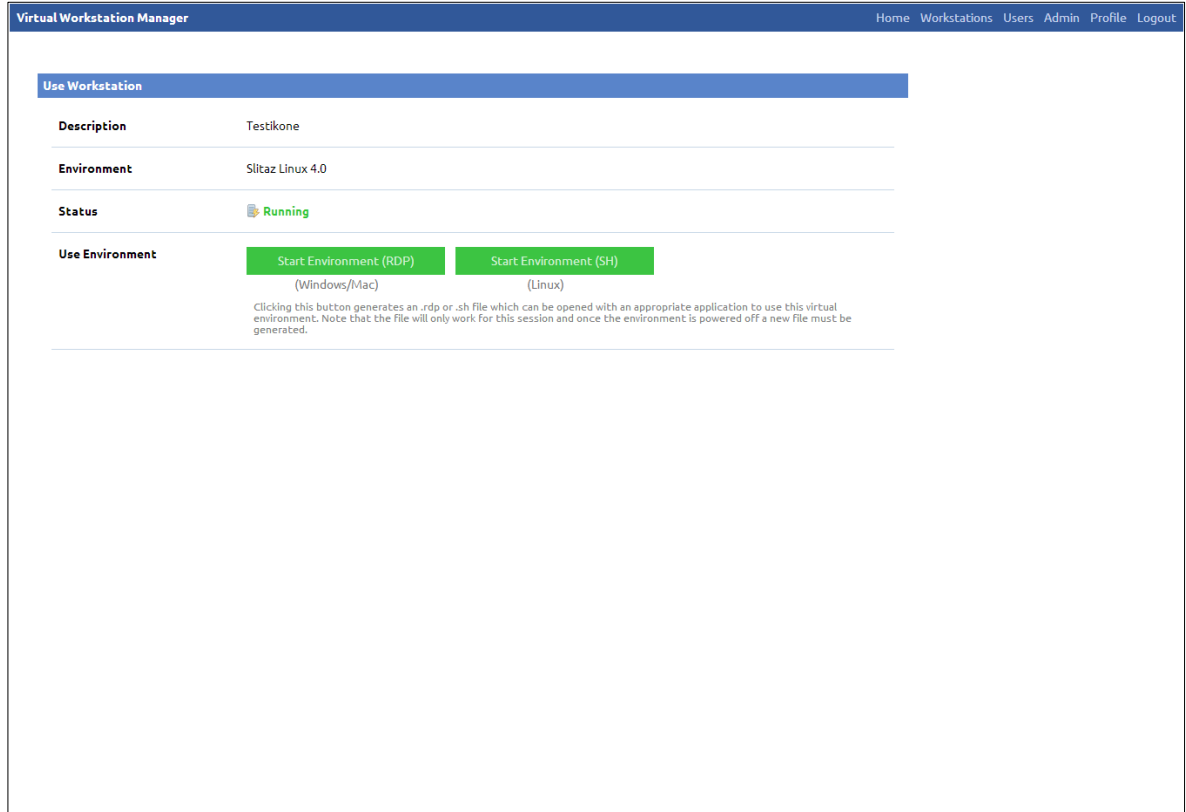
At the bottom of the details section, there is a row of action buttons: 'Start', 'Power On', 'Finish Installation', 'Copy', 'Edit', and 'Remove'.

KUVA 5. Ympäristöjen yksityiskohtien tarkastelu.

Käyttäjän valitessa jonkin yksittäisen ympäristön joko Ympäristöt-sivulta tai hakutoimintoa käyttäen näyttää järjestelmä listauksen kaikista kyseiseen ympäristöön liittyvistä tiedoista, jotka tietokannasta löytyvät.

Ympäristön tietojen lisäksi sivulta löytyy joukko painikkeita, joilla ympäristöä voidaan hallita. Suurin osa painikkeista löytyy myös Ympäristöt-sivulta, mutta yksi poikkeuksista on asennusvaiheen päättämiseen käytettävä painike. Kyseistä painiketta painettaessa järjestelmä vaihtaa ympäristön käynnistymään virtuaaliselta kiintolevyllä asennukseen käytettävän ISO-levykuvan sijasta. Käyttäjän tulee ottaa huomioon, että tämä toiminto on peruuttamaton sillä asennusmedia poistetaan järjestelmästä napin painamisen seurauksena.

## 6.2.5 Käynnistäminen



KUVA 6. Ympäristön käynnistäminen.

Käynnistyspainiketta painettaessa järjestelmä valitsee määritellyistä VirtualBox-palvelimista sen, joka on vähiten kuormitettu ja lähettää sille käskyn käynnistää uusi virtuaalikone valittua ympäristöä varten. Ympäristön käynnistyessä taustalla käyttäjä ohjataan sivulle, jolla hänelle näytetään kaksi vaihtoehtoista painiketta. Käyttäjän tulee valita käyttöjärjestelmänsä mukainen vaihtoehto. Painiketta painettaessa käyttäjän verkkoselain käynnistää protokollaa ymmärtävän ohjelman, joka muodostaa etätyöpöytäyhteyden edellä mainittuun VirtualBox-palvelimeen. Tämän jälkeen käyttäjä voi käyttää virtuaalista ympäristöä ohjelman avulla.

Windows-käyttöjärjestelmässä tulee mukana vakio-ohjelma etätyöpöytäyhteyksien muodostamiseen. Linux- ja Macintosh-käyttäjän tulee asentaa tätä varten erillinen ohjelma.

### 6.2.6 Muut hallintatoimet

Uuden virtuaaliympäristön luomisen sijasta käyttäjä voi valita jo olemassa olevan ympäristön kopioimisen. Ympäristön kopioimista voidaan käyttää hyödyksi esimerkiksi siten, että opettaja luo järjestelmään ympäristön, johon on asennettuna haluttu käyttöjärjestelmä ja siihen tarvittavat ohjelmat. Oppilaat voivat tämän jälkeen luoda tästä ympäristöstä itselleen kopioita säästäten näin ohjelmistojen asennukseen tarvittavan ajan.

Kopioimista voidaan hallita järjestelmästä löytyvällä asetuksella joka merkitsee kunkin ympäristön joko julkiseksi tai yksityiseksi. Yksityistä ympäristöä ei voi kopioida muut kuin sen omistaja ja käyttäjät, joilla on riittävät ylläpito-oikeudet.

Ympäristöä poistettaessa järjestelmä pyytää käyttäjää kirjoittamaan satunnaisen kirjainsarjan sivulta löytyvään tekstikenttään. Näin pyritään estämään ympäristöjen tarkoitukseton poistaminen. Kun ympäristö poistetaan järjestelmästä, kaikki siihen liittyvät tiedot poistetaan tietokannasta ja VirtualBoxin luomat tiedostot poistetaan pysyvästi palvelimilta.

Suurinta osaa ympäristöön liittyvistä asetuksista voidaan muokata koska tahansa hallintapaneelin kautta. Joidenkin asetusten muuttaminen kuitenkin vaatii, että ympäristö ei sillä hetkellä ole avattuna virtuaalikoneessa. Ympäristön käytettävissä olevaa levytilaa ei voida muuttaa pienemmäksi kuin mitä ympäristö jo sillä hetkellä käyttää. Tässä tapauksessa käyttäjän tulee joko pienentää virtuaaliympäristöön asennetun käyttöjärjestelmän käyttämää levytilaa poistamalla tiedostoja ja ohjelmia tai kokonaan poistaa kyseinen ympäristö ja luoda se uudelleen käyttäen haluttuja asetuksia.

Käyttäjä voi myös käynnistää ympäristöjä avaamatta niihin etätyöpöytäyhteyttä. Toiminto on käytännöllinen esimerkiksi tilanteessa, jossa käyttäjällä on erilliset ympäristöt palvelimelle ja asiakaskoneelle. Palvelinympäristön käsittely suoraan ei usein ole tarpeellista ja suurimman osan operaatioista voi suorittaa etäyhteyden kautta, esimerkiksi ssh-yhteyttä käyttämällä.

## 6.3 Käyttäjät

### 6.3.1 Selaus

**Virtual Workstation Manager** Home Workstations Users Admin Profile Logout

### Users

Sort by: [Username](#) [First Name](#) [Lastname](#) [Email](#) [Userlevel](#) [Created](#) [Descending](#) [Ascending](#) [Add Users](#)

Username	Real Name	Userlevel	Email	Options
hermanni	Herra Hermann	Teacher	hermanni@tamk.fi	<a href="#">View</a>
<input type="checkbox"/> testi	Etunimi Sukunimi	Student	testi@testi.com	<a href="#">View</a> <a href="#">Remove</a>
<input type="checkbox"/> soppamestari		Teacher	soppamestari@gmail.com	<a href="#">View</a> <a href="#">Remove</a>
<input type="checkbox"/> samiyilitalo		Teacher	samiylitalo@gmail.com	<a href="#">View</a> <a href="#">Remove</a>
<input type="checkbox"/> timoerlamo		Teacher	timoerlamo@gmail.com	<a href="#">View</a> <a href="#">Remove</a>

Select / Deselect All Do to selected: [-- Select Operation --](#) [Do](#)

KUVA 7. Käyttäjien selaussivu.

Kuten ympäristöjä selatessa, Käyttäjät-sivulta löytyy taulukko, johon on listattuna järjestelmästä löytyvät käyttäjätilit. Käyttäjälistaus on vain niiden käyttäjien saatavilla, joilla on riittävät käyttöoikeudet.

Taulukosta näkee käyttäjätunnukset, käyttäjien oikeat nimet, sähköpostiosoitteet sekä kunkin käyttäjän käyttäjätason. Käyttäjätasoista on kerrottu tarkemmin kappaleessa 6.4.3.

Käyttäjätunnusta painettaessa ohjataan käyttäjä sivulle, jolla näkee kaikki kyseiseen käyttäjään liittyvät tiedot. Sivulta näkee muun muassa käyttäjän omistamien virtuaaliympäristöjen määrän. Sivulla olevaa painiketta painamalla voidaan hakea lisätietoja kaikista kyseisen käyttäjän omistamista ympäristöistä.

Käyttäjät-sivulta löytyy samat lajittelumahdollisuudet kuin ympäristöjä listaavalta sivulta. Käyttäjät voidaan lajitella niiden käyttäjätunnuksen tai henkilön oikean nimen, sähköpostiosoitteen, käyttäjätason tai käyttäjätilin luomispäivän mukaan.

Käyttäjätilejä on mahdollista poistaa tai niiden käyttäjätasoa muuttaa useampia kerrallaan käyttäen taulukon riveiltä löytyviä valintaruutuja. Haluttu toiminto voidaan valita sivun oikeasta alareunasta.

### 6.3.2 Lisääminen

The screenshot shows the 'Add Users' form in the Virtual Workstation Manager. The interface has a blue header with the title 'Virtual Workstation Manager' and navigation links: Home, Workstations, Users, Admin, Profile, Logout. Below the header is a blue bar with the text 'Add Users'. The main form area contains a label 'Emails' next to a large empty text input field. Below the input field is a small text note: 'Email addresses of the new users. Usernames will be automatically generated from the addresses and randomly created password sent to each user. Separate addresses with commas. Example: example@email.com, example2@email.com...'. Below this is a 'Userlevel' label next to a dropdown menu currently set to 'Teacher'. A small text note below the dropdown says: 'Userlevel which will be given to all new users.' At the bottom of the form are two buttons: a green 'Add Users' button and a blue 'Cancel' button.

KUVA 8. Käyttäjien lisäyssivu.

Uusien käyttäjien lisäämiseen tarkoitettuun lomakkeeseen pääsee Käyttäjät-sivulta löytyvää painiketta painamalla. Käyttäjien lisääminen tapahtuu kirjoittamalla lisättävien käyttäjien sähköpostiosoitteet pilkulla erotettuna sivulta löytyvään tekstikenttään. Näin käyttäjien

lisääminen onnistuu nopeasti esimerkiksi kopioimalla tietyn kurssin postituslistalla olevat sähköpostiosoitteet lomakkeeseen. Järjestelmä tarkistaa annetut sähköpostiosoitteet eikä luovutakaan käyttäjää samalle sähköpostiosoitteelle.

Käyttäjiä luodessa tulee valita myös uusille käyttäjille annettava käyttäjätaso. Käyttäjätaso vaikuttaa käyttäjille annettaviin käyttöoikeuksiin. Käyttäjätasoista voi lukea enemmän kappaleesta 6.4.3.

Järjestelmä antaa listauksen annetuista sähköpostiosoitteista, jolta näkee jos jokin annetuista osoitteista on epävalidi tai löytyy jo tietokannasta. Käyttäjille myös muodostetaan automaattisesti käyttäjätunnukset annetuista sähköpostiosoitteista. Käyttäjien salasanoiksi generoidaan satunnaiset merkkijonot, jotka lähetetään annettuun sähköpostiosoitteeseen.

### **6.3.3 Muut hallintatoimet**

Käyttäjä, jolla on riittävät käyttöoikeudet voi poistaa muita käyttäjätilejä tai muuttaa niiden käyttäjätasoa. Omaa käyttäjätiliä ei kuitenkaan pysty poistamaan tai sen käyttäjätasoa vaihtamaan. Muut käyttäjätiliin liitetyt asetukset kuten salasana, tilin omistajan oikea nimi tai sähköpostiosoite ovat muutettavissa vain kirjautumalla järjestelmään kyseistä käyttäjätiliä käyttäen.

### **6.3.4 Käyttäjäprofiili**

Kirjautumisen jälkeen, käyttäjä voi muokata omia tietojaan painamalla sivun ylälaidasta löytyvää Käyttäjäprofiili-painiketta. Tämä avaa sivun, jolla käyttäjän tiedot on jaettu tekstikenttiin, joita muokkaamalla käyttäjä voi vaihtaa salasanaansa, sähköpostiosoitettaan sekä tietokantaan tallennettua tietoa käyttäjän oikeasta nimestä.

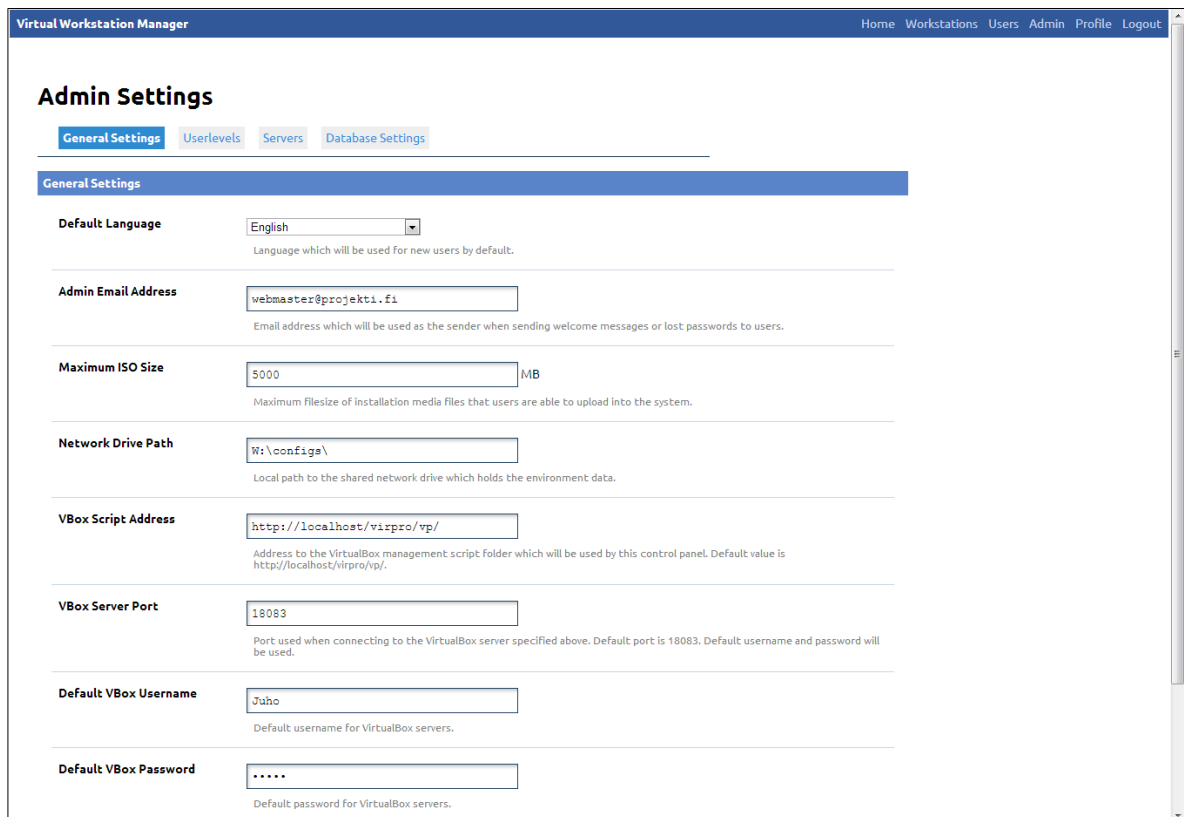
Käyttäjä ei voi kuitenkaan ilmeisestä syystä vaihtaa omaa käyttäjätasoaan.



## 6.4 Ylläpitotoimet

Ylläpitoasetuksien säätäminen tapahtuu hallintapaneelin Admin-osiosta. Sivulle pääsee vain kirjautumalla järjestelmään käyttäjätunnuksella, jolle on annettu käyttöoikeudet ylläpitotoimien käyttämiseen.

### 6.4.1 Perusasetukset



Virtual Workstation Manager Home Workstations Users Admin Profile Logout

### Admin Settings

General Settings | Userlevels | Servers | Database Settings

#### General Settings

**Default Language**  Language which will be used for new users by default.

**Admin Email Address**  Email address which will be used as the sender when sending welcome messages or lost passwords to users.

**Maximum ISO Size**  MB Maximum filesize of installation media files that users are able to upload into the system.

**Network Drive Path**  Local path to the shared network drive which holds the environment data.

**VBox Script Address**  Address to the VirtualBox management script folder which will be used by this control panel. Default value is http://localhost/virpro/vp/.

**VBox Server Port**  Port used when connecting to the VirtualBox server specified above. Default port is 18083. Default username and password will be used.

**Default VBox Username**  Default username for VirtualBox servers.

**Default VBox Password**  Default password for VirtualBox servers.

KUVA 9. Ylläpitosivun perusasetukset.

Admin-osion perusasetuksista voidaan säätää yleisiä hallintapaneelin toimintaan vaikuttavia asetuksia. Oletuskieli määrää millä kielellä hallintapaneeli näytetään sen uusille käyttäjille ennen kuin käyttäjät valitsevat yksilöllisen kieliasetuksensa. Ylläpidon sähköpostiosoite on osoite, josta uusille käyttäjille lähetetään tervetuliaisviesti, joka sisältää näiden salasanan kirjautumista varten.

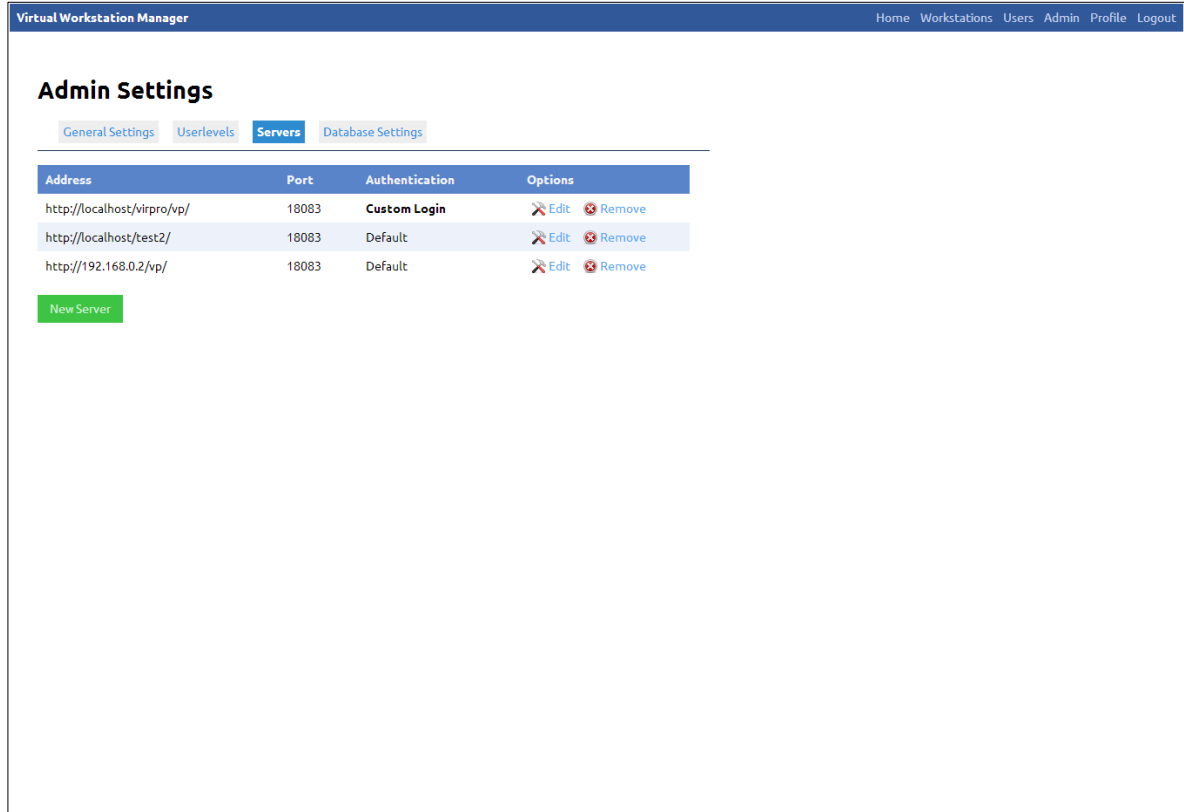
Asennusmedian enimmäiskoko määrittelee rajan ISO-levykuvien tiedostokoolle. Levykuvat ovat tiedostoja, joita käyttäjät lähettävät järjestelmän palvelimille uutta virtuaaliympäristöä luodessa. Tiedostokoon rajoittamisen tarkoitus on estää väärinkäyttötilanteet, joissa käyttäjä esimerkiksi yrittää ladata lukuisia suuria tiedostoja palvelimelle näin turhaan täyttäen kaikille käyttäjille yhteistä kiintolevytilaa.

Kaikkien järjestelmään kuuluvien palvelimien kesken jaetun verkkolevyn paikallinen polku tulee myös määritellä Admin-osiossa. Tämä hakemistopolku voi olla eri jokaisella palvelimella, riippuen niiden asennustavasta. Hakemistosta voidaan hakea esimerkiksi ympäristöjen käyttämä kiintolevytila ja näyttää tämä hallintapaneelissa.

Hallintapaneelin kanssa samalla palvelimella toimii VirtualBox-palvelin, jonka kautta hallintapaneeliin saadaan nopeasti haettua tietoja luoduista ympäristöistä ja niiden senhetkisestä tilasta. Tähän VirtualBox-palvelimeen liittyvät asetukset, kuten sen osoite ja portti sekä sen käyttämiseen tarvittavat käyttäjänimi ja salasana määritellään myös tällä sivulla.

Huoltotila on erikseen aktivoitava hallintapaneelin tila, joka vaikuttaa kaikkiin sen käyttäjiin. Sen ollessa päällä vain käyttäjät, joilla on riittävät käyttöoikeudet voivat kirjautua järjestelmään. Muille käyttäjille näytetään ilmoitus huoltotilasta ja heitä kehoitetaan yrittämään myöhemmin uudelleen. Huoltotilan tarkoitus on estää käyttäjiä tekemästä muutoksia järjestelmän tietokantaan, näin helpottaen ongelmatilanteiden selvittämistä.

## 6.4.2 VirtualBox-palvelimet



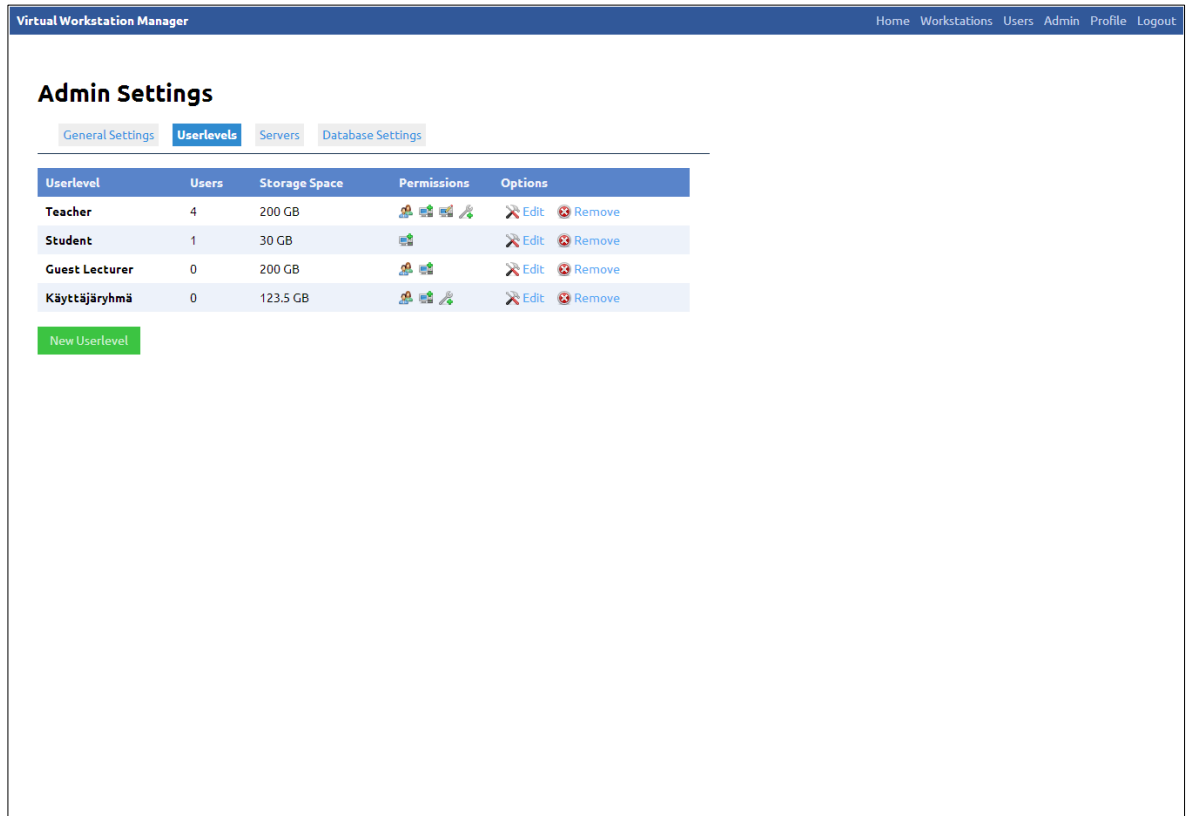
KUVA 10. VirtualBox-palvelinten tarkastelu.

Hallintapaneelin ohjaama virtualisointijärjestelmä koostuu lukuisista itsenäisistä VirtualBox-palvelimista, joista valitaan tarvittaessa sopivin. Järjestelmän joustavuuden maksimoimiseksi, jokainen näistä palvelimista voidaan konfiguroida itsenäisesti. Kunkin palvelimen käyttämiseen tarvittavat tiedot tulee lisätä Admin-osioon, jotta hallintapaneeli löytäisi palvelimet.

Palvelimen osoite on HTTP-protokollaa käyttävä URL-osoite kyseistä VirtualBox-palvelinta ohjaavaan ohjelmaan. Hallintapaneeli tulee lähettämään kaikki käskyt ja pyynnöt tämän ohjelman kautta. VirtualBox-palvelimen käyttämä portti on myös vaadittu asetus, jonka hallintapaneeli lähettää jokaisen viestin mukana VirtualBox-palvelimelle.

VirtualBox-palvelinohjelmisto vaatii, että se ajetaan salasanalla suojatun käyttäjän alaisuudessa. Hallintapaneeli sallii, että jokaiselle palvelimelle asetetaan oma käyttäjänimi ja salasana. Nämä voidaan antaa Admin-sivulla.

### 6.4.3 Käyttäjiryhmät



The screenshot shows the 'Admin Settings' page in the Virtual Workstation Manager. The 'Userlevels' tab is selected, displaying a table with the following data:

Userlevel	Users	Storage Space	Permissions	Options
Teacher	4	200 GB		<a href="#">Edit</a> <a href="#">Remove</a>
Student	1	30 GB		<a href="#">Edit</a> <a href="#">Remove</a>
Guest Lecturer	0	200 GB		<a href="#">Edit</a> <a href="#">Remove</a>
Käyttäjiryhmä	0	123.5 GB		<a href="#">Edit</a> <a href="#">Remove</a>

Below the table is a green button labeled 'New Userlevel'.

KUVA 11. Käyttäjätasojen tarkastelu.

Jokainen järjestelmään rekisteröity käyttäjä kuuluu johonkin käyttäjiryhmään. Ryhmä valitaan käyttäjää luotaessa ja käyttäjä voidaan myöhemmin siirtää toiseen ryhmään ylläpitäjän toimesta. Näin voidaan ryhmittää käyttäjät sopiviin ryhmiin, kuten oppilaisiin, opettajiin ja vieraileviin käyttäjiin. Ryhmien tärkein ominaisuus on kuitenkin niille määriteltävät käyttöoikeudet.

Jokaiselle ryhmälle asetetaan joukko ominaisuuksia, jotka vaikuttavat mille hallintapaneelin sivuille ryhmään kuuluvilla käyttäjillä on pääsy. Ryhmälle voidaan

esimerkiksi määrittää oikeus luoda järjestelmään uusia ympäristöjä joko siten, että käyttäjät voivat käyttää ja muokata vain itse luomiaan tai vaihtoehtoisesti kaikkia järjestelmässä olevia ympäristöjä. Oikeus uusien käyttäjätilien lisäämiseen ja muokkaamiseen määritellään ryhmälle samanlaisten periaatteiden mukaisesti.

Admin-osiosta löytyy listaus kaikista järjestelmään määritellyistä käyttäjäryhmistä. Sivulta löytyviä painikkeita käyttämällä voidaan käyttäjäryhmiä muokata ja poistaa. Ryhmän poistaminen ei kuitenkaan onnistu jos järjestelmästä löytyy siihen kuuluvia käyttäjiä. Kaikki ryhmän käyttäjät tulee ennen sen poistamista siirtää johonkin toiseen käyttäjäryhmään.

## 6.4.4 Tietokanta

The screenshot shows the 'Admin Settings' page in the 'Virtual Workstation Manager' interface. The 'Database Settings' tab is selected. The settings are as follows:

Field	Value	Description
MySQL Server	localhost	Address to the MySQL server. If the server is running on the same server as this web server, "localhost" should suffice.
MySQL Username	soppaco_vusex	Username used to login to the MySQL server.
MySQL Password		Password used to login to the MySQL server.
MySQL Database	soppaco_virtualenv	Name of the database which contains the tables.
MySQL Prefix	vp	Piece of text that is added in front of all the table names. Useful when one wishes to store multiple data collections in the same database.

A 'Save' button is located at the bottom left of the settings area.

KUVA 12. Tietokanta-asetusten tarkastelu.

Jos järjestelmän käyttämä tietokanta siirretään toisaalle tai jos siihen halutaan tehdä muita muutoksia, löytyy hallintapaneelin Admin-sivulta mahdollisuus näiden uusien tietojen käyttöönottoon. Tietokantaa varten tulee antaa MySQL-palvelimen osoite, käyttäjänimi ja salasana sekä tietokannan nimi, jossa hallintapaneelin käyttämät taulukot sijaitsevat. Järjestelmä tarkistaa annetut asetukset ennen kuin ne otetaan käyttöön.

Tietokanta-asetuksista löytyy myös tekstikenttä etuliitteelle. Etuliite on merkkijono, joka lisätään automaattisesti kaikkien järjestelmän käyttämien tietokantataulujen nimen eteen. Tätä asetusta voidaan käyttää hyväksi tilanteissa, joissa halutaan ajaa useaa instanssia hallintapaneelistä käyttäen samaa tietokantaa. Erilaisia etuliitteitä käyttämällä vältetään taulujen sekoittuminen keskenään.

## 7 JATKOKEHITYS

Tätä opinnäytetyötä varten saatiin kehitettyä toimiva käyttäjärajapinta, tietokanta sekä virtualisointiratkaisu ohjelmistolaboratorio-ympäristöä varten. Järjestelmän suurin heikkous tällä hetkellä on laajamittaisen testauksen puute. Testaamalla järjestelmää pystyttäisiin määrittelemään huomattavasti tarkemmin sen laajennettavuus ja toiminnallisuus vaadituissa olosuhteissa, ja tätä kautta sitä pystyttäisiin kehittämään ottaen samalla huomioon siihen kohdistuvat rasitteet.

Pohdittaessa järjestelmän yksittäisiä komponentteja tulee ottaa huomioon näihin kohdistuvat vaatimukset, joihin lukeutuu muun muassa kuormituksen jako, samanaikaisten tehtävien ajoon liittyvät kysymykset ja lopullisessa käyttöpisteessä vallitseva verkkoratkaisu. Näistä voidaan teknisinä esimerkkeinä mainita palvelinkoneissa käytettävä käyttöjärjestelmä, joka tätä työtä tehdessä oli Ubuntu Linux Server Edition. Ubuntu Linux otettiin käyttöön sen helpon asennettavuuden sekä jokseenkin ajantasaisten ohjelmistojen takia. Tämän projektin jatkoa pohtiessa tulee ottaa huomioon, olisiko löydettävissä vähemmän järjestelmäresursseja rasittava käyttöjärjestelmä, jolla pystyttäisiin ajamaan vastaavaa ohjelmistokokoonpanoa. Tämä vapauttaisi järjestelmäresursseja virtuaalikoneiden käytettäväksi, mikä kokonaisuudessaan parantaisi järjestelmän käytettävyyttä loppukäyttäjää ajatellen.

Toinen suuresti järjestelmän toimintaan vaikuttava tekijä on saatavilla oleva verkkokaista. Tätä osaa järjestelmästä voidaan lähteä kehittämään vasta kun sitä on päätetty lähteä jatkokehittämään suuremmassa mittakaavassa. Verkkotestaus pystytään tekemään vasta niillä laitteistoilla, joilla järjestelmää tullaan lopulta ajamaan. Muutoin jatkokehityksen suunta riippuu paljolti siitä, miten suuressa mittakaavassa järjestelmää tullaan lopulta käyttämään. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli pohtia käytettävyyttä laboratorio-opetusympäristön kannalta, mutta ei ole mitään sellaista teknistä rajoitetta, joka estäisi järjestelmän käyttöönoton ohjelmistolaboratorion ulkopuolella.

## 8 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda ratkaisu ohjelmistolaboratorio-ympäristön virtualisoimiseksi. Ratkaisua lähdettiin opinnäytetyössä pohtimaan loppukäyttäjän kannalta, joten suurin painotus työssä oli luoda käyttäjärajapinta, jonka kautta järjestelmän eri käyttäjät pystyvät hallinnoimaan sitä. Ratkaisu pyrittiin luomaan käyttäen laajalti käytettyjä ja toimiviksi todettuja tekniikoita. Lopputuloksena saatiin aikaan järjestelmärunko, jonka pohjalta voidaan lähteä tekemään jatkokehitystä.



## LÄHTEET

Virtualisoinnin perusteet

2004

An introduction to Virtualization

Julkaistu 2004

Luettu 24.5.2013

<http://www.kernelthread.com/publications/virtualization/>

W3C Wiki HTML

2012

HTML - W3C Wiki

Julkaistu 2012. Päivitetty 2012.

Luettu 24.5.2013

<http://www.w3.org/wiki/HTML>

PHP dokumentaatio

2013

PHP: PHP Manual

Julkaistu 2001. Päivitetty 2013.

Luettu 24.5.2013

<http://www.php.net/manual/en/>

CSS kotisivu

2013

Cascading Style Sheets

Julkaistu 1994. Päivitetty 2013.

Luettu 24.5.2013

<http://www.w3.org/Style/CSS/>

## ECMAScript

2011

ECMAScript Documentation

Julkaistu 1997. Päivitetty 2011

Luettu 24.5.2013

<http://www.ecmascript.org/docs.php>

## jQuery

2013

jQuery Learning Center

Julkaistu 2006. Päivitetty 2013

Luettu 24.5.2013

<http://learn.jquery.com/>

## Laitetason emulaatio

2013

IBM Developerworks

<http://www.ibm.com/developerworks/library/l-linuxvirt/index.html>

## Täysvirtualisointi

2007

Understanding Full Virtualization, Paravirtualization and Hardware Assist, VMWare

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

## Paravirtualisointi

2013

IBM Developerworks

<http://www.ibm.com/developerworks/library/l-linuxvirt/index.html>

## Remote Framebuffer Protocol

2013

Wikimedia Foundation

[https://en.wikipedia.org/wiki/RFB\\_protocol](https://en.wikipedia.org/wiki/RFB_protocol)

Remote Desktop Protocol

2012

Microsoft Developer Network

Julkaistu 26.10.2012

Luettu 20.8.2012

<http://msdn.microsoft.com/En-US/library/aa383015.aspx>

Ubuntu manual

2013

Getting Started with Ubuntu 13.04

Julkaistu 2010. Päivitetty 2013.

Luettu 24.5.2013

[http://files.ubuntu-manual.org/manuals/getting-started-with-ubuntu/13.04/en\\_US/screen/Getting%20Started%20with%20Ubuntu%2013.04.pdf](http://files.ubuntu-manual.org/manuals/getting-started-with-ubuntu/13.04/en_US/screen/Getting%20Started%20with%20Ubuntu%2013.04.pdf)

Apache

2013

Wikimedia Foundation

[https://en.wikipedia.org/wiki/Apache\\_HTTP\\_Server](https://en.wikipedia.org/wiki/Apache_HTTP_Server)

Virtualbox manual

2013

Virtualbox Manual

Luettu 24.5.2013

<https://www.virtualbox.org/manual/ch01.html>

SSHFS manpage

2013

SSHFS Manpage

<http://en.digipedia.org/man/doc/view/sshfs.1/>

Oracle VM Virtualbox

2013

Oracle VM Virtualbox

<https://www.virtualbox.org/>

## LIITTEET

### Liite 1. Esimerkki sivupohjasta

1 (2)

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="en" dir="ltr">

  <head>

    <meta charset="utf-8">
    <title>Virtual Workstation Manager</title>

    <meta name="description" content="Virtual Workstation Manager.">
    <meta name="author" content="Juho Suominen, Timo Erlamo, Sami
    Ylitalo">
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge,chrome=1">

    <link type="image/x-icon" rel="shortcut icon"
    href="./layout/favicon.ico">
    <link type="text/css" rel="stylesheet" charset="utf-8"
    href="./layout/css/styles.css">

    <!-- Google Fonts -->
    <link type="text/css" rel="stylesheet"
    href="http://fonts.googleapis.com/css?family=Ubuntu:400,700,
    400italic,700italic">

    <!-- Fetch jQuery and jQuery UI from Google -->
    <script type="text/javascript" charset="utf-8"
    src="http://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1.9.0/
    jquery.min.js"></script>
    <script type="text/javascript" charset="utf-8"
    src="http://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jqueryui/
    1.10.0/jquery-ui.min.js"></script>

    <!-- JavaScript Stuff -->
    <script type="text/javascript" charset="utf-8"
    src="./layout/js/events.js"></script>
%PAGE_JSINC%
  </head>

  <body>

    <!-- Wrapper - BEGINS -->
    <div id="wrapper">

      <!-- Top Menu Block - BEGINS -->
      <div id="topblock">

```

(jatkuu)

```

        <!-- Left Side -->
        <div class="left">
            Virtual Workstation Manager
        </div>

        <!-- Right Side -->
        <div class="right">

%TOPMENU%

        </div>

    </div>
    <!-- Top Menu Block - ENDS -->

    <!-- Main Block - BEGINS -->
    <div id="mainblock">

%CONTENT%

        </div>
        <!-- Main Block - ENDS -->

    </div>
    <!-- Wrapper - ENDS -->

    <!-- Floating infoboxes -->
    <div id="infoboxWs" class="tooltip">
        <div class="overlay"></div>
        <h1></h1>
        <p class="name"></p>
        <p class="date"><span>Last used:</span>
        <span class="lastused"></span></p>
        <p class="date"><span>Created:</span>
        <span class="created"></span></p>
    </div>

    <!-- Set minimum page width -->
    <div id="spacer"></div>

    <!-- Page Specific JavaScript Stuff -->
    <script type="text/javascript" charset="utf-8">
%PAGE_JS%
    </script>

    <div id="debug" style="clear: both; overflow: auto; white-space:
pre;"></div>

    </body>
</html>

```

## Liite 2. Esimerkki palvelinten välisestä JSON-kyselystä

```
{  
  "op": "GetVmState",  
  "machinename": "1-sy5Wr",  
  "port": 18308,  
  "user": "vbox",  
  "passw": "1234"  
}
```

### Liite 3. Esimerkki hallintapaneelin asetustiedostosta

```
[mysql]
server="localhost"
user="vuser"
passwd="89dfG0f_S6"
db="virtualenv"
prefix="vp"

[virtualbox]
username="vbox"
password="1234"
server="http://localhost/virpro/vp/"
port=18083

[default]
language="english"
email="admin@projekti.fi"

[env]
isosizelimit=5000
machinefolder="/mnt/vbox/"
```



#### Liite 4. Esimerkki VirtualBox-palvelimen asetustiedostosta

```
<?php

/*
   Configurations for the VirtualBox server management script.
*/

// Local path to the shared directory where the VirtualBox virtual
// machines are stored.
$CFG['machinefolder'] = "C:\\Users\\Juho\\VirtualBox VMs\\";

// Maximum RAM usage for VirtualBox (in megabytes).
$CFG['maxram'] = 8192;

// Maximum simultaneous virtual machines.
$CFG['maxmachines'] = 20;

?>
```

## Liite 5. Hallintapaneelin käyttämän tietokannan taulukkorakenne

```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS 'vpEnv' (
  'vpeID' int(8) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  'vpeOwnerID' int(8) NOT NULL,
  'vpePrivate' int(1) NOT NULL,
  'vpeVBoxName' text COLLATE utf8_swedish_ci NOT NULL,
  'vpeJson' text COLLATE utf8_swedish_ci NOT NULL,
  PRIMARY KEY ('vpeID')
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8 COLLATE=utf8_swedish_ci;

CREATE TABLE IF NOT EXISTS 'vpLevels' (
  'vplID' int(8) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  'vplJson' text COLLATE utf8_swedish_ci NOT NULL,
  PRIMARY KEY ('vplID')
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8 COLLATE=utf8_swedish_ci;

INSERT INTO 'vpLevels' ('vplID', 'vplJson') VALUES
(1, '{"name":"Teacher","ModifyUsers":1,"ModifyEnv":2,"AdminSettings":1,
"Storage":200000}'),
(2, '{"name":"Student","ModifyUsers":0,"ModifyEnv":1,"AdminSettings":0,
"Storage":30000}'),
(3, '{"name":"Guest Lecturer","ModifyUsers":1,"ModifyEnv":1,
"AdminSettings":0,"Storage":200000}'),

CREATE TABLE IF NOT EXISTS 'vpLog' (
  'vpoID' int(8) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  'vpoUserID' int(11) NOT NULL,
  'vpoJson' text COLLATE utf8_swedish_ci NOT NULL,
  PRIMARY KEY ('vpoID')
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8 COLLATE=utf8_swedish_ci;

CREATE TABLE IF NOT EXISTS 'vpUsers' (
  'vpuID' int(8) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  'vpuUsername' text COLLATE utf8_swedish_ci NOT NULL,
  'vpuPassw' text COLLATE utf8_swedish_ci NOT NULL,
  'vpuLevelID' int(8) NOT NULL,
  'vpuEmail' text COLLATE utf8_swedish_ci NOT NULL,
  'vpuJson' text COLLATE utf8_swedish_ci NOT NULL,
  PRIMARY KEY ('vpuID')
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8 COLLATE=utf8_swedish_ci;

INSERT INTO 'vpUsers' ('vpuID', 'vpuUsername', 'vpuPassw', 'vpuLevelID',
'vpuEmail', 'vpuJson') VALUES
(1, 'admin',
'$2a$08$iu0.lrz1f08OACKA4p75aORs07nCK9ZkQSPfv19z31HiK2kihBg6', 1,
'admin@admin.fi',
 '{"firstname":"Admin","lastname":"Admin","created":"2013-01-01
00:00:00"}');

```