

Pienyrityksen virtualisointi Proxmox VE:llä

Stefan Pejovski



Tekijä(t) Stefan Pejovski	
Koulutusohjelma Tietojenkäsittely	
Raportin/Opinnäytetyön nimi Pienyrityksen virtualisointi Proxmox VE:llä	Sivu- ja liitesivumäärä 26
<p>Opinnäytetyössä tarkastellaan Proxmox VE ympäristöä ja sen käyttöä. Lisäksi aihetta käsitellään pienyrityksen näkökulmasta. Dokumentissa verrataan lyhyesti eri virtualisointiratkaisuja ja tutkitaan miksi päädyttiin valitsemaan Proxmox.</p> <p>Työn tavoitteena on esitellä realistinen ja kustannustehokas vaihtoehto monen palvelimen ylimitoitetuille ratkaisuille. Opinnäytetyössä käydään läpi Proxmoxin asennus, virtuaalikooneiden luominen, niiden ominaisuudet ja käyttötarkoitukset sekä Proxmoxin hyödyntämistä verrattuna muihin kalliimpiin ratkaisuihin.</p> <p>Työn tulokset antavat pienyrityksille avoimen koodin vaihtoehdon maksullisten hypervisorien sijaan. Tutkimuksessa käsitellään myös ylimitoitettuja ratkaisuja ja havainnollistetaan, miten yhdellä palvelimella voidaan virtualisoida useita ympäristöjä käyttäen avoimen koodin virtualisointialustaa, jolloin säästyy tilaa, aikaa, rahaa ja ylläpitokustannuksia.</p> <p>Opinnäytetyössä myös vertaillaan ominaisuuksia eri virtualisointitekniikoiden välillä, ja listataan eri ratkaisujen lisenssikustannukset.</p> <p>Työn lopussa käsitellään opinnäytetyössä ilmenneitä haasteita ja tekijän näkemystä Proxmox virtualisointialustasta sekä mietitään, että mikä riittää pienyrityksen tarpeisiin.</p>	
Asiasanat Virtualisointi, Palvelimet, Proxmox, Pienyritykset.	

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Termistö.....	2
2	Virtualisointi.....	3
3	Hypervisorit	4
3.1	Tyyppi 1 Hypervisorit.....	5
3.2	Tyyppi 2 Hypervisorit.....	6
4	Ohjelmistovaihtoehdot.....	7
5	Proxmox.....	8
5.1	Proxmoxin historiaa.....	8
5.2	Proxmoxin asennus.....	9
5.3	Virtualisointitekniikat	13
5.3.1	KVM.....	13
5.3.2	LXC.....	14
6	Proxmoxin käyttö.....	15
6.1	Virtuaalikoneen luonti.....	15
6.2	Virtuaalipalvelimen palomuurisääntöjen hallinta.	21
6.3	Välimuisti	22
6.3.1	Ei välimuistia	22
6.3.2	Direct Sync.....	22
6.3.3	Write Through	22
6.3.4	Write Back.....	22
7	Loppupäätelmät	23
8	Oma Pohdinta	24
	Lähteet	25

1 Johdanto

Kiinnostukseni virtualisointiin johdatti minut tämän opinnäytetyöaiheen pariin opiskelujeni viimeisenä vuotena. Halusin löytää ilmaisen ja helppokäyttöisen vaihtoehdon yrityksissä usein käytetyille VMware- ratkaisuille. Proxmoxin valttina on sen edullisuus verrattuna esimerkiksi kilpailevaan VMwareen.

VMwaren hinnoittelu perustuu ympäristön kokoon ja palvelimien määrään, kun taas Proxmox on lähtökohtaisesti kokonaan ilmainen ja veloittaa vain vaihtoehtoisesta käytön tuen määrästä ”Subscription Plans” ominaisuuden muodossa.

Tämän lisäksi VMware rajoittaa käyttöä vain kolmeen isäntäpalvelimeen (node), kun taas ilmaiseen Proxmoxiin ei ole lisätty teknisiä käyttörajoitteita. (VMware. 2017. Hinnat; Proxmox. 2017. Hinnat.)

Pienyrityksen kasvu voi olla myös vaikeammin ennustettavissa, jolloin kiinteään hinnoitteluun perustuva VMware voi olla tulla kalliiksi, jos resursseja pitää yhäkkinä lisätä käyttäjäpiikin takia. Kun ajatellaan pienyritystä, joka kasvattaa ja kutistaa ympäristöään lisäämällä ja poistamalla palvelimia ”server poolista”, joustava hinnoittelumalli tai avoimen lähdekoodin vaihtoehto tulee paljon helpommaksi hallita. Yrityksien kannalta tärkeää on se, että ohjelmisto tukee myös Windows koneiden virtualisointia, joka johtikin Proxmox ohjelmiston valintaan opinnäytetyötäni varten.

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on siis esitellä Proxmox VE -ympäristöä ja sen käyttöä käsitellen aihetta pienyrityksen tarpeita seuraten. Pohdinnassa mietitään, mitä ominaisuuksia ja palveluita pienyritys tarvitsee hypervisorilta.

1.1 Termistö

Laitteisto ja komponentit

Host – Fyysinen isäntäpalvelin

Node – Palvelinklusteriin kuuluva fyysinen isäntäpalvelin

Klusteri – Useasta nodesta koostuva palvelinklusteri

Virtuaalipalvelin – Virtualisoitu palvelin, vieraskone, virtuaalikone

Hypervisor – Virtualisointiydin

KVM – Kernel-based Virtual Machine, virtualisointitekniikka

LXC – Linux Containers Virtual Machine, virtualisointitekniikka

CPU – Central Processing Unit, prosessori/suoritin

RAM – Random Access Memory, uudelleen käynnistäessä tyhjenevä keskusmuisti

Hard Disk – kovalevy/Massamuisti

NUMA – (Non-uniform memory access), jaetun muistin arkkitehtuuri

Ohjelmistot

Linux – avoimen lähdekoodin ydin joka perustuu Unix käyttöjärjestelmään

Kerneli – ydin joka määrittelee käyttöjärjestelmän rakenteet ja ominaisuudet

Jakelu – Linux käyttöjärjestelmän jakelu tai kohderyhmälle/kohdekäyttöön tehty versio

Firmware – laiteohjelmisto

Repositorio - Ohjelmistopakettien tietokanta

Lisenssi – Maksettu käyttöoikeus johonkin ohjelmistoon

Proxmox – rautatason hypervisoriratkaisu fyysisten palvelinten virtualisointiin

Open Source – Avoin lähdekoodi, eli ilmainen ja vapaasti muokattavissa oleva ohjelmisto

ext4 – ext4 on Linuxin neljännen sukupolven tiedostojärjestelmä

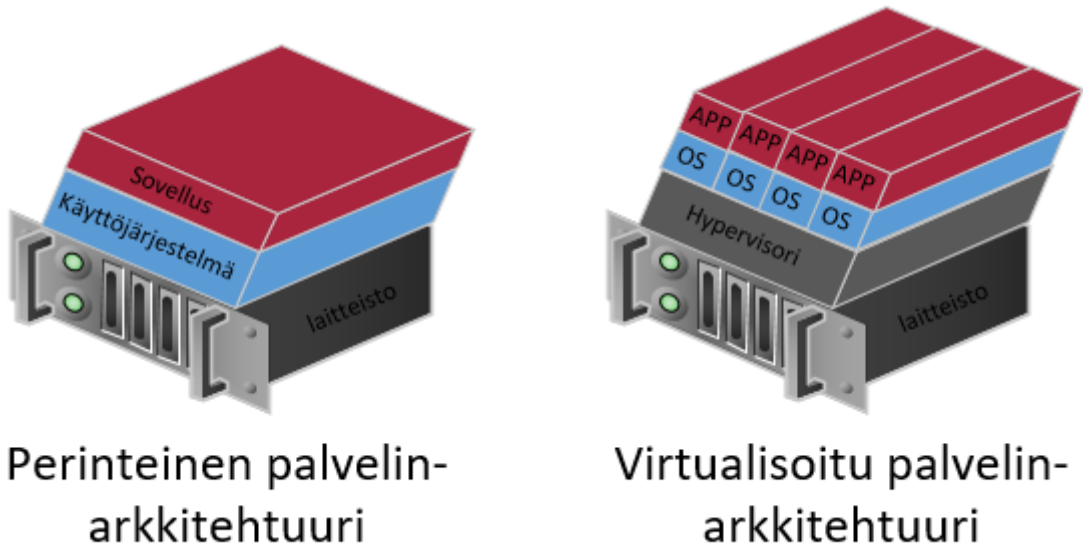
zfs – zfs on Oraclen kehittämä suurille levyjärjestelmille optimoitu tiedostojärjestelmä

Verkko ja tietoliikenne

NAT – eli osoitteenmuunnos julkisesta IP-osoitteesta sisäverkon osoitteistoon.

2 Virtualisointi

Virtualisointi on useiden toisistaan eristettyjen käyttöjärjestelmien suorittamista yhdestä palvelimesta jakaen sen resursseja käynnissä oleville virtuaalikoneille. Virtualisointi toimii siten, että palvelinraudan ja suoritettavien virtuaalikoneiden välissä toimiva Hypervisor (kuva 1) varaa ja jakaa isäntäkoneen resursseja kuten Prosessorin, RAM-muistin ja verkon, palvelimella toimivien virtuaalikoneiden kesken.



Kuva 1. Palvelinarkkitehtuurit (Malli: vmgate sivuston arkkitehtuuripiirustus.)

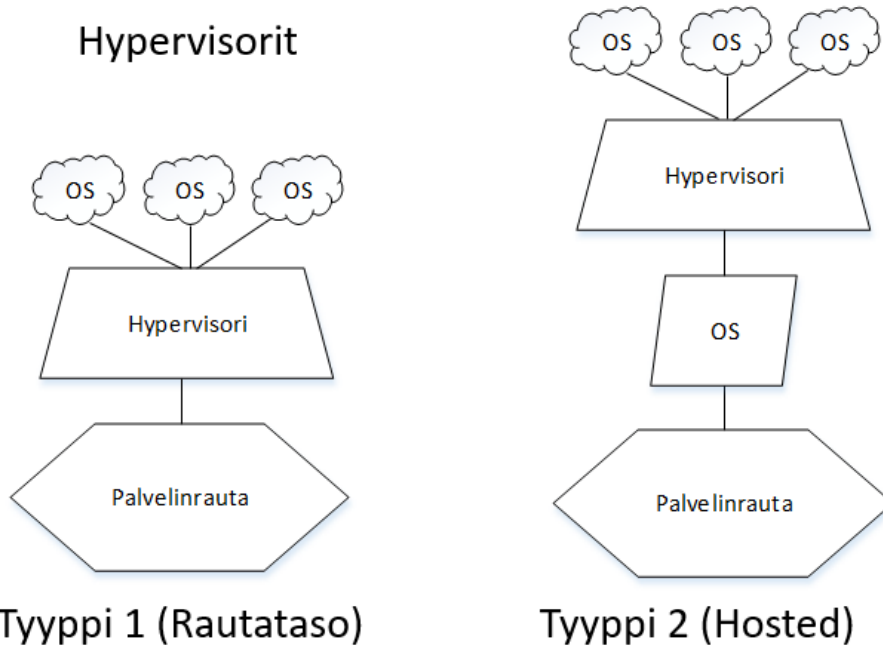
Yksinkertaisimmillaan virtualisointi voi säästää rahaa tilanteessa, jossa verkkosivulle ja sen yhteydessä toimivalle tietokannalle tarvittaisiin omat erilliset fyysiset palvelimet mutta ne päätetään mieluummin virtualisoida. Sen sijaan, että ostetaan erilliset palvelimet sekä verkkosivulle ja tietokannalle, yksi palvelin voidaan virtualisoida ja siinä voidaan suorittaa molemmat ympäristöt. Näin yritys säästää hankintakustannuksissa, sähkölaskussa, tilakustannuksissa sekä ylläpitokustannuksissa.

Virtualisoituja palvelimia voidaan hallita graafisten käyttöliittymien kautta, ja ylläpitäjän tehtävät helpottuvat, kun fyysinen ympäristö rajoittuu yhteen palvelimeen ja sen osiin. Ainoa lisäkustannus on hypervisorin lisenssi ja sen säännöllinen vuosittainen uusiminen. Tämän johdosta tässä tutkielmassa päädyttiin tutkimaan yrityksille ja organisaatioille sopivia ilmaisia vaihtoehtoja.

Proxmox täyttää teknologian kannalta pienyrityksen perusvaatimukset riittävästi ja sen käyttämiseen ei tarvita tuhansia euroja maksavia lisenssejä. Proxmoxin rahoitus perustuu vaihtoehtoisiin lisensseihin, jotka mahdollistavat virallisen tuotetuen ohjelmistoille. Tukea saa myös Proxmoxin foorumeilta, vaikka lisenssiä ei olisikaan. Rekisteröinti foorumeille on ilmaista.

3 Hypervisorit

Hypervisorit on ohjelmisto, laiteohjelmisto tai palvelinlaitteisto, joka luo ja suorittaa virtuaalikoneita. Palvelinta, joka suorittaa yhtä tai useampaa virtuaalikonetta, kutsutaan isäntäkoneeksi ja jokaista suoritettavaa virtuaalikonetta kutsutaan vieraskoneiksi.



Kuva 2. Hypervisorit (Malli: Gerald J. Popekin ja Robert P. Goldbergin 1974 Hypervisorit kuva.)

Hypervisorit (kuva 2) antaa vieraskoneille virtuaalisen käyttöympäristön sekä laiteresurssit ja hallinnoi vieraskoneiden suorittamista. Useat eri vieraskoneiden käyttöjärjestelmät saattavat jakaa virtualisoidut laitteistoresurssit samaan aikaan. Proxmoxissa voidaan käyttää joko KVM- tai LXC-virtualisointia.

LXC toimii Proxmoxin päällä käyttäen sen kerneliä samanaikaisesti muiden LXC vieraskoneiden kanssa. Tästä johtuen vieraskoneilla ei voi tehdä kernelin muokkauksia.

Lisäksi LXC vieraskoneen käyttöjärjestelmän tulee olla yhteensopiva isäntäpalvelimen kernelin kanssa, eli esimerkiksi Windows ei toimi Proxmoxin Linuxiin perustuvan kernelin kanssa, vaan vaatii täydellisen KVM virtualisoinnin omalla kernelillään. (Virtuutopia 2017)

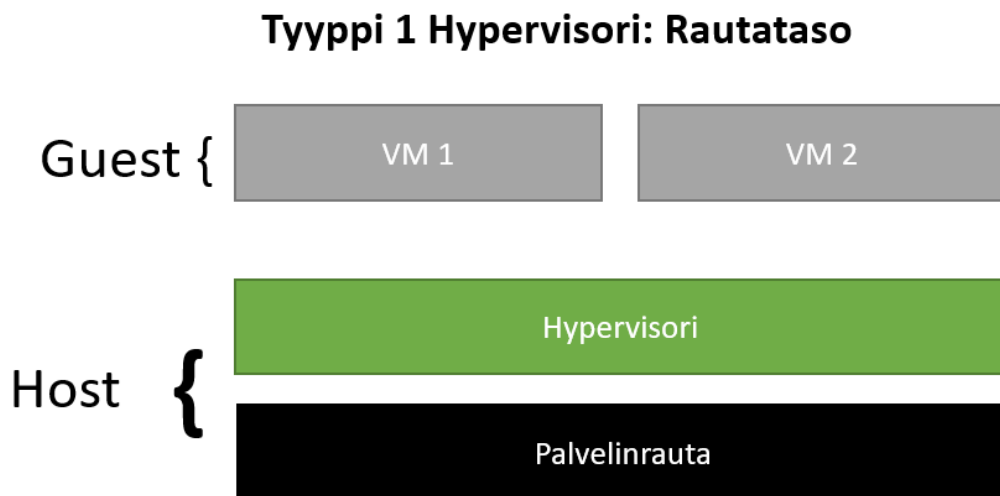
Myöskään versioon 2.6 perustuvat Linux käyttöjärjestelmät eivät toimi, jos isäntäpalvelimen kerneli on esimerkiksi versio 2.4 (Virtuutopia, 2016; Wasim Ahmed, 2014.)

KVM-virtualisoinnissa isäntäpalvelin toimii muokatulla kernelillä, joka sisältää laajennuksia (KVM Module). Laajennukset on suunniteltu hallitsemaan ja ohjaamaan useita vieraskoneita, joissa kussakin on oma vieraskäyttöjärjestelmänsä. Toisin kuin LXC-virtualisoinnissa, KVM-virtualisoinnissa jokaisella vieraskoneella on oma kernelinsä, minkä johdosta myös Windows toimii tässä virtualisoinnissa riippumatta Proxmoxin Linuxiin perustuvasta ytimeistä. Tässä tapauksessa Linuxin vieraskoneillakin voi siis muokata kerneliä. (Virtuotopia, 2016; Wasim Ahmed, 2014.)

KVM:n suurin ero LXC:hen on se, että KVM on täysi laitteistotason virtualisointi, ja LXC on kevyt käyttöjärjestelmätason virtualisointi. LXC-virtualisoinnilla ei jaetun kernelin takia voi suorittaa Windows-käyttöjärjestelmää- tai kerneliä Linux-ympäristöissä.

3.1 Tyyppi 1 Hypervisor

Hypervisor tyyppi 1 toimii suoraan isäntäpalvelimen raudan päällä, ilman mitään ylimääräistä käyttöjärjestelmää. Toiminnot on koodattu käyttöjärjestelmän sijaan suoraan laiteohjelmistoon.

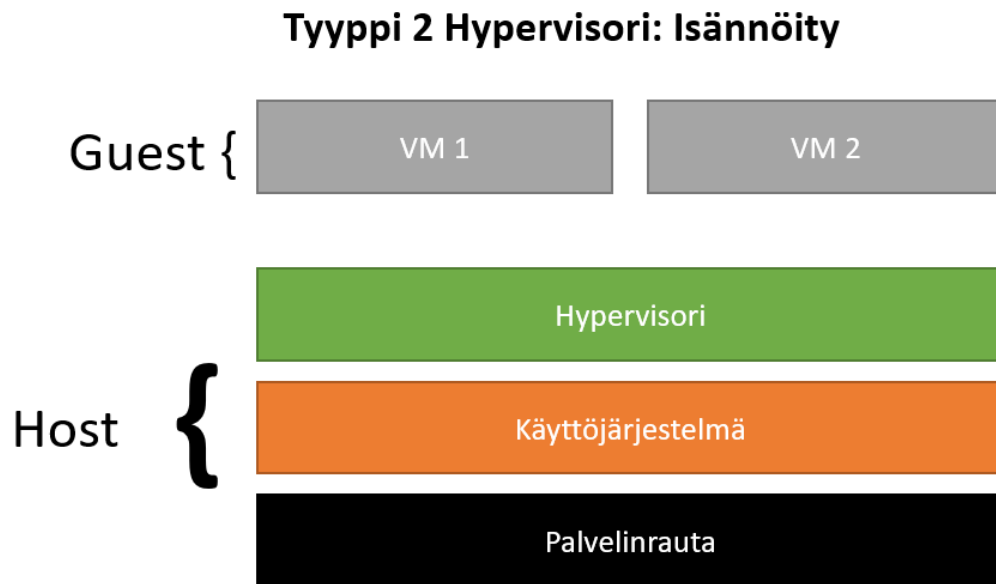


Kuva 3. Hypervisor tyyppi 1 (Malli: vmgate sivuston Hypervisor kuva.)

Hypervisor tyyppi 1 on myös turvallisempi ja nopeampi, koska siinä ei ole välissä käyttöjärjestelmää, joka saattaisi sisältää haavoittuvuuksia, jotka vaarantavat muut sen päällä toimivat virtuaalikoneet. Esimerkkejä hypervisor tyyppi 1:sta ovat Proxmox, VMware ESXi, Microsoft Hyper-V, Citrix/Xen Server.

3.2 Tyyppi 2 Hypervisor

Hypervisor tyyppi 2 asennetaan käyttöjärjestelmän päälle, jolloin se sitten tukee muita käyttöjärjestelmiä itsensä päällä.



Kuva 4. Hypervisor tyyppi 2 (Malli: vmgate sivuston Hypervisor kuva.)

Hypervisor tyyppi 2 on täysin riippuvainen isäntäkoneen käyttöjärjestelmästä ja ongelmat isäntäkoneen käyttöjärjestelmässä vaikuttavat suoraan myös sen päällä pyöritettäviin hypervisoreihin ja virtuaalikoneisiin. Tämä voidaan kuitenkin valita, jos hypervisor tyyppi 1:stä ei voida asentaa esimerkiksi vuokrapalvelimelle, tai jos hypervisoria pyörittävää isäntäkoneita käytetään muihinkin tarkoituksiin, jolloin sitä halutaan hallita. Esimerkkejä hypervisor tyyppi 2:sta Oracle Virtual Box, Microsoft Virtual PC, VMware Workstation

4 Ohjelmistovaihtoehdot

Alla on taulukko, joka kertoo Proxmoxin ja VMware ESXi:n eroista. Taulukossa on luettelo keskeisistä yrityskäyttöön kuuluvista toiminnoista

Vertailutaulukko virtualisointiohjelmistoista			
Sovelluksen nimi ja versio (VM = Virtual Machine)	Proxmox VE 4.4	VMware ESXi 6.5 Essentials	VMware ESXi 6.5 Essentials Plus
Usean VM:n luominen	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Usean VM:n samanaikainen ajo	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Varmuuskopiointi ja palautus	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Snapshottien otto	Kyllä	Kyllä	Kyllä
KVM virtualisointi	Kyllä	Kyllä	Kyllä
LXC/OpenVZ virtualisointi	Kyllä	Ei	Ei
VM:n Replikointi	Kyllä	Ei	Kyllä
Live Migraatio	Kyllä	Ei	Kyllä
HA (High Availability)	Kyllä	Ei	Kyllä
Keskitetty Hallinta	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Tyyppi 1 Hypervisor	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Avoin lähdekoodi	Kyllä	Ei	Ei
Kaupallinen käyttö sallittu	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Lisenssin hinta (5.10.2017)	Ilmainen tai alk. (5,83€ /kk/cpu)	650,52€ /vuosi/ 3 palvelinta	5245,52€ /vuosi/ 3 palvelinta

Yksityiskohtaisten selvitysten jälkeen päädyin käyttämään Proxmox VE:tä, koska se sisältää kaikki oleellimmat VMwaren tarjoamat ydintoiminnot ilmaiseksi ja tarjoaa myös maksullisen tuen vaihtoehdon siitä kiinnostuneille käyttäjille ja yrityksille.

5 Proxmox

Proxmox on vuonna 2008 julkaistu virtualisointialusta. Se on debian-pohjainen Linux muokattuna Ubuntu LTS 4.4 kernelillä joka sallii virtuaalikoneiden ja linux konttien luomisen sekä hallinnoinnin. Se jaetaan rauta-tason asennuksena joka sisältää web-käyttöliittymän hallinnointia varten. Vaihtoehtoisesti sen saa myös asennettua olemassa olevan Debian-käyttöjärjestelmän päälle isännöitynä asennuksena.

5.1 Proxmoxin historiaa

Proxmoxin kehitys alkoi, kun Djetmar ja Martin Mauer, kaksi Linux-kehittäjää huomasivat, että OpenVZ virtualisoinnille ei ollut vielä graafisia varmuuskopiointi ja hallinnointityökaluja. Proxmox käytti LXC:n sijaan OpenVZ tekniikkaa versioon 3.4 asti.

KVM ilmestyi samaan aikaan Linuxille ja se lisättiin Proxmoxiin pian sen jälkeen. Proxmox oli myös yksi ainoista alustoista, joka tarjosi avaimet käteen -ratkaisun kontti ja täysvirtualisoinnissa web-hallinnoitavalla käyttöliittymällä kaupallisten ratkaisujen tapaan.

(LWN.net 2010, ZDNet 2013)

Proxmox VE on lisensoitu GNU Affero General Public License, versio kolmen mukaan. Proxmox nimellä ei ole mitään erityistä merkitystä vaan se valittiin vain, koska verkkoosoite nimestä oli saatavilla.

5.2 Proxmoxin asennus

Proxmox vaatii toimiakseen 64-bittisen prosessorin (Intel EMT64 tai AMD64) sekä Intel VT:tä tai AMD-V:tä tukevan prosessori-emolevy yhdistelmän ja vähintään 1 GB RAM muistia.

Melkein mitkä tahansa modernit yrityskäyttöön suunnatut palvelinlaitteistot tai tehotyöasemat, jossa on Intelin V-Pro sarjan prosessori, täyttävät yllä olevat vaatimukset. Lisäksi Intel VT/AMD-V tulee olla otettu käyttöön BIOS-asetuksista.

Seuraavaksi kuvataan yksityiskohtaisesti Proxmoxin asennukseen vaadittavat toimenpiteet. Asennusprosessi alkaa .iso levykuvan latauksella osoitteesta <https://www.proxmox.com/en/downloads>. Tämä poltetaan CD/DVD-levylle joka laitetaan kohdekoneen tai palvelimen levyasemaan. Vaihtoehtoisesti se voidaan polttaa esimerkiksi USB tikulle käyttäen kolmannen osapuolen ohjelmia kuten PenDriveLinux ohjelmaa.

Proxmoxin asennusprosessi alkaa lisenssiohjeiden hyväksymisellä ja tallennuskohteen valitsemisella



Kuva 5. Proxmox tallennuskohde

Seuraavaksi valitaan tallennuslaitteet (kuva 5) sekä haluttu tiedostojärjestelmä "Options" painikkeen alta. Vaihtoehtoja ovat esimerkiksi ext4 ja ZFS. Oletuksena Proxmox tarjoaa ext4 tiedostojärjestelmää, joten sitä käytetään tässä opinnäytetyössä.



Location and Time Zone selection

The Proxmox Installer automatically makes location based optimizations, like choosing the nearest mirror to download files. Also make sure to select the right time zone and keyboard layout.

Press the Next button to continue installation.

- **Country:** The selected country is used to choose nearby mirror servers. This will speedup downloads and make updates more reliable.
- **Time Zone:** Automatically adjust daylight saving time.
- **Keyboard Layout:** Choose your keyboard layout.

Country: Finland
Time zone: Europe/Helsinki
Keyboard Layout: Finnish

Abort Next

Kuva 6. Proxmox kieliasetukset

Kuvassa 6 valitaan maa, aikavyöhyke, sekä näppäimistön layout.



Administration Password and E-Mail Address

Proxmox Virtual Environment is a full featured GNU/Linux system based on Debian. Therefore you should use a strong password with at least 5 characters.

All administrative emails are sent to the specified address.

Press the Next button to continue installation.

- **Password:** Please use strong passwords. Your password should be 8 or more characters in length. Also combine letters, numbers, and symbols.
- **E-Mail:** Administrator email address.

Password:
Confirm:
E-Mail: mail@example.invalid

Abort Next

Kuva 7. Proxmox salasana

Kuvassa 7 asetetaan Proxmoxiin admin-salasana ja sähköpostiosoite.



Network Configuration

Please verify the displayed network configuration. You will need a valid network configuration to access the configuration interface after installation.

Afterwards press the Next button to continue installation. The installer will then partition your hard disk and start copying packages.

- **IP address:** Set the IP address for the Proxmox Virtual Environment.
- **Netmask:** Set the netmask of your network.
- **Gateway:** IP address of your gateway or firewall.
- **DNS Server:** IP address of your DNS server.

Hostname (FQDN):	<input type="text" value="pve.example.invalid"/>
IP Address:	<input type="text" value="10.0.2.15"/>
Netmask:	<input type="text" value="255.255.255.0"/>
Gateway:	<input type="text" value="10.0.2.2"/>
DNS Server:	<input type="text" value="10.0.2.3"/>

Kuva 8. Proxmox-verkkoyhteydet

Seuraavaksi asetetaan Proxmoxiin verkkoasetukset (kuva 8). Näitä voidaan päivittää myöhemmin graafisen käyttöliittymän kautta.



Web Based Administration

Proxmox VE closes the gap between high performance Linux virtualization and the missing parts - easy deployment and management.

Proxmox VE is the number one choice for Linux based virtualization platforms.

- **JavaScript based GUI**
Fast search-driven interface, capable of handling several hundreds VMs.
- **Web Based Console**
SSL secured browser-integrated console view to all Virtual Servers and hosts.
- **Online Backup**
Backup (and restore) your running Virtual Servers.
- **Live Migration**
Move your running servers from one physical host to another without downtime.

extracting gnupg2_2.0.26-6+deb8u1_amd64.deb
52%

Kuva 9. Proxmoxin asennus

Kuvassa 9 on näkymä, kun Proxmox suorittaa asennusta.



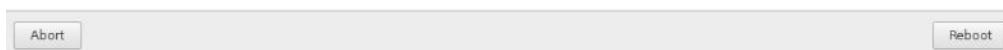
Installation successful!

The Proxmox Virtual Environment is now installed and ready to use.

- **Next steps**

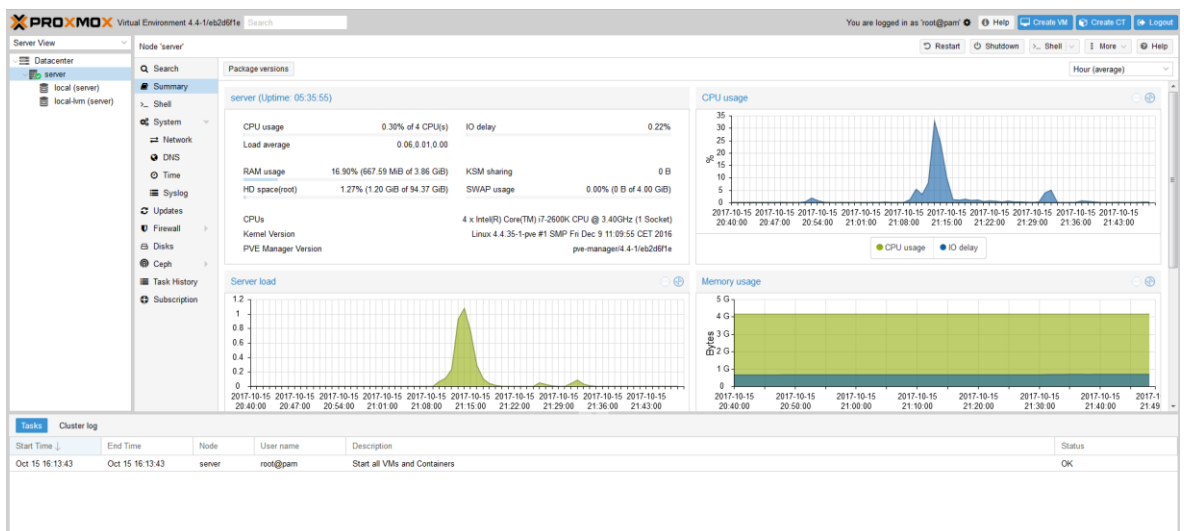
Reboot and point your web browser to the selected IP address.

Also visit www.proxmox.com for more information.



Kuva 10. Proxmox valmis

Kuvassa 10 on näkymä, kun Proxmox on asennettu. Web-käyttöliittymä löytyy Proxmoxille määritetyn IP-osoitteen takaa. Tähän voidaan päästä käsiksi selaimella samassa verkossa olevan tietokoneen tai palvelimen avulla.



Kuva 11. Proxmoxin web-hallinta

Kuvassa 11 on esillä Proxmoxin web-käyttöliittymän yleisnäkymä. Tässä näkymässä voidaan seurata esimerkiksi yksittäisten virtuaalikoneiden tai isäntäpalvelimen resurssien kulutusta.

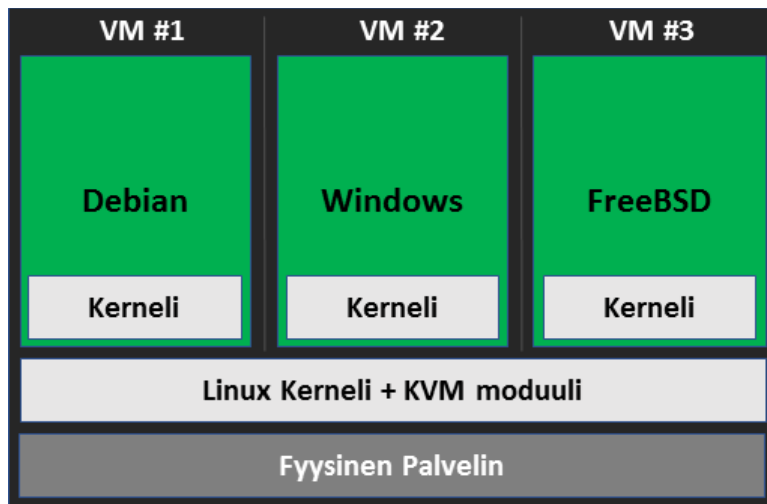
5.3 Virtualisointitekniikat

Ennen virtuaalipalvelimien luontia, on hyvä tietää Proxmoxin virtualisointitekniikat. Virtualisointitekniikat Proxmoxissa ovat joko KVM- tai LXC-virtualisointi.

5.3.1 KVM

KVM eli Kernel-based Virtual Machine on avoimeen lähdekoodiin perustuva laitteistotason virtualisointi, eli jokaisessa virtuaalikoneessa on täysin yksilöllinen virtualisoitu laitteisto (Proessori, Muisti, Levy, ja Verkkokortti.) Tämän johdosta KVM virtuaalikone tarvitsee isäntäpalvelimelta Intel VT tai AMD-V prosessorilaajennukset ja muokatun kernelin, jossa on KVM moduuli. (KVM Tietosisältö 2017.)

KVM virtuaalikoneilla voi suorittaa sekä Windows ja Linux käyttöjärjestelmiä.



Kuva 12. KVM virtualisoinnin topology (Mallina BuyVM 2010)

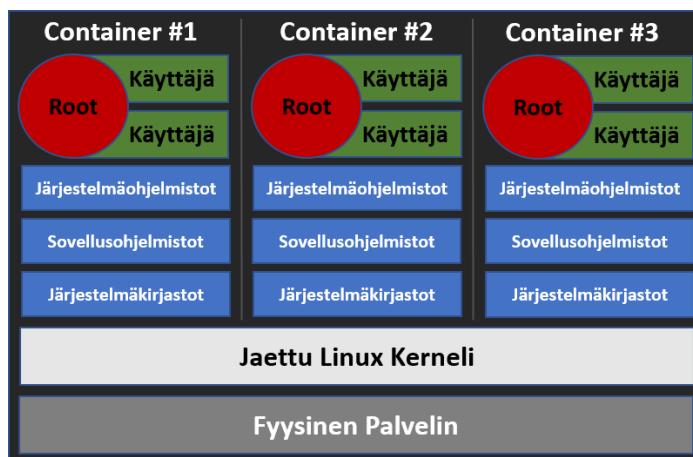
Kuvassa 12 on esitelty KVM virtualisoinnin rakenne. Kuvassa on esimerkkinä kolme toisistaan eristettyä käyttöjärjestelmää, jotka pyörivät Linux-pohjaisen isäntäpalvelimen (node) sisällä nojaten isäntäpalvelimen KVM-moduuliin. Virtuaalikoneet käyttävät isäntäpalvelimen resursseja, jotka jakautuvat joko tasapuolisesti virtuaalikoneiden välillä tai erikseen säädettyjen sääntöjen mukaisesti.

KVM tulisi valita silloin kun on tarvetta suorittaa Windows käyttöjärjestelmää tai muokata Linuxin kerneliä johonkin tiettyyn päivitykseen tai versioon. Esimerkiksi Docker-ohjelmisto vaatii laitteistotason (KVM) virtualisoinnin toimiakseen oikein. Jos ei tiedä kumpi kannattaa valita, voi varmuuden vuoksi ottaa KVM:n varmistaakseen, että kaikki toimii oikein.

5.3.2 LXC

LXC eli Linux Containers on käyttöjärjestelmätason virtualisointi, joka käyttää Linux kernel cgroups toimintoa virtualisoidessaan erillisiä käyttöjärjestelmiä. LXC käyttää huomattavasti vähemmän järjestelmäresursseja, koska jokainen kontti jakaa saman kernelin, jolloin jokaiselle virtuaalikoneelle ei tarvitse suorittaa omaa kerneliä. Suorituskykyerot näkyvät erityisesti yli kymmenen virtuaalikoneen kokonaisuuksissa, jolloin kymmenen erillisen kernelin sijasta suoritetaan vain yksi jaettu kerneli, joka sijaitsee isäntäpalvelimessä. Tästä johtuen LXC-virtualisointi tukee vain Linux-käyttöjärjestelmää.

Jokaisella LXC vieraskoneella on oma "root file system" mutta ne jakavat yhteisesti isäntäpalvelimen kernelin. Tämä on mahdollista koska isäntäpalvelimen kernel voi vaihtaa dynaamisesti nykyistä root file -systeemiä (chroot) toiseen root file -systeemiin sammuttamatta koko systeemiä välissä. Käytännössä container-tyyppinen virtualisointi perustuu tähän toimintoon. (Oracle. 2017.)



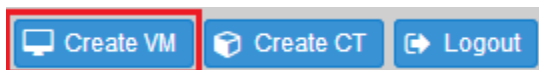
Kuva 13 LXC virtualisoinnin topology (Mallina BuyVM 2010)

LXC tulisi valita, jos arvostetaan suorituskykyä ja nopeutta silloin kun ei ole tarvetta tehdä kernel-muokkauksia Linuxiin.

6 Proxmoxin käyttö

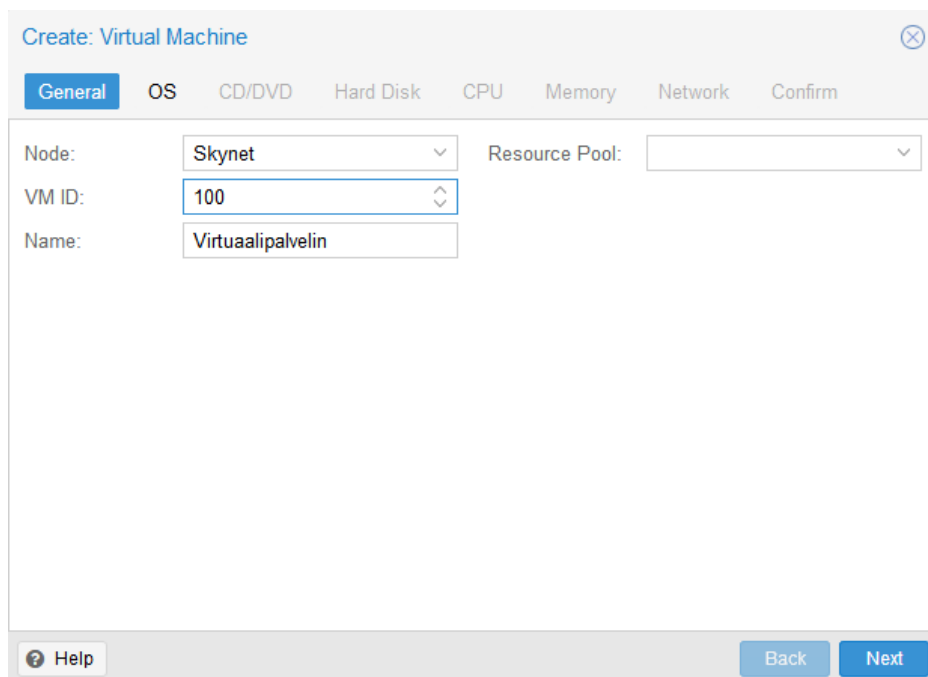
6.1 Virtuaalikoneen luonti

Virtuaalikoneen luonti aloitetaan päänäkökuvan ylävalikosta:



Kuva 14. Proxmoxin ylävalikko

Kuvassa 14 valitaan joko VM (KVM virtuaalikone) tai CT (Linux Container [LXC])



Create: Virtual Machine

General OS CD/DVD Hard Disk CPU Memory Network Confirm

Node: Skynet Resource Pool:

VM ID: 100

Name: Virtuaalipalvelin

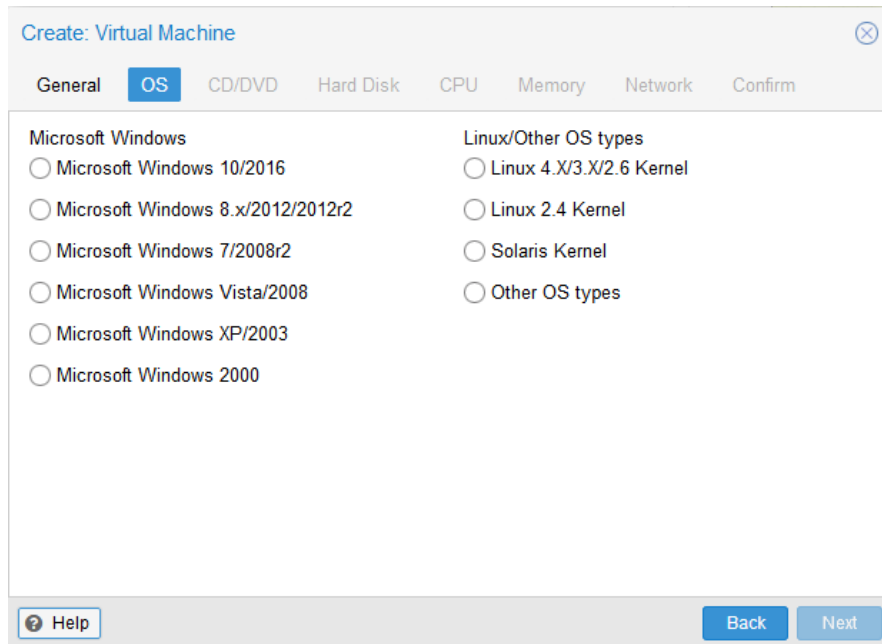
Help Back Next

Kuva 15. Proxmox general

Kuvassa 15 General välilehdeltä valitaan haluttu isäntäpalvelin (node) luotavalle virtuaalipalvelimelle, jos klusterissa on useita fyysisiä palvelimia. VM ID tulee olla "100" tai enemmän LXC:n vaatimusten takia. alemmat numeroarvot ovat varattuina, joten niitä ei voi käyttää. Tämä rajoitus koskee myös KVM virtuaalikoneita. (Proxmox Forum 2011)

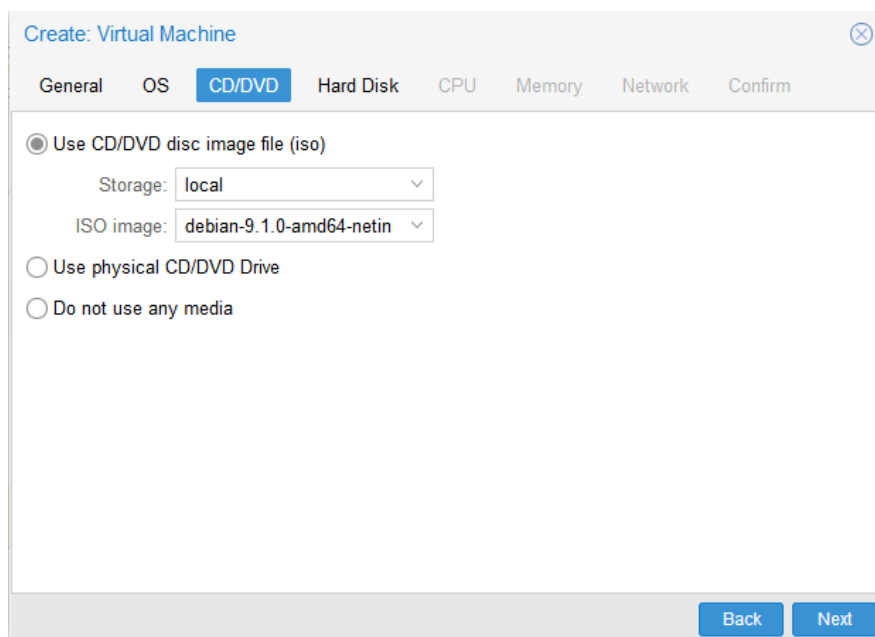
Virtuaalipalvelimelle voidaan antaa myös nimi tunnistamisen helpottamiseksi. Tämä ei kuitenkaan ole virtuaalipalvelimen hostname, vaan sen käyttö rajoittuu vain Proxmoxiin.

Resource Pool vaihtoehto voidaan valita, jos ympäristössä on esimerkiksi useampi isäntäpalvelin (node), jotka on lajiteltu muun muassa eri käyttötarkoitusten mukaan.



Kuva 16. Proxmox OS

Kuvassa 16 OS välilehdeltä valitaan optimaaliset virtualisointiasetukset riippuen virtuaali-palvelimessa käytettävästä käyttöjärjestelmätyypistä. Koska tässä esimerkissä asennetaan Debian 9 -palvelinta, valitsemme sitä vastaavan "Linux 4.X/3.X/2.6 Kernel" vaihtoehdon ja siirrymme eteenpäin.



Kuva 17. Proxmox-levykeasemat

Kuvassa 17 CD/DVD välilehdeltä valitaan aikaisemmin isäntäpalvelimelle (nodelle) lähetytty levykuva joka on tässä tapauksessa "debian-9.1.0-amd64-netinst.iso".

Create: Virtual Machine ✕
 General OS CD/DVD **Hard Disk** CPU Memory Network Confirm

Bus/Device: SATA 0 Cache: Default (No cache)
 Storage: local No backup:
 Disk size (GB): 32 Discard:
 Format: QEMU image format (qco) IO thread:

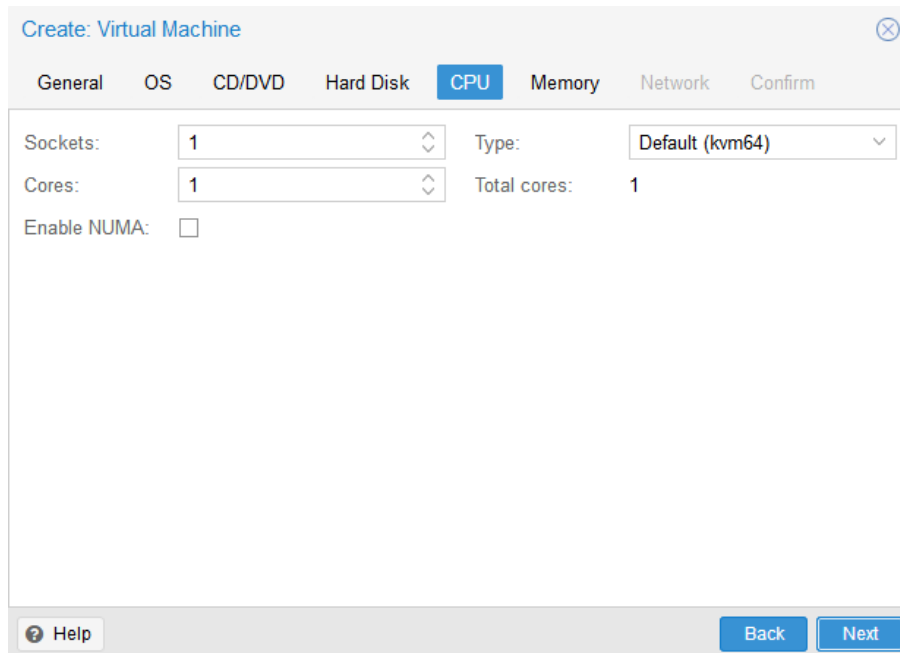
Help Back Next

Kuva 18. Proxmox kovalevy

Kuvassa 18 Hard Disk välilehdeltä voidaan valita levyn tyyppi (IDE, SATA, SCSI, VirtIO) sekä virtuaalikoneen kovalevyn suuruus. Kovalevy on käytön mukaan laajeneva valittuun kokoon asti, eli tässä valittu koko 32 GB ei heti vastaa 32 GB:n kovalevytiedostoa isäntäpalvelimen levyllä.

Virtuaalipalvelimen kovalevyn tallennuskohteeksi valitaan auto-generoitu "local". Useamman isäntäpalvelimen klusterissa voidaan kohteeksi valita myös virtuaalipalvelinta suorittavan isäntäpalvelimen ulkopuolinen isäntäpalvelin (node).

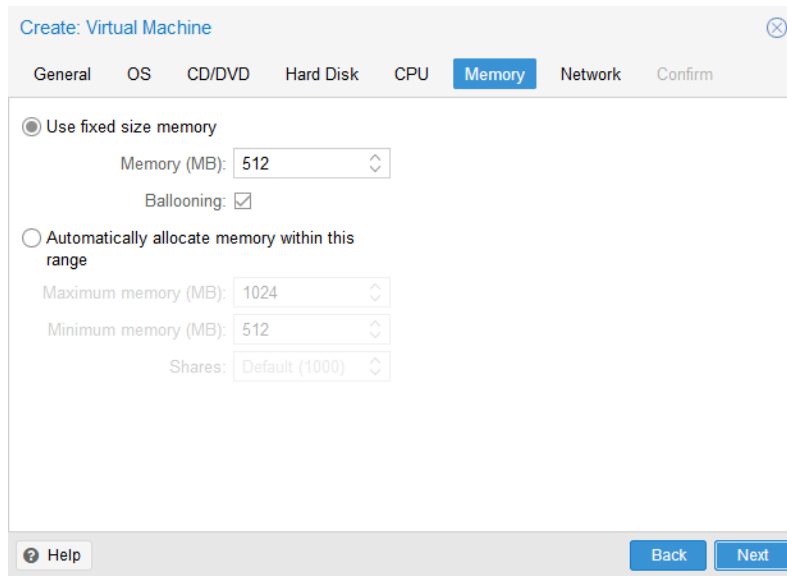
Myös mahdollinen välimuisti voidaan valita tallennus- ja luku-operaatioiden nopeuttamiseksi. Vaihtoehdot ovat: Ei välimuistia, Direct Sync, Write Through ja Write Back (katso tarkemmin kappaleesta 6.3: Välimuisti).



Kuva 19. Proxmox prosessori

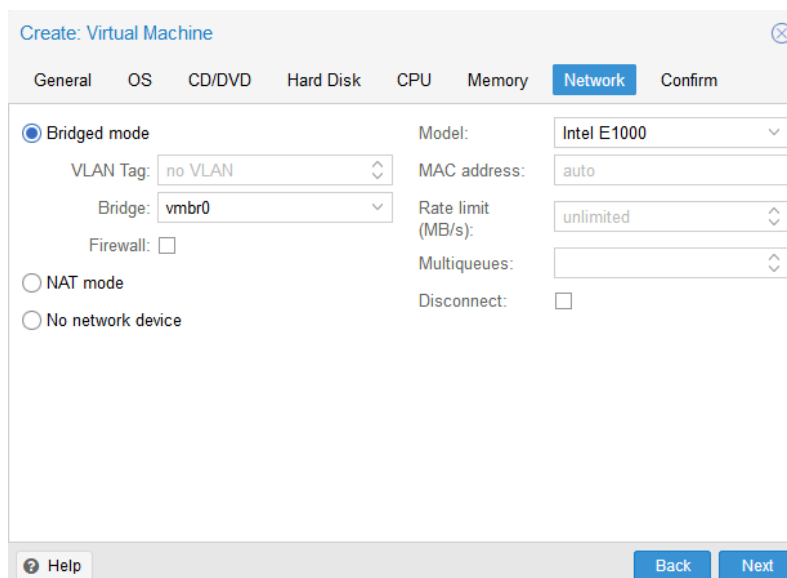
Kuvassa 19 CPU välilehdeltä valitaan virtuaalipalvelimen prosessorien ja ytimien määrä. Jos isäntäpalvelimella on useampia fyysisiä prosessoreita, niin välilehden "Sockets" arvoa voidaan muokata prosessorien määrän mukaan.

Non-uniform memory access (NUMA) eli jaetun muistin arkkitehtuuri voidaan ottaa käyttöön isäntäkoneissa, joissa on enemmän kuin yksi prosessori. Tämä asetus valitsee fyysisesti kutakin prosessoria lähimmät muistipiirit, kun resursseja jaetaan eri virtuaalipalvelimien kesken. (Manchanda & Anand, 2010)



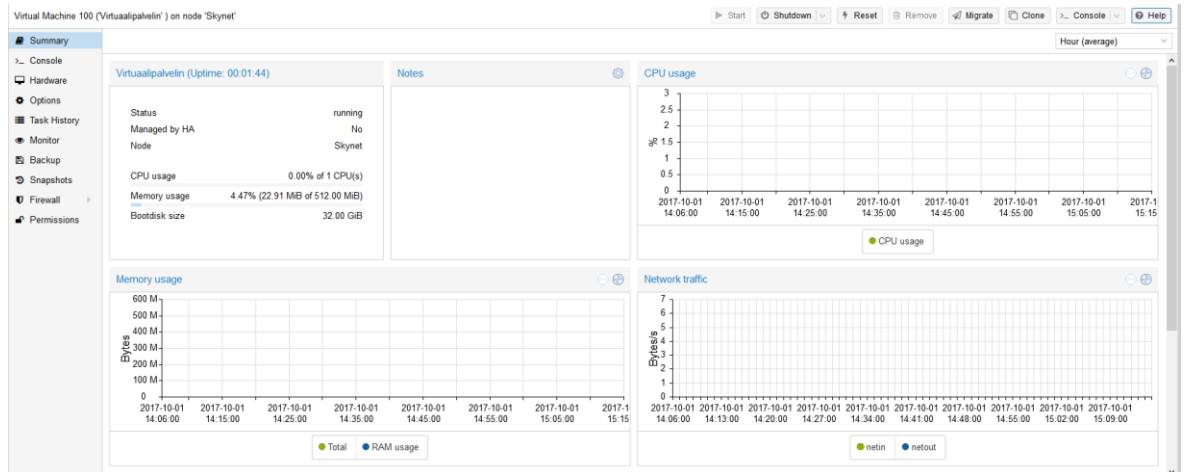
Kuva 20. Proxmox muisti

Kuvassa 20 Memory välilehdellä virtuaalipalvelimelle valitaan työmuistin (RAM) määrä. Määrän ei tulisi ylittää isäntäkoneen työmuistin (RAM) määrää, tai muuten käyttö voi hidastua, kun osa työmuistista tallentuu kovalevyn swap tiedostolle. Ballooning tarkoittaa, että virtuaalikone ei oletuksena vie valitun muistin määrää isäntäpalvelimelta, vaan virtuaalipalvelimen varaama työmuisti (RAM) vastaa sen todellista käyttöä.



Kuva 21. Proxmox Verkko

Kuvassa 21 Network välilehdellä valitaan verkon tyyppi, joka voi olla isäntäpalvelimessä määritetty siltaus, NAT (Osoitteenmuunnos), tai ei verkkolaitetta. Myös eri virtuaalipalvelimien välinen virtuaaliverkko voidaan määrittää antamalla erillinen tunniste "VLAN tag" kohtaan. Palvelimen verkkolaitteelle voidaan antaa myös tietty MAC osoite tai jättää se tyhjäksi, jolloin se generoidaan automaattisesti.



Kuva 22. Proxmox hallintanäkymä

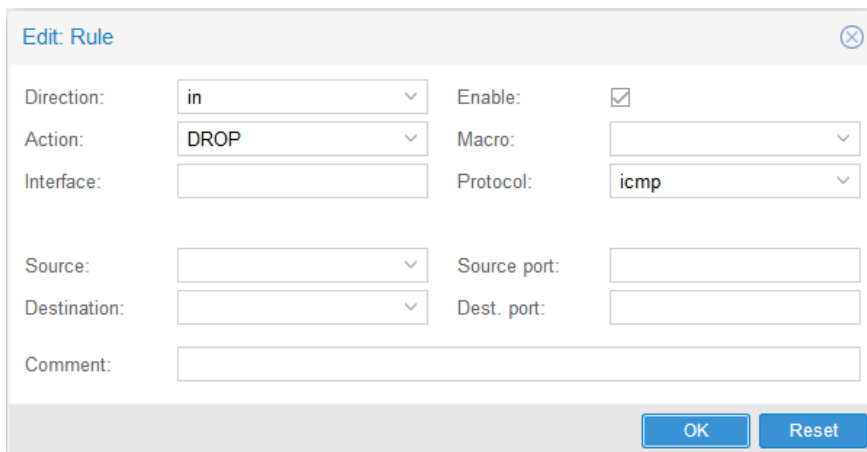
Virtuaalipalvelimen luonnin jälkeen päästään kyseisen palvelimen omaan hallintanäkymään. (Kuva 22) Tässä kohteessa voidaan tutkia yksittäisen virtuaalipalvelimen käyttöhistoriaa sekä vaihtaa aiemmin konfiguroituja asetuksia virtuaalipalvelimen ollessa pois päältä.

Esimerkiksi suoritusnopeuksien määrää tai muistia voi lisätä tai pienentää käytön mukaan isäntäpalvelimen resurssien puitteissa.

Virtuaalikoneelle voidaan myös määrittää automaattinen ajastettu backup haluttuun tallennuskohteeseen sekä monipuolisia palomuurisääntöjä käyttäen graafisia käyttöliittymiä (katso tarkemmin kappaleesta 6.2: Virtuaalipalvelimen palomuurisääntöjen hallinta.

6.2 Virtuaalipalvelimen palomuurisääntöjen hallinta.

Virtuaalipalvelimen sisällä voidaan tehdä tarvittavat palvelinkohtaiset palomuuriasetukset käyttäen iptables- tai nftables- työkaluja. Nämä asetukset voidaan tehdä myös helpommin käyttäen Proxmoxin omaa käyttöliittymää. iptables-työkaluun perustuvan valikon saa esiin halutun virtuaalipalvelimen hallintanäkymästä valitsemalla "Firewall".



The screenshot shows the 'Edit Rule' window in Proxmox. It contains the following fields and controls:

- Direction:** dropdown menu with 'in' selected.
- Action:** dropdown menu with 'DROP' selected.
- Interface:** empty text input field.
- Enable:** checked checkbox.
- Macro:** empty dropdown menu.
- Protocol:** dropdown menu with 'icmp' selected.
- Source:** empty dropdown menu.
- Source port:** empty text input field.
- Destination:** empty dropdown menu.
- Dest. port:** empty text input field.
- Comment:** empty text input field.
- Buttons:** 'OK' and 'Reset' buttons at the bottom right.

Kuva 23. Proxmox Palomuurisääntöjen hallinta

Tässä esimerkissä (Kuva 23) estämme kaiken palvelimelle tulevat icmp paketit kaikkiin virtuaalipalvelimen verkkolaitteisiin, kaikista osoitteista ja porteista kaikkiin portteihin. ACCEPT, DROP ja REJECT säännöissä on se ero, että "accept" sallii liikenteen, "drop" estää liikenteen vastaamatta ja "reject" estää liikenteen vastaten lähettäjälle.

6.3 Välimuisti

Isäntäpalvelin voi ottaa käyttöön levyn välimuistin (cache), jolloin esimerkiksi virtuaalikoneessa tehdyt muutokset kirjataan suoraan toteutuneiksi ja säilötään isäntäkoneen suorittimen välimuistiin tai työmuistille (RAM) ja kirjoitetaan myöhemmin virtuaalikoneen levyille (Esimerkkinä Writeback Cache) (Ahmed, 2014, s. 92).

6.3.1 Ei välimuistia

Tämä on oletusvaihtoehto uutta virtuaalipalvelinta luodessa. Isäntäkone ei laita virtuaalikoneen muutoksia omaan välimuistiinsa. Muutokset kirjataan toteutuneiksi sitä mukaa, kun kiintolevy ottaa niitä vastaan. Tämä ei tosin vaikuta virtuaalipalvelimen sisällä tehtyihin välimuistiasetuksiin, jossa se voidaan ottaa myös käyttöön.

6.3.2 Direct Sync

Tässä vaihtoehdossa Proxmox-isäntäpalvelin ei ylläpidä mitään välimuistia virtuaalipalvelimesta mutta virtuaalikoneen levykuva käyttää Write Through cachea. Tässä välimuistivaihtoehdossa muutokset hyväksytään vain, kun ne on kirjoitettu levylaitteelle. Tämä on turvallinen välimuistiasetus ja tietoja ei menetetä, vaikka isäntäpalvelimesta katkeaisi virrat kesken operaatioiden.

6.3.3 Write Through

Tässä vaihtoehdossa Proxmox-isäntäpalvelin ylläpitää sivutiedostoa virtuaalipalvelimesta samalla kuin virtuaalipalvelimen levyn välimuisti (cache) on pois käytöstä. Tämä nopeuttaa lukuoperaatioita mutta ei kirjoitusoperaatioita. Tämä on turvallinen välimuistiasetus, koska kirjoituksia ei laiteta välimuistiin.

6.3.4 Write Back

Tässä vaihtoehdossa Proxmox-isäntäpalvelin ylläpitää välimuistia virtuaalipalvelimen luku- ja kirjoitusoperaatioista, jolloin esimerkiksi virtuaalikoneessa tehdyt muutokset kirjataan suoraan toteutuneiksi ja säilötään isäntäkoneen suorittimen välimuistiin tai työmuistille (RAM) ja kirjoitetaan vasta myöhemmin virtuaalipalvelimen levyille. Tämä nopeuttaa luku- ja kirjoitusoperaatioita virtuaalipalvelimien sisällä huomattavasti, mutta isäntäkoneen virtakatkoksen tai laiterikon aikana välimuistissa vielä oleva kirjoittamaton data menetetään. (Wasim Ahmed, Mastering Proxmox s. 92)

7 Loppupäätelmät

Opinnäytetyötä tehdessä huomasin, että Proxmox tarjoaa teknisesti kaikki samat ydinominaisuudet kuin VMware ESXi 6.5. Ympäristö oli luotettava ja helppo käyttää ja en huomannut sitä käyttäessä mitään ongelmia tai virheitä. Oletan kuitenkin, että moni valitsee VMware:n käyttöönsä sen takia, että olettaa sen olevan luotettavampi ympäristö sen käytölukujen kannalta. Tätä mielipidettä tukee myös VMware:n runsas ohjekirjallisuuden paljous sekä lukuisat nettikeskustelut eri ongelmatilanteiden ratkaisuista. Proxmoxille ainoa ohjekirjallisuus on Wasim Ahmedin ”Mastering Proxmox” teos sekä Proxmoxin omilta sivuilta löytyvä ”pve-admin-guide” dokumentti.

Suurimpana erona hypervisorien välillä on kuitenkin niiden hinta sekä käytännön tuki, ja aina saatavilla oleva asiantuntijatiimi, jossa Proxmox ei voi kilpailla VMware:n resursseja vastaan edes maksullisilla lisenssipaketeilla.

Siinä missä VMware tarjoaa erikseen maksullista ympärivuorokautista tukea välittömästi ongelmien ilmenemisten jälkeen, Proxmox taas lupaa vastata erillisiin tukipyyntöihin yhden työpäivän kuluessa, olettaen että yritys maksaa erillisestä tuotetukeen perustuvasta lisenssistä.

Kynnyskysymys onkin se, että riittääkö yrityksellä seikkailuintoa vaihtaa avoimen lähdekoodin ratkaisuun, hyödyntäen yrityksen omaa sisäistä osaamista vai pysytäänkö kalliissa räätälöidyissä ratkaisuissa, johon tuotetuen saa halutessaan lisämaksusta välittömästi mahdollisten ongelmien ilmenemisessä.

Ratkaisevana seikkana lieneekin se, että mikä riittää pienyrityksen tarpeisiin. Proxmox tarjoaa teknisesti samanlaiset perustoiminnot kuin VMware, mutta jos yrityksellä ei riitä oma osaaminen ja intoa ongelmanratkaisuun ei ole, niin VMware ratkaisu voi tarjota enemmän turvaa kalliimmalla hintalapulla.

8 Oma Pohdinta

Ammatillisesta näkökulmasta katsoen, tämä opinnäytetyö on edistänyt tietojani virtualisoinnista sekä siihen liittyvistä teknologioista ja ohjelmistoista. Koen osaavani neuvoa esimerkiksi työnantajaa paremmin eri virtualisointiratkaisuissa sekä virtualisointiin liittyvissä projekteissa tämän opinnäytetyön tekemisen jälkeen.

Ymmärrän paremmin, miten virtualisointi toimii, ja osaan esittää vaadittavat laitteistovaatimukset esimerkiksi työnantajalle aihealueeseen liittyvissä projekteissa. Kykenen havaitsemaan paremmin eri virheet omien kokemuksieni pohjalta. Esimerkiksi jos tehtävänä on asentaa Virtuaalipalvelin ja Docker, osaan kertoa, että siihen tarvitaan KVM-pohjainen virtuaalipalvelin omalla kernelillään, eikä esimerkiksi LXC virtuaalipalvelin sovellu pyörittämään Docker-alustaa sellaisenaan ilman isäntäkoneen kerneliin tehtyjä muutoksia.

Opinnäytetyössäni ongelmia tuotti aiheen hankaluus sekä aihealueen vähäinen suomenkielisten materiaalien saatavuus. Minulla oli jo peruskäsitys virtualisoinnista ennen opinnäytetyön aloittamista, mutta aiheen syvälinen ymmärrys vei oman aikansa. Ongelmaksi muodostui myös ympäristön rakentaminen. Alkuperäinen suunnitelma oli luoda paikallinen Proxmox-asennus oppilaitoksen tarjoamaan työasemaan erityistilassa. Päädyin kuitenkin kokeilemaan vuokrapalvelinta, jonka jälkeen koin parhaaksi käyttää omaa paikallista konetta. Helppoa taas oli Proxmoxin ominaisuuksien käyttäminen koska harjoittelua oli kertynyt jo huomattava määrä.

Opinnäytetyön jatkokehitysmahdollisuudet voisivat liittyä esimerkiksi useamman isäntäpalvelimen klusteriin tai korkean käytettävyyden klusteriin, jossa yhden isäntäpalvelimen vikaantuessa virtuaalikoneet käynnistyvät automaattisesti toisessa klusteriin kuuluvassa isäntäpalvelimessä.

Lähteet

Francisco. 2010. OpenVZ vs KVM. Luettavissa: Luettavissa: <https://buyvm.net/openvz-vs-kvm>. Luettu 27.4.2017.

Gerald J. Popek and Robert P. Goldberg. 1974. Formal Requirements for Virtualizable Third Generation Architectures.

Hussain, S. 2017. Introduction to Virtualization. Luettavissa: <http://vmgate.com/introduction-to-virtualization>. Luettu 27.8.2017.

KVM Tietosisältö. 2017. Kernel Virtual Machine. Luettavissa: <http://www.linux-kvm.org>
Luettu: 24.3.2017.

Nakul Manchanda and Karan Anand, 2010. Non-Uniform Memory Access (NUMA).
Luettavissa: <http://www.cs.nyu.edu/~lerner/spring10/projects/NUMA.pdf>
Luettu 1.10.2017.

Oracle. 2017. About Linux Containers. Luettavissa: https://docs.oracle.com/cd/E37670_01/E37355/html/ol_about_containers.html
Luettu: 24.3.2017.

Proxmox Forum 2011. Luettavissa: <https://forum.proxmox.com/threads/bug-creation-of-openvz-with-vmid-less-than-100.5721/> Luettu 15.10.2017

Proxmox. 2017. Hinnat. Luettavissa: <https://www.proxmox.com/en/proxmox-ve/pricing>
Luettu: 5.10.2017.

Proxmox Historia. 2010. Luettavissa: <https://lwn.net/Articles/375930/>. Luettu: 6.10.2017

Proxmox Historia 2. 2013. Luettavissa: <http://www.zdnet.com/article/happy-5th-birthday-proxmox/>. Luettu: 6.10.2017

Virtuatopia. 2017. An Overview of Virtualization Techniques. Luettavissa:
http://www.virtuatopia.com/index.php/An_Overview_of_Virtualization_Techniques
Luettu 2.10.2017.

VMware. 2017. Hinnat. Luettavissa:

http://store.vmware.com/store/vmwde/en_IE/cat/ThemeID.29219600/categoryID.66680900?src=eBIZ_StoreHome_Featured_Essentials_EU. Luettu: 5.10.2017.

Wasim, A. 2016. Mastering Proxmox.