



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Lahti University of Applied Sciences

WINDOWSIN VIRTUALISOINTIALUSTAN KÄYTTÖÖNOTTO

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Liiketalouden koulutusohjelma
Tietojenkäsittely
Opinnäytetyö
Syksy 2015
Jani Taurén

Lahden ammattikorkeakoulu
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma

TAURÉN, JANI

Windowsin virtualisointialustan
käyttöönotto

Liiketalouden alan, tietojenkäsittelyn opinnäytetyö, 28 sivua

Syksy 2015

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön aiheena on tutkia ja vertailla Windowsin eri virtualisointialustojen käyttöönottoa. Teoriaosuudessa keskitytään virtualisointiin yleisellä tasolla, sen suurimpiin hyötyihin, kuten resurssien optimointi, konsolidaatio, käytettävyyssajan maksimointi, automaattinen sovellusten suojaus palvelimen häiriöiltä, helppo kuormituksen siirtäminen tarpeen mukaan ja tietojen suojaamiseen aiemman sukupolven järjestelmissä lisäksi käydään läpi tutkimuksessa käytetyt sovellukset. Tutkimuksessa keskitytään eri virtualisointialustojen ominaisuuksiin ja lopuksi vertaillaan niiden käytännöllisyyttä eri näkökulmista. Case-osuudessa asennetaan ja testataan VirtualBox ja VMware Workstation virtualisointisovelluksia. Molemmille alustoille asennetaan Ubuntu –käyttöjärjestelmä ja asennuksen aikaisia toimintoja sekä ominaisuuksia vertaillaan.

Asiasanat: virtualisointi, vertailu, windows, alusta

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in information technology

TAURÉN, JANI

Deployment of Windows virtualization
platform

Bachelor's Thesis in Information Technology

28 pages

Autumn 2015

ABSTRACT

The subject of this thesis is to study and compare deployment of different virtualization platforms for Windows. The theoretical part focuses on virtualization in general, and its main benefits which are resource optimization, consolidation, maximizing uptime, automatically protect application from server failure, easily migrate workloads as needs change, protect investment in existing legacy systems and then briefly describes the applications used in the study. The thesis goes through different virtualization platforms and their features and then compares their usability from different perspectives. Case-part is all about installing and testing VirtualBox and VMware Workstation virtualization platforms. During the installation various functions will be compared between the platforms.

Keywords: virtualization, comparison, windows, platform

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	TUTKIMUSMENETELMÄT	2
3	VIRTUALISOINTI	3
3.1	Virtualisointi yleisesti	3
3.2	Virtualisoinnin hyödyt	3
3.2.1	Resurssien optimointi	3
3.2.2	Konsolidaatio	4
3.2.3	Käytettävyysajan maksimointi	4
3.2.4	Automaattinen sovellusten suojaus palvelimen häiriöiltä	4
3.2.5	Helppo kuormituksen siirtäminen tarpeen mukaan	4
3.2.6	Suojaa tietoja aiemman sukupolven järjestelmissä	5
4	VIRTUALISOINTISOVELLUKSET	6
4.1	VirtualBox	6
4.2	VMware Workstation	6
4.3	XenServer	6
4.4	Ominaisuusvertailu	7
5	CASE: KAHDEN VIRTUALISOINTIALUSTAN TESTAUS	8
5.1	Valmistelu	8
5.2	VirtualBox	8
5.2.1	Ongelmat	16
5.3	VMware Workstation	17
5.3.1	Ongelmat	23
5.4	Testausten yhteenveto	23
6	VIRTUALISOINTIALUSTOJEN VERTAILU	24
7	YHTEENVETO & POHDINTA	25
	LÄHTEET	26

1 JOHDANTO

Virtualisointia alettiin kehittää jo 1960-luvulla eri IT-järjestöjen toimesta. 1960-luvun lopulla ja 1970-luvun alussa IBM alkoi käyttämään suuria määriä aikaa ja rahaa kyseisiin menetelmiin. Nykyään virtualisointi on iso osa palvelinkeskuksia. Virtualisoinnin avulla voidaan hyödyntää erikokoisten palvelimien resursseja erittäin tehokkaasti. Yksi virtualisoinnin vahvuuksista on sen näkymättömyys palvelun käyttäjälle. Virtualisointi on paras tapa parantaa palvelinkeskuksien resurssien käyttöä ja samalla helpottaa niiden hallintaa. Resurssien käytöllä tarkoitetaan esimerkiksi palvelimen kuormituksen tasaista jakamista tai jakamista kunkin virtuaalikoneen tarpeiden mukaisesti. Virtualisointialustoja on moneen eri tarpeeseen, yksityiseen käyttöön, pieniin ja suuriin yrityksiin.

2 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tässä tutkimuksessa keskitytään Windowsin virtualisointialustoihin, niiden ominaisuuksiin sekä hyviin ja huonoihin puoliin. Työssä otetaan esille kolme eri virtualisointisovellusta joiden ominaisuuksia verrataan, jotta saadaan selville, mikä alusta on paras aloittelevalle käyttäjälle. Vertailukriteereinä toimivat ominaisuudet, käyttäjän ohjeistus etenemiseen, antaako ohjelma selkeitä virheraportteja, sopiiko ohjelmisto aloittelijoille sekä kokeneemmille käyttäjille ja miten hyvin sovellus on dokumentoitu. Vertailukriteereistä tehdään yksinkertainen Excel-taulukko, jota on helppo seurata. Työn lopussa kolmesta sovelluksesta valitaan kaksi ja niistä tehdään case-tutkimus. Molempiin asennetaan käyttöjärjestelmä ja asennuksen aikaisia toimintoja ja tapahtumia vertaillaan.

3 VIRTUALISOINTI

3.1 Virtualisointi yleisesti

Virtualisointi on tapa erottaa fyysinen laite ja palvelu toisistaan. Yhdessä fyysisessä palvelimessa voidaan suorittaa usean palvelimen sovelluksia ja tehtäviä. Tämä mahdollistaa myös Mac- ja Linux-käyttöjärjestelmien käytön millä tahansa laitteella. (Citiusnet 2013)

3.2 Virtualisoinnin hyödyt

Oracle on jakanut virtualisoinnin hyödyt kuuteen eri osioon:

1. Resurssien optimointi (Resource optimization)
 2. Konsolidaatio (Consolidation)
 3. Käytettävyysajan maksimointi (Maximizing uptime)
 4. Automaattinen sovellusten suojaus palvelimen häiriöiltä (Automatically protect applications from server failure)
 5. Helppo kuormituksen siirtäminen tarpeen mukaan (Easily migrate workloads as needs change)
 6. Suojaa tietoja aiemman sukupolven järjestelmissä (Protect investment in existing legacy systems)
- (Oracle 2012)

3.2.1 Resurssien optimointi

Nykypäivänä palvelimissa on niin paljon tehoa, että niissä on usein ylimääräistä kapasiteettia. Virtualisoinnilla resurssit voidaan jakaa sovellusten ja käyttäjien tarpeiden mukaan. Tällä tavoin säästetään tehoa, tallennustilaa ja kaistanleveyttä. (Oracle 2012)

3.2.2 Konsolidaatio

Jos usea käyttäjä tai sovellus käyttää vain pienen määrän tehoa, voidaan kyseiset käyttäjät tai sovellukset laittaa pyörimään yhdelle palvelimelle useaksi eri ympäristöksi. Tällä tavoin esim. yritykset jotka omistajat satoja tai jopa tuhansia palvelimia, voivat säästää erittäin paljon sähkökustannuksissa ja tilan tarpeessa. Tämä johtaa myös lopulta pienempään hiilijalanjälkeen. (Oracle 2012)

3.2.3 Käytettävyyssajan maksimointi

Taattu palvelimien sovellusten katkeamaton käyttö, nopea onnettomuuksista palautuminen, jos jotain isompia ongelmia syntyy. Uusia virtuaalikoneita voi luoda lennosta, suoraan käytettäväksi valmiiksi tehdystä sovelluspohjasta. (Oracle 2012)

3.2.4 Automaattinen sovellusten suojaus palvelimen häiriöiltä

Virtualisointi mahdollistaa sen, että samaa sovellusta ajetaan useammalla palvelimella. Syy tähän piilee siinä, että jos yhdellä palvelimella ilmenee ongelmia, sovellus jatkaa pyörimistä muilla toimivilla palvelimilla, eikä käyttökatkoja aiheudu lainkaan. (Oracle 2012)

3.2.5 Helppo kuormituksen siirtäminen tarpeen mukaan

Kuormituksen siirtäminen tarkoittaa ympäristön siirtämistä paikasta toiseen, jotta laitteiston kuormitusta saadaan tasattua. Virtualisoinnin ansioista ympäristöjä on mahdollista siirtää myös fyysiseltä laitteistolta toiselle fyysiselle laitteistolle. Laitteistovian sattuessa käyttäjän ympäristö voidaan siirtää toiselle palvelimelle ja käyttäjä voi jatkaa töitään heti tai pienen katkon jälkeen. (Oracle 2012)

3.2.6 Suojaa tietoja aiemman sukupolven järjestelmissä

Jossain vaiheessa palvelimen laitteisto voi hajota kokonaan tai alkaa vanheta ja tehot eivät riitä enää nykypäivän vaatimuksiin. Silloin joudutaan hankkimaan uusi palvelin ja siirtämään vanha ympäristö uudelle palvelimelle. Virtualisointi mahdollistaa sen, että ympäristö voi pyöriä molemmilla palvelimilla samaan aikaan ja näin siirto saadaan tehtyä ilman käyttökatkoja ja tietojen menetystä. (Oracle 2012)

4 VIRTUALISOINTISOVELLUKSET

4.1 VirtualBox

Alun perin Innotek GmbH:n kehittämä sovellus, jonka myöhemmin osti Sun Microsystems vuonna 2008. VirtualBox tukee Linuxia, Mac OS X:ää, Windowsia ja Solarista. Saatavilla on kaksi eri versiota, suljettu täysversio ja hieman suppeampi avoimen lähdekoodin versio. Yksityiskäytössä ohjelma on ilmainen, mutta kaupallisessa käytössä maksullinen. (Oracle 2015)

4.2 VMware Workstation

1998 vuonna perustettu, EMC Corporationin omistuksessa toimiva maksullisia virtualisointiohjelmistoja valmistava yritys. Heiltä löytyy myös kaksi ilmaista tuotetta, VMware Player ja VMware Server. VMware Playerilla on tarkoitettu valmiin virtuaalikoneen ajamiseen ja VMware Serverillä voi luoda ja muokata virtuaalikoneita. (VMware 2015)

4.3 XenServer

2003 Vuonna perustetun Xen Projectin kehittämä avoimen lähdekoodiin perustuva virtualisointisovellus. Myöhemmin siirtynyt Citrix Systemsin kehitettäväksi. (XenServer 2015)

4.4 Ominaisuusvertailu

Taulukko luotu tiedoista, jotka löytyvät eri puolilta verkkoa kootuista suuremmista ja kattavammista taulukoista. Ominaisuuksista selviää hyvin, että VM Workstation ja XenServer ovat tasavertaiset ominaisuuksiltaan ja VirtualBox on reilusti heikompi ilman lisäosapakettia.

	VM Workstation	XenServer	VirtualBox
USB-tuki	Kyllä (2.0)	Kyllä (2.0)	Kyllä (1.1)**
Graafinen käyttöliittymä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
"Live" muistinsäätö	Kyllä	Kyllä	Kyllä
3D-kiihdytys	Kyllä	Kyllä	Ei*
Tuki "Snapshotille"	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Jaetut kansiot	Kyllä	Kyllä	Ei*
Jaettu leikepöytä	Kyllä	Kyllä	Ei*
Kielivalinnat	Useita	Useita	Useita

TAULUKKO1. Valittujen virtualisointialustojen ominaisuuksien vertailu.

* = Ominaisuudet löytyvät jos asentaa lisäosapaketin

** = 2.0 tuki lisäosapaketilla

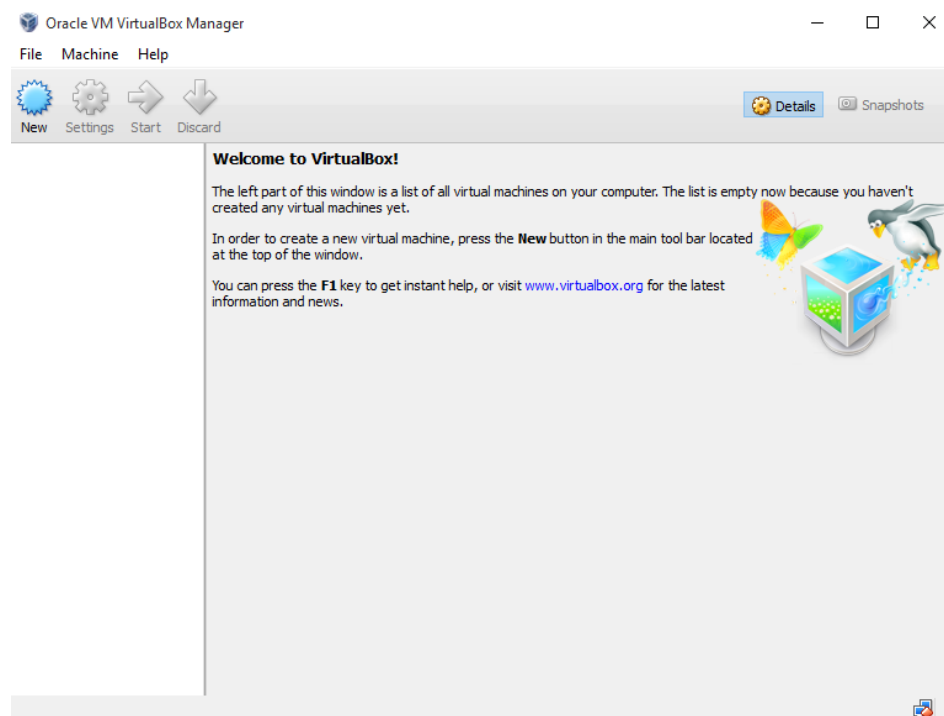
5 CASE: KAHDEN VIRTUALISOINTIALUSTAN TESTAUS

5.1 Valmistelu

Molemmat virtualisointialustat asennetaan Windows 10 –käyttöjärjestelmälle. Jokaiselle virtualisointialustalle asennetaan sama versio, joka on Ubuntu 14.04.3 LTS (Finnish Remix). Jokaiseen asennukseen tehdään 10 gigatavun kokoinen virtuaalikoivalevy, jolle Ubuntu asennetaan. Keskusmuistiksi määritellään 1 gigatavu. Jokainen asennus pyritään tekemään täysin samoilla asetuksilla.

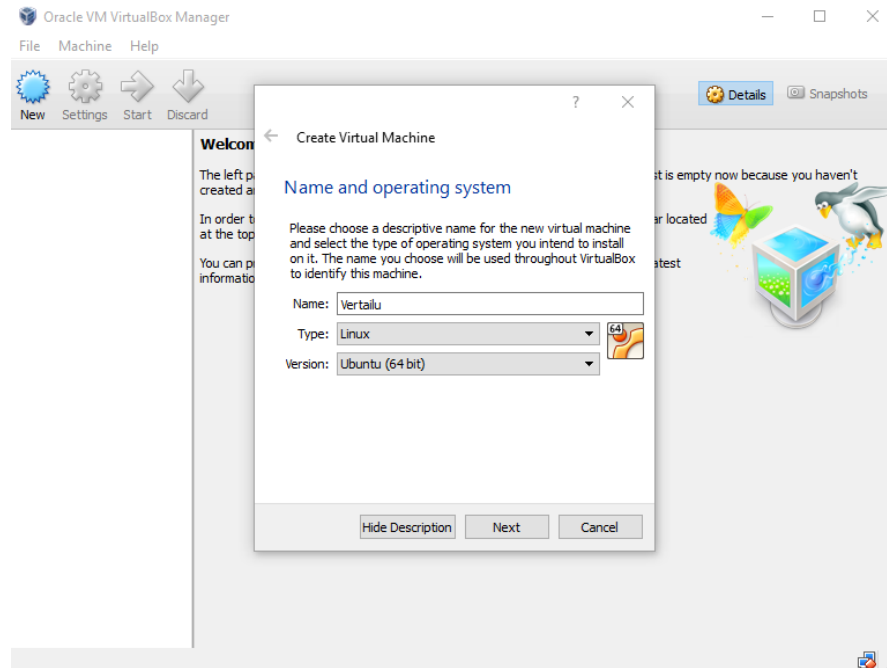
5.2 VirtualBox

Sovelluksen käynnistyttyä näkymä on seuraava



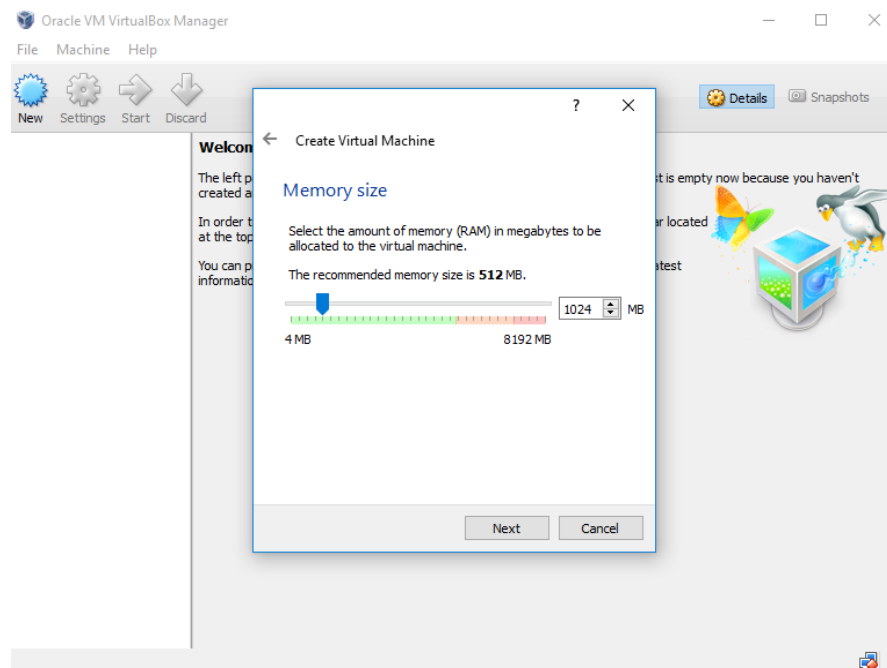
KUVA1. VirtualBoxin aloitusnäky.

Aloitetaan painamalla New –nappia, jonka jälkeen VirtualBox kysyy, mitä halutaan asentaa ja mikä nimi uudelle virtuaalikoneelle annetaan, annan nimeksi vertailu ja valitsen asennettavaksi alustaksi Linux Ubuntu 64-bit



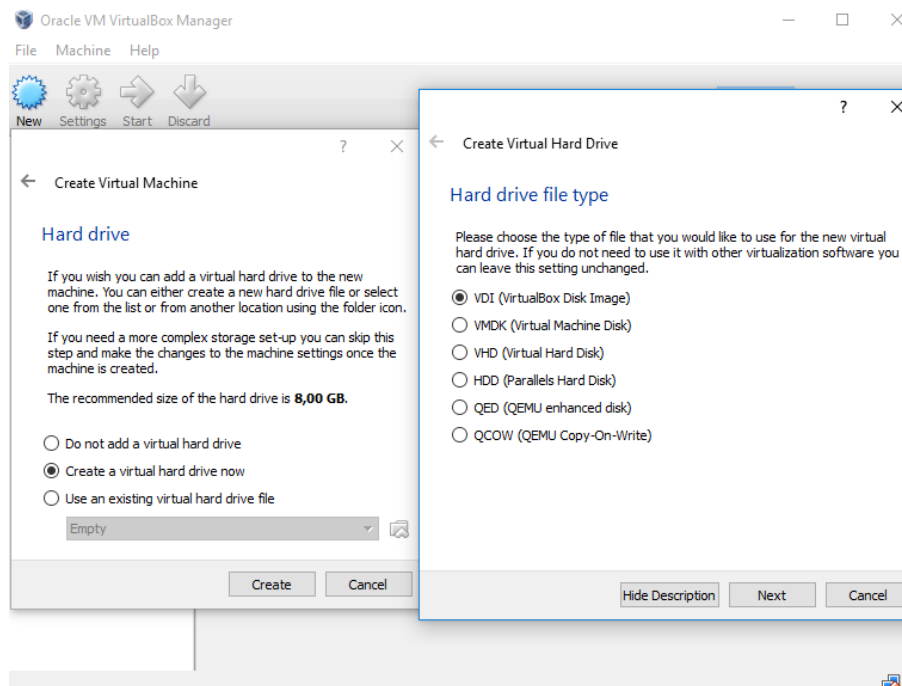
KUVA2. VirtualBoxin asennettavan käyttöjärjestelmän valintaruutu.

Seuraavassa vaiheessa kysytään virtuaalikoneelle annettavan keskusmuistin määrää, valitsen liukusäätimellä 1024 MB (1 gigatavu).



KUVA3. VirtualBoxin asennettavan palvelimen keskusmuistin määrän valintaruutu.

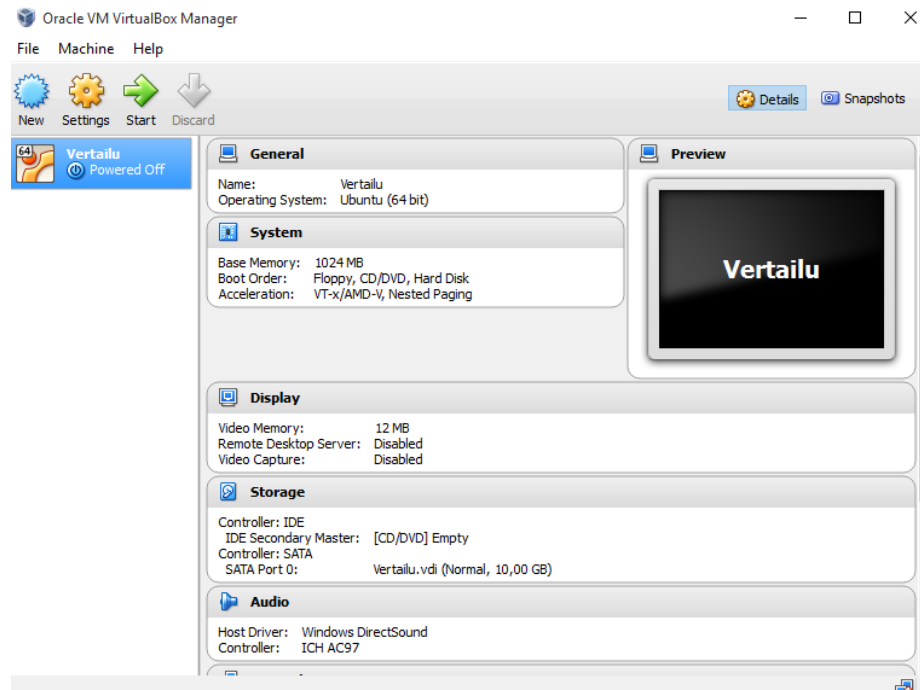
Sitten luodaan virtuaalikoalevy, jonka kooksi laitetaan 10 gigatavua ja tyyppiä asetetaan VDI (VirtualBox Disk Image)



KUVA4. VirtualBoxin virtuaalikoalevyn luonti.

VirtualBox kertoo levyaseman luonnin kestävän noin minuutin verran, mutta todellisuudessa aikaa meni lähemmäs kaksinkertainen määrä. Ensimmäinen vaihe, eli virtuaalikoneen luominen on nyt valmis.

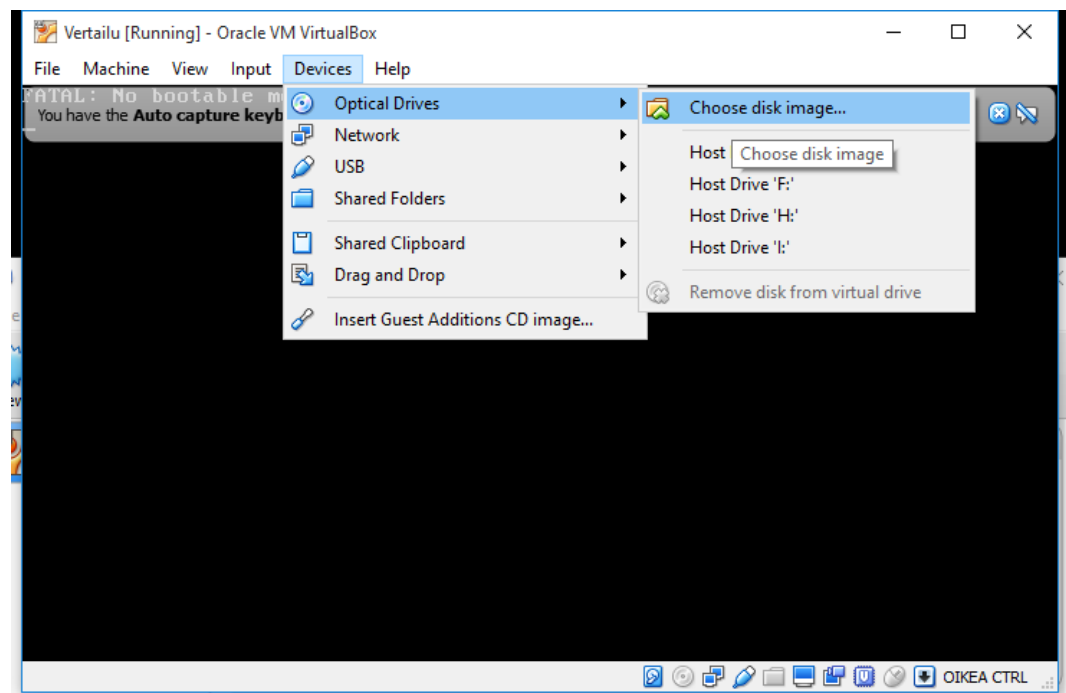
Aloitetaan Ubuntu'n asennus käynnistämällä virtuaalikone Start -napista.



KUVA5. Valmiin virtuaalikoneen näkymä.

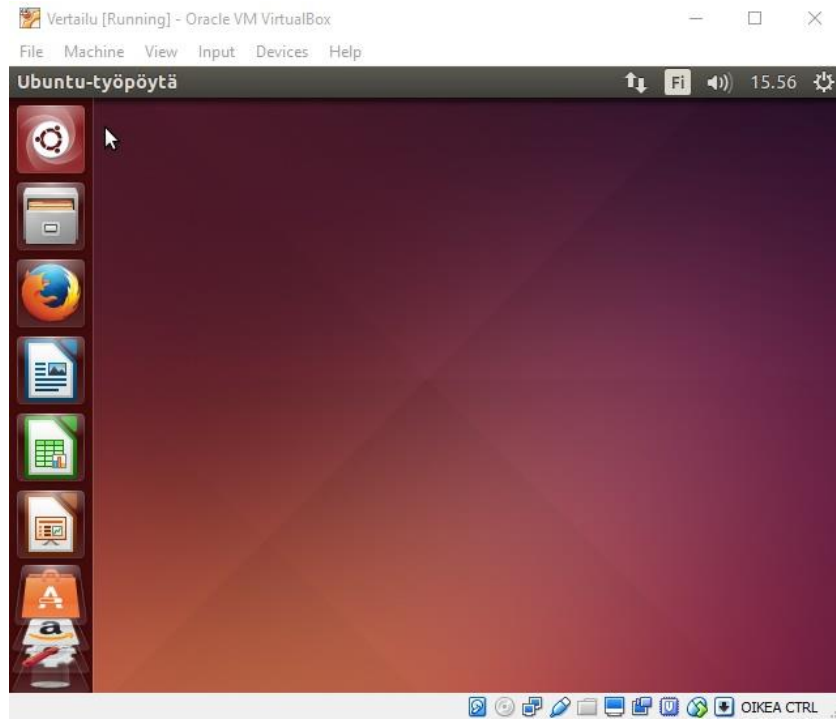
Seuraavassa vaiheessa kysytään, miltä levyasemalta käyttöjärjestelmä asennetaan.

VirtualBox ei suoraan anna valita ladattua Ubuntu'n levykuvaa, vaan joudun valitsemaan sen manuaalisesti valikon kautta ja tämän jälkeen joudun käynnistämään virtuaalikoneen uudestaan.



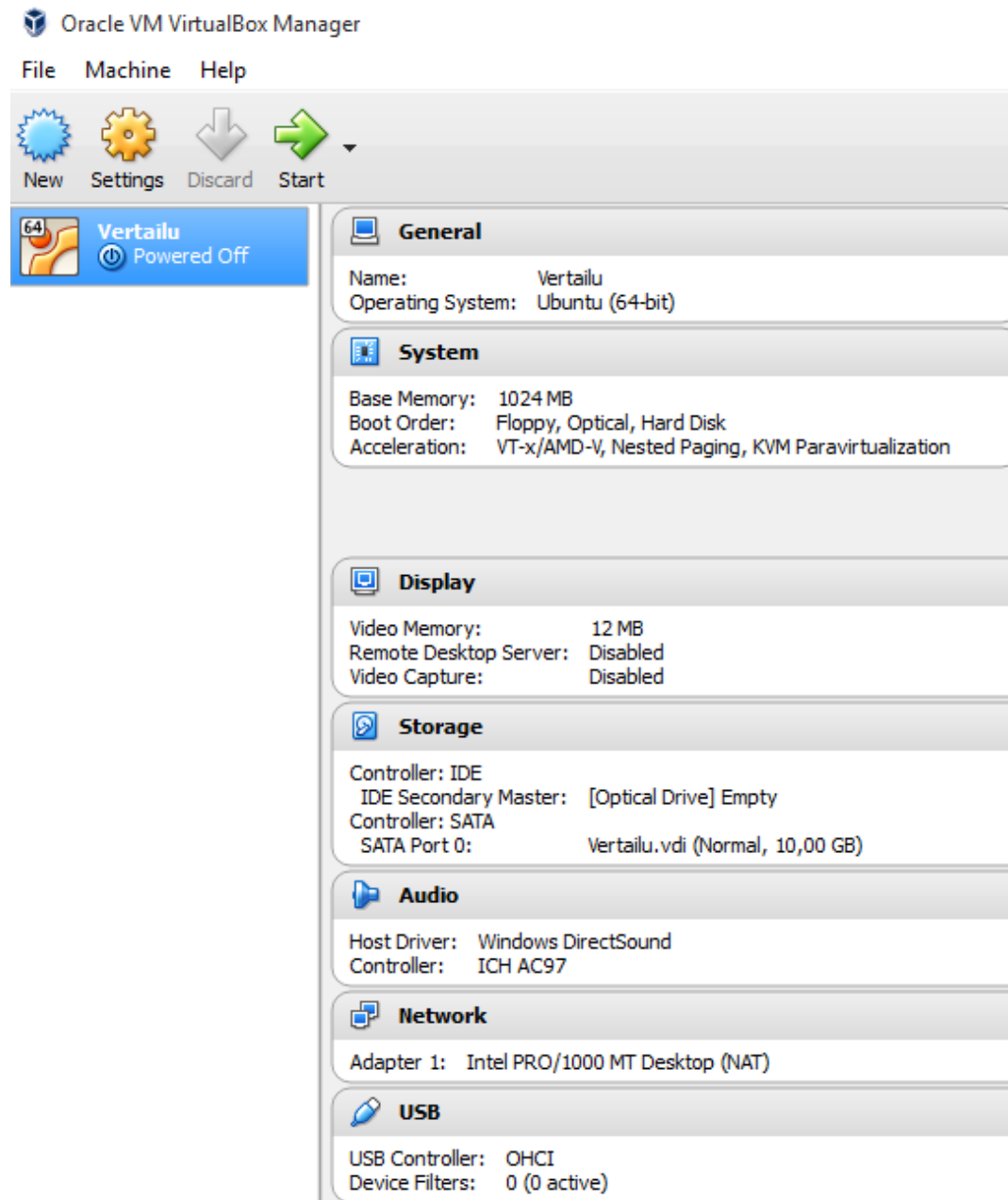
KUVA6. ”Devices” –valikko.

Virtuaalikone on käynnistynyt onnistuneesti Ubuntuun asennustilaan, asennus voidaan suorittaa, jonka jälkeen ensimmäisen sovelluksen testaus on valmis.



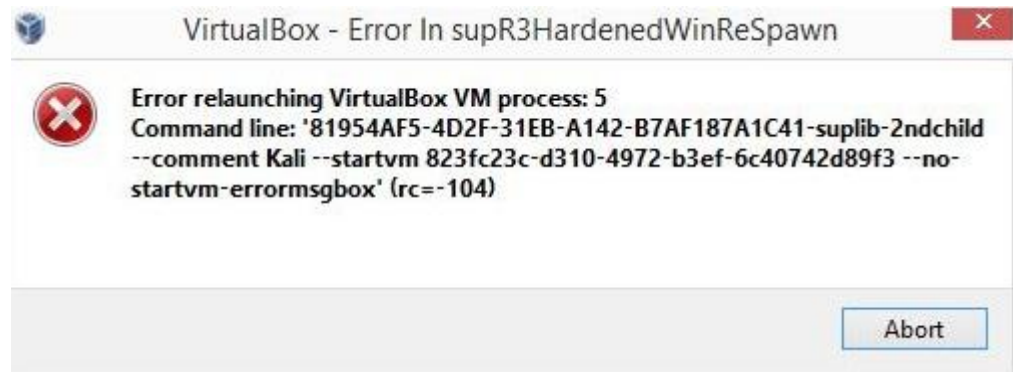
KUVA7. Loppuun asti asennettu Ubuntu.

Seuraavaksi vielä kuvia, joissa näkyy esimerkki virheraportista ja valikoista



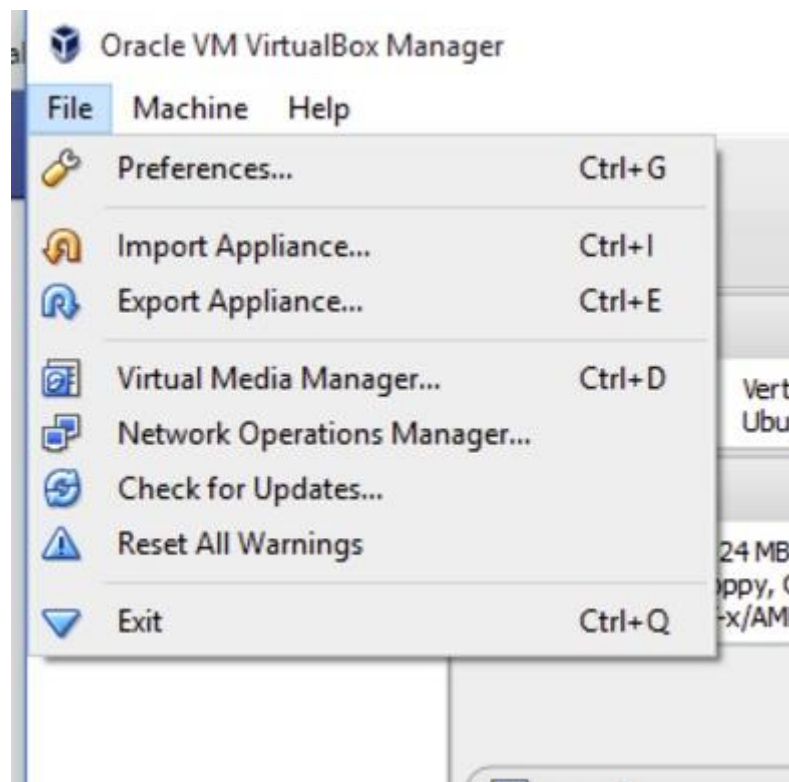
KUVA8. Valmiiksi luodun virtuaalikoneen tekniset tiedot.

Kuvassa näkyy valmiiksi asennetun virtuaalikoneen tiedot, sovellus osaa etsiä itse ajurit laitteistolle ja näyttää ne yksityiskohtaisesti. Tämä on huono asia vähemmän tekniikan päälle ymmärtävän käyttäjän kohdalla.

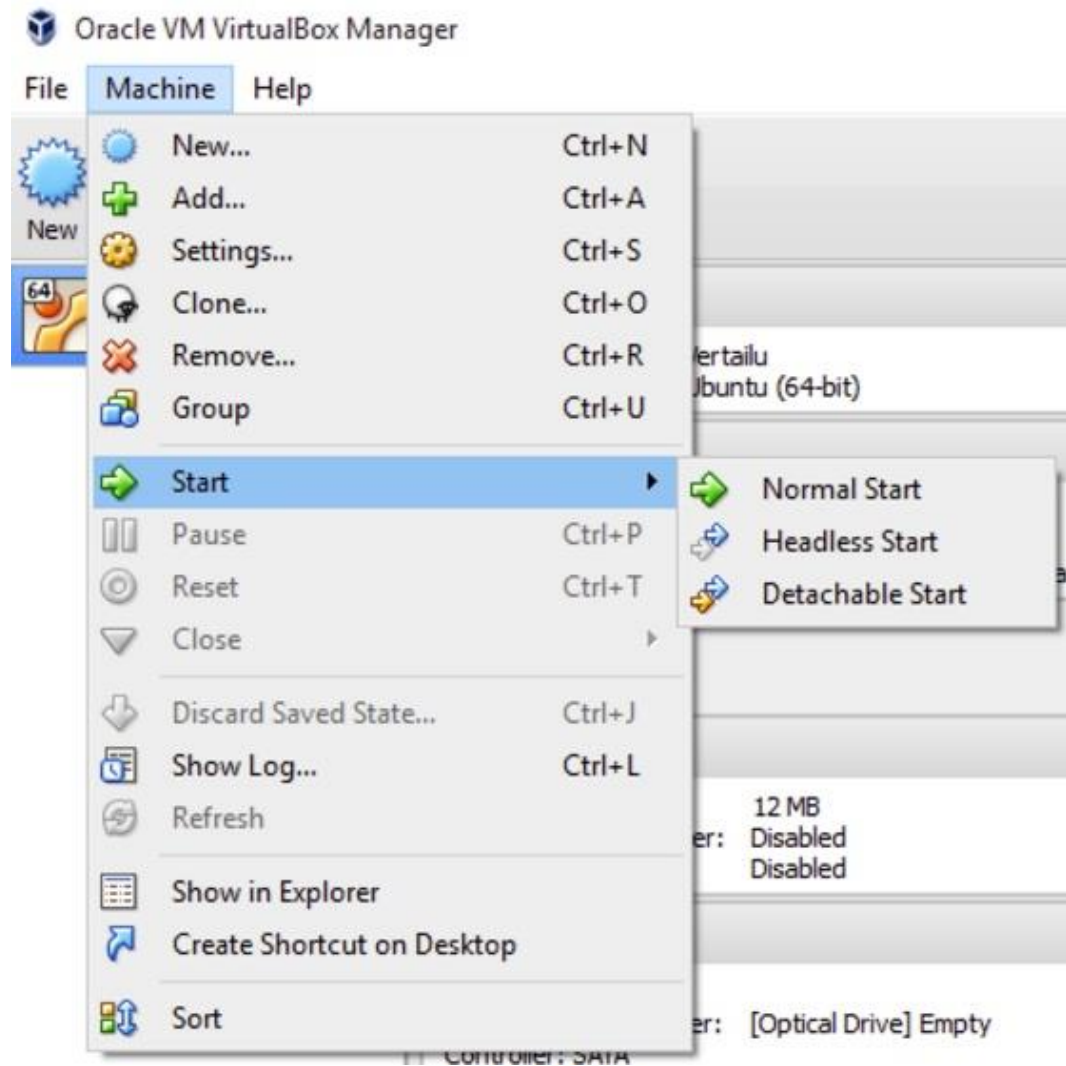


KUVA9. Esimerkki VirtualBoxin virheilmoituksesta.

Erittäin huonosti toteutettu virheraportti, käyttäjän täytyy olla erittäin hyvin perillä asioista ymmärtääkseen missä on vika.



KUVA10. "File" -valikko.



KUVA11. "Machine" –valikko.



KUVA12. "Help" –valikko.

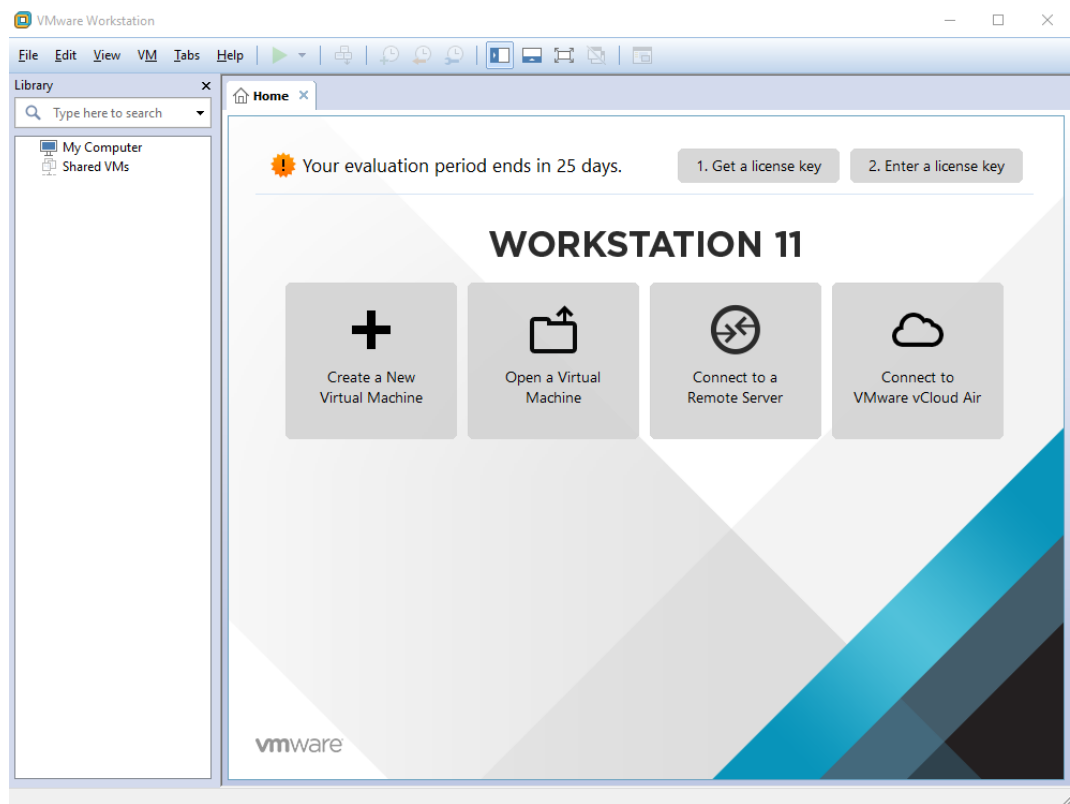
VirtualBoxin valikot on jaettu kolmeen eri kategoriaan, ”File”, josta saa auki sovelluksen yleiset toiminnot. ”Machine”, josta saa auki virtuaalikonetta koskevat toiminnot. ”Help” valikko, josta löytyy VirtualBoxin ohjeet, kotisivut, sekä sovelluksen tiedot.

5.2.1 Ongelmat

Asennuksen aikana oli yllättävän vähän ongelmia. Asennusmediaa valitessa virtuaalikone kaatui joka kerta, joten jouduin asentamaan VirtualBoxista uusimman version, jotta ongelma ratkesi. Virtuaalikone ei myöskään suostunut näyttämään muita virtuaalikovalevyjä, kuin ne mitä fyysisellä koneella on, joten jouduin manuaalisesti valikoiden kautta lisäämään asennusmedian.

5.3 VMware Workstation

Sovelluksen avautuessa näkymä on seuraavanlainen



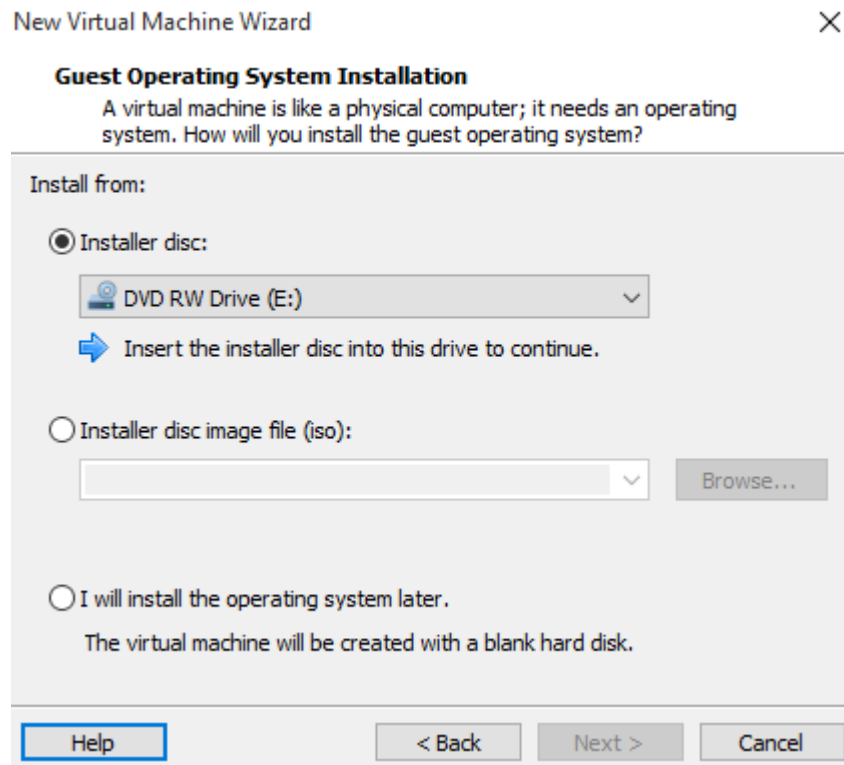
KUVA13. VMware Workstation aloitusnäky.

Aloitetaan virtuaalikoneen luonti klikkaamalla ”Create a New Virtual Machine”



KUVA14. Virtuaalikoneen luonnin aloitusnäky.

Seuraavaksi ohjelma kysyy, millä tavalla virtuaalikone luodaan, valitaan ”Typical”, jotta saadaan prosessista sujuvampi.



KUVA15. Asennusmedian valintaruutu.

Ohjelma kysyy, mistä kohteesta löytyy asennusmedia, kohteeksi valitaan ”Installer disc image file” ja aukeavasta näkymästä etsitään Ubuntu levykuva.

New Virtual Machine Wizard ×

Easy Install Information
This is used to install Ubuntu 64-bit.

Personalize Linux

Full name:

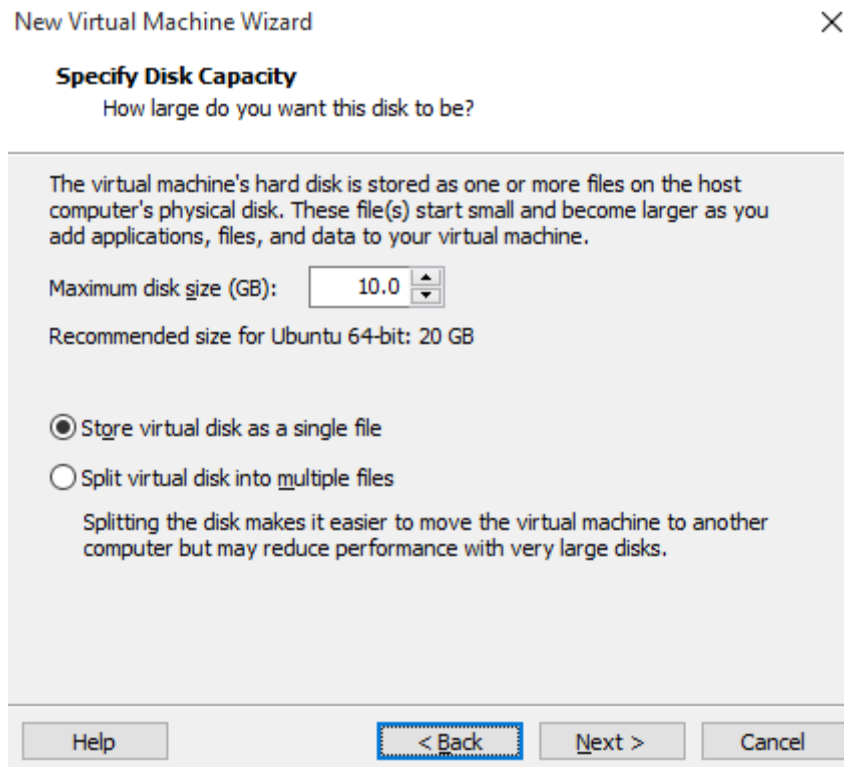
User name:

Password:

Confirm:

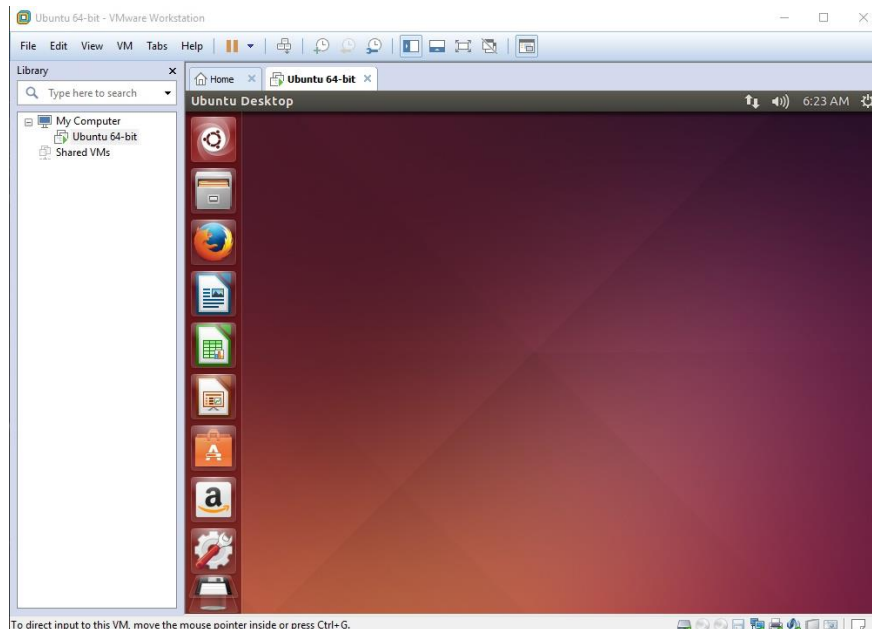
KUVA16. Käyttöjärjestelmälle luotavan käyttäjän luonti.

Seuraavaksi ohjelma kysyy käyttäjän tietoja, nimeä, käyttäjätunnusta ja salasanaa tulevalle virtuaalikoneelle.



KUVA17. Virtuaalisen kovalevyn luontiruutu.

Tämän jälkeen luodaan virtuaalinen kovalevy, jolle Ubuntu asennetaan. Kovalevyn kooksi määritetään 10 gigatavua.

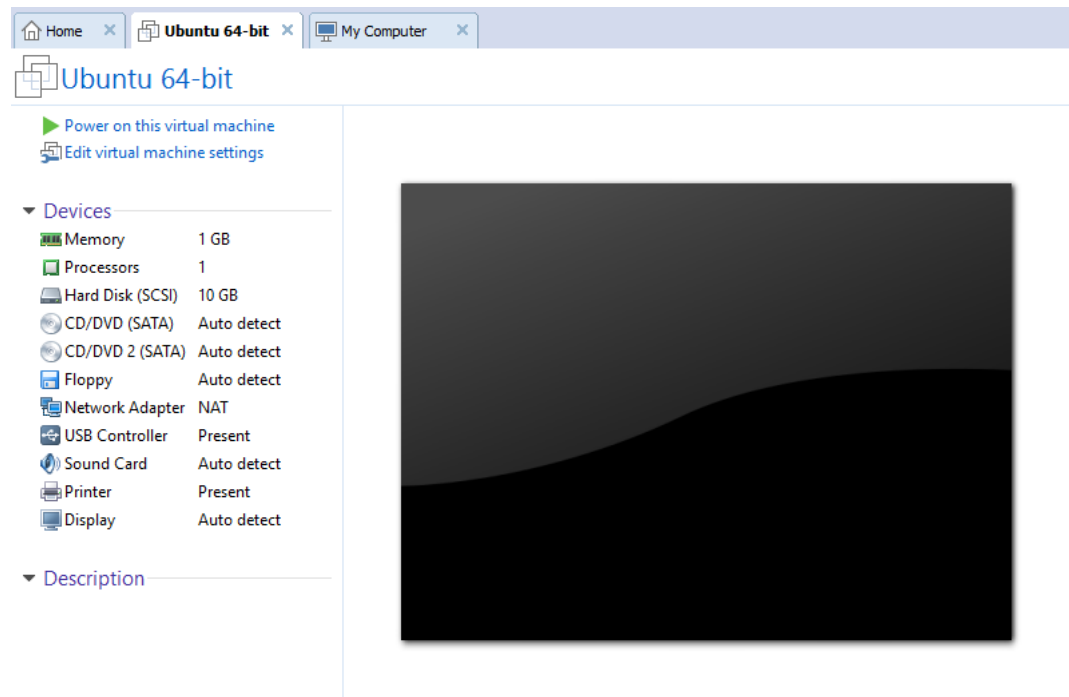


KUVA18. Valmiiksi asennettu ja käynnistetty Ubuntu.

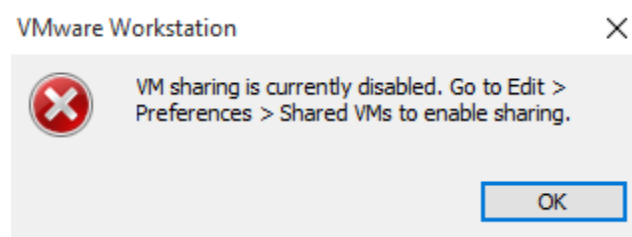
Virtuaalikoneen luonti on valmis, WMware asentaa ja konfiguroi kaiken antaminen tietojen perusteella ja käyttäjän ei tarvitse tehdä enää muuta kuin odottaa.

Kuten edellisessäkin testissä, käyttöjärjestelmä toimii niin kuin pitää.

Seuraavaksi vielä kuvia, joissa näkyy esimerkki virheraportista ja valikoista

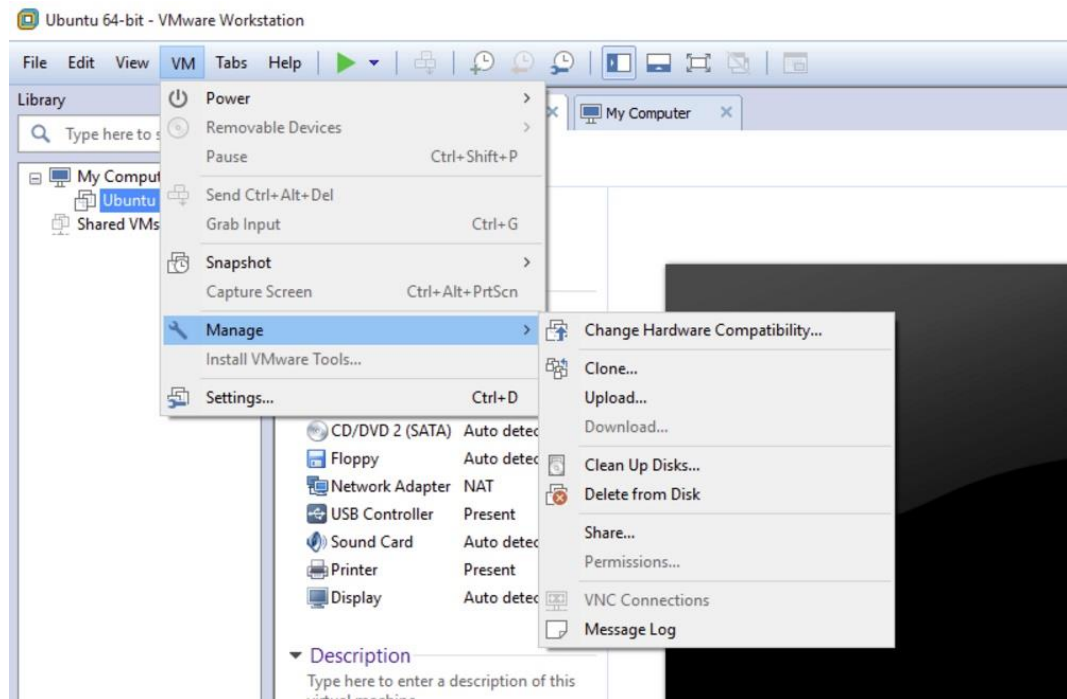


KUVA19. Esimerkki valmiin virtuaalikoneen asetuksista, sovellus on älykäs ja osaa etsiä automaattisesti ajurit laitteistolle.



KUVA20. Virheilmoitus avattaessa ”Jaetut virtuaalikoneet” valikkoa.

Selkeä virheilmoitus kertoo käyttäjälle kuinka toimia, jotta virhe saadaan korjattua.



KUVA21. Virtuaalikoneen hallintavalikko.

Suurin osa toiminnoista löytyy yhden valikon alta, toimintojen nimet kuvaavat hyvin, sitä mitä nappia painaessa tapahtuu.

5.3.1 Ongelmat

Tämän asennuksen aikana ei ollut minkäänlaisia ongelmia, kaikki toimi niin kuin oli suunniteltu.

5.4 Testausten yhteenveto

Molemmat testaukset sujuivat suurin piirtein hyvin, VirtualBoxin kohdalla tuli pieniä ongelmia ja jouduin päivittämään sovelluksen ja etsimään ongelman lähtökohtaa, jotta sain asennusmedian toimimaan. Näistä kahdesta jos pitäisi jompikumpi valita, niin valintani olisi ehdottomasti VMware Workstation, erittäin sulava, helppokäyttöinen, aloittelijaystävällinen ja kaikin puolin näyttävä.

6 VIRTUALISOINTIALUSTOJEN VERTAILU

	WMware Workstation	VirtualBox
Ohjeistus	Kaikki toiminnot, joita testasin, ohjaavat hyvin käyttäjän tekemään oikeat päätökset.	Ohjeistus on selkeää ja käyttäjän on helppo seurata sitä. Iso osa toiminnoista tehdään ohjatun toiminnon kautta.
Virheilmoitukset	Ilmoitukset ovat selkeitä ja kertovat miten toimia, että virhe saadaan korjattua.	Virheilmoitukset ovat erittäin epäselviä, antavat paljon tietoa virheestä, mutta aloittelevalla käyttäjälle mahdottomia ymmärtää.
Helppokäyttöisyys	Valikot ovat selkeitä ja helppokäyttöisiä. Vähemmänkin tekniikasta ymmärtävä käyttäjä onnistuu tekemään tarvittavat asiat. Käyttöliittymä on näyttävä mutta helppolukuinen.	Valikot ovat selkeitä, mutta vähemmän tekniikasta ymmärtävät saattavat tarvita enemmän ohjeita joidenkin asetusten kanssa.
Dokumentointi	Sovelluksen Help-tiedostot löytyvät helposti, mutta jos haluaa lukea kattavan dokumentoinnin, laitteesta täytyy löytyä internet-yhteys.	VirtualBoxilla löytyy oma Help -tiedosto, josta löytyy kattavat dokumentoinnit, enemmän kattavat dokumentoinnit löytyvät VirtualBoxin omalta kotisivulta

TAULUKKO2. Case-tehtävän virtualisointialustojen vertailu.

Vertailussa testattiin ohjeistus, virheilmoitukset, helppokäyttöisyys ja dokumentointi. Molempien alustojen osalta testit sujuivat hyvin ja edellä mainitut vertailukriteerit saatiin testattua. Ohjeistus toimi molemmissa moitteettomasti, toiminnot ohjaavat käyttäjää eteenpäin. Virheilmoitukset olivat VirtualBoxin kohdalla erittäin epäselviä, mutta WMware Workstation selviytyi niistä mallikkaasti. WMware Workstation on erittäin suoralinjainen ja yksinkertainen asetustensa kanssa. VirtualBoxissa asetukset voidaan säätää melko tarkasti ja tämä voi tuottaa päänvaivaa aloittavalle käyttäjälle. Molemmista alustoista löytyvät kattavat dokumentoinnit ja ne ovat helposti saatavilla internetistä.

7 YHTEENVETO & POHDINTA

Virtualisointi on ollut jo pitkään erittäin tehokas menetelmä käyttää kaikki palvelimen resurssit hyödyksi. Virtualisoinnin suurimmat hyödyt ovat resurssien optimointi, konsolidaatio, käytettävyyssajan maksimointi, automaattinen sovellusten suojaus palvelimen häiriöiltä, helppo kuormituksen siirtäminen tarpeen mukaan ja tietojen suojaaminen aiemman sukupolven järjestelmissä. Sovelluksia vertaillessa kävi ilmi, että ilmainen, avoimen lähdekoodin VirtualBox oli ominaisuuksiltaan huonoin, ellei siihen lataa lisäosaa, joka mahdollistaa lisäominaisuudet, jolloin sovelluksesta tulee suurin piirtein tasavertainen muiden testattujen sovellusten kanssa. Tämä kuitenkin aiheuttaa lisää vaivaa käyttäjälle. XenServer on ominaisuuksiltaan samaa tasoa VMware Workstationin kanssa, mutta käyttöliittymä vaatii hiomista, käyttäjän ohjeistus on heikkoa ja aloittelijalle ei kovinkaan hyvä vaihtoehto. Paras vaihtoehto kaikin puolin oli maksullinen VMware Workstation, käyttöliittymä on yksinkertainen, eikä anna käyttäjälle ”ylimääräistä” tietoa virtuaalikoneesta, ellei sitä itse ota esille. Tämä auttaa vähentämään sekavuutta huonompien käyttäjien keskuudessa. Virheilmoitukset ovat erittäin selkeitä ja auttavat käyttäjää lähestulkoon kädestä pitäen. Kaikki sovellukset kuitenkin toimivat kuten pitää ja asioista perillä olevalle jokainen näistä sopii. Tutkimuksessa olisi voinut testata asennuksia eri asetuksilla, jotta käyttäjä saisi vielä paremman näkökulman kustakin alustasta. Luettavuuden kannalta teksti on ymmärrettävää, joissain kohdissa on käytetty puhekielistä tekstiä, joka heikentää ymmärrettävyyttä lievästi. Tutkimuksen luotettavuuteen vaikuttaa vähäinen määrä lähteitä, mutta ne ovat virallisia ja ajan tasalla. Tutkimus on käytännönläheinen ja tehdyistä toiminnoista on paljon kuvia ja ne avataan käyttäjälle kuvatekstein, tämä antaa lukijalle hyvän kuvan toimintojen etenemisestä ja korostaa tutkimuksen pätevyyttä.

LÄHTEET

Hiltunen, Jukka. 2010. Palvelimen virtualisointi. [viitattu 1.12.2015] Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/24102/Hiltunen_Jukka.pdf?sequence=1

VMware. 2015. VMware Workstation. [viitattu 1.12.2015]. Saatavissa: <https://www.vmware.com/products/workstation>

Oracle. 2012. User's Guide for Release 3.0.3 [viitattu 16.2.2015]. Saatavissa: https://docs.oracle.com/cd/E26996_01/E18549/html/VMUSG1010.html

Citiusnet. 2013. Virtualisointi. [viitattu 18.2.2015] Saatavissa: <http://www.citius.net/fi/ratkaisut/virtualisointi>

Oracle. 2015. User manual. [viitattu 18.2.2015] Saatavissa: <https://www.virtualbox.org/manual/UserManual.html>

XenServer. 2015. [Viitattu 24.10.2015] Saatavissa: <http://xenserver.org/overview-xenserver-open-source-virtualization.html>