

Infrastruktuuri pilvipalveluna

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Tietotekniikan koulutusohjelma
Tietoliikennetekniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2016
Jami Mononen

Lahden ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan koulutusohjelma

MONONEN, JAMI:

Infrastruktuuri pilvipalveluna

Tietoliikennetekniikan opinnäytetyö, 42 sivua, 20 liitesivua

Kevät 2016

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia eri työkaluja IaaS-palveluiden toteuttamiseen eri hypervisoreiden välillä. IaaS-palvelulla tarkoitetaan infrastruktuurin tarjoamista palveluna, jonka kokonaisuuteen sisältyvät verkkoyhteydet, tallennustila, palvelimet ja niiden ylläpito. IaaS:n hyötyjä ovat skaalautuvuus, paikasta riippumattomuus sekä pilvipalvelun tarjoajan tarjoama tietoturva.

IaaS-palveluilla voidaan luoda kustannustehokkaita ja helposti skaalautuvia IT-ratkaisuja, joissa infrastruktuurin kulut ja ylläpito on ulkoistettu pilventarjoajalle. Jos yritysasiakkaiden toiminta vaihtelee tai asiakkaat haluavat laajentaa toimintaansa, voivat he hyödyntää pilven resursseja tarpeen mukaan, sen sijaan että itse ostavat, asentavat ja integroivat laitteiston.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Lahden ammattikorkeakoulun tietoverkkolaboratorio. Työ tehtiin osana Virtualization and Cloud Services -kurssia, jossa toteutettiin palvelinsalin toimintaa.

Opinnäytetyössä toteutetaan ympäristö IaaS-palveluille CloudStack- ja VMware vRealize automation -sovelluksilla sekä asennus- ja toimintaohjeet tuleville kursseille. Virtualization and Cloud Services -kurssin palvelimet nollataan kurssin lopussa, jolloin uudet kurssille tulleet opiskelijat aloittavat nollapisteestä. Tämän takia toimivien ohjeiden käyttäminen vähentää ongelmatilanteiden syntymistä.

Asiasanat: IaaS, CloudStack, vRealize, orkestrointi, VMware

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Information Technology

MONONEN, JAMI:

Infrastructure as a Service

Bachelor's Thesis in Telecommunications, 42 pages, 20 pages of
appendices

Spring 2016

ABSTRACT

The objective of this thesis was to study various tools for the implementation of IaaS services between different hypervisors. IaaS service means providing infrastructure as a service, which includes the network, IP addresses, storage, servers and their maintenance. The benefits of IaaS include scalability, location independence and security provided by the cloud service provider.

IaaS services can be used to create cost efficient and easily scalable IT solutions, where expenses and maintenance are outsourced to the cloud provider. If the customer's business fluctuates or they want to expand, they can utilize cloud resources to match their needs rather than install and integrate hardware themselves.

The thesis was commissioned by the Information network laboratory of Lahti University of Applied Sciences. The work was done as part of the Virtualization and Cloud Services course, which implemented datacenter operations.

The thesis contains installation and operating instructions for CloudStack and VMware vRealize Automation applications for IaaS services. The servers of the Virtualization and Cloud Services course are reset after each course, so new students who attend this course must start from the beginning. Using working instructions helps to reduce problems and to prevent them.

Key words: IaaS, CloudStack, vRealize, Orchestration, VMware

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	VERKKOKÄSITTEET	2
2.1	Nimipalvelin	2
2.2	Aktiivihakemisto	3
2.3	MySQL	3
2.4	SQL Server	3
2.5	IIS	4
2.6	NFS	5
3	VIRTUALISOINTI	6
3.1	Virtualisointi yleisesti	6
3.2	Hypervisor	6
3.3	VMware ESXi	7
3.3.1	VMware vCenter	8
3.3.2	VMware vSphere	8
3.4	Hyper-V	9
3.5	Xen	9
3.6	XenServer	10
4	ORKESTROINTI	12
4.1	Orkestrointi yleisesti	12
4.2	IaaS-palvelut	12
4.3	SaaS-palvelut	13
4.4	PaaS-palvelut	14
5	VIRTUALISOINTITUOTTEET	15
5.1	vCloud Suite	15
5.2	vRealize Suite	15
5.2.1	vRealize Automation	16
5.2.2	vRealize Operations	19
5.2.3	vRealize Business	20
5.3	CloudStack	20
6	COMLAB-VERKKO	22
6.1	Comlab yleisesti	22
6.2	Windows-palvelin	22

6.3	vRealize Automation	24
6.4	CloudStack	28
6.5	vRealize automationin ja CloudStackin eroavaisuudet	37
6.6	Tietoverkkolaboratorion virtualisoinnin tulevaisuus	38
7	YHTEENVETO	39
	LÄHTEET	40
	LIITTEET	43

LYHENNELUETTELO

AD	Active Directory, aktiivihakemisto on erityiskäyttöön suunnattu tietokanta.
DNS	Domain Name System, nimipalvelin on palvelu, joka kääntää verkkotunnukset IP-osoitteiksi.
FQDN	Fully Qualified Domain Name, domainin nimi, joka kertoo sijainnin DNS-hierarkiassa.
IaaS	Infrastructure as a Service, palvelumalli, jossa infrastruktuuri on tarjottu palvelu.
IIS	Internet Information Services, Microsoftin verkkopalvelin.
NFS	Network File System, tiedostonjako-protokolla.
PaaS	Platform as a Service, pilvipalvelumalli.
SaaS	Software as a Service, Ohjelmiston jakelumalli.
vRA	vRealize Automation, VMwaren IaaS-pilvipalvelusovellus.
vRO	vRealize orchestration, VMwaren orkestrointityökalu.
XaaS	Anything as a Service, palvelumalli, jossa mitä vain voidaan käyttää palveluna.

1 JOHDANTO

Opinnätetyön toimeksiantajana on Lahden ammattikorkeakoulun tietoverkkolaboratorio. Opinnätetyön tarkoituksena on toteuttaa virtualisointioppimisympäristö opetuskäyttöön.

Virtualisointi on tärkeä osa palvelinkeskusten toimintaa. Virtualisoinnilla saadaan aikaiseksi fyysisen laitteiden helpompaa hallintaa yhden hallittavan laitteen kautta.

Opinnätetyössä perehdytään virtualisointiin ja eri virtualisointisovelluksiin sekä näiden orkestrointiin. Opinnätetyön tarkoituksena on toteuttaa Infrastructure-as-a-Service -palvelu eri hypervisorien välillä, kuten Hyper-V, VMWare ESXi ja XenServer. Orkestroinnin tulee mahdollistaa näiden virtualisointisovellusten automatisointi yhden päätteen kautta.

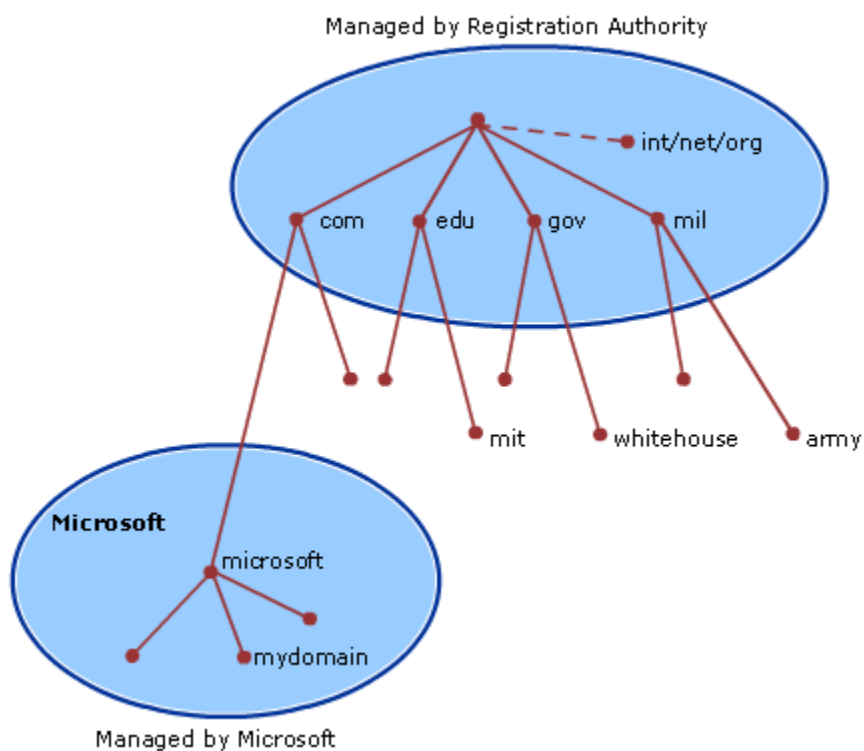
Opinnätetyö on osa Virtualizations and Cloud Services -kurssin comlab-verkkoa. Työn tavoitteena on vertailla eri työkaluja IaaS-palveluiden toteuttamiselle ja tehdä asennus- ja toimintaohjeet.

2 VERKKOKÄSITTEET

2.1 Nimipalvelin

Nimipalvelin (Domain Name System, DNS) on palvelu, joka kääntää verkkotunnukset, eli domain nimet, IP-osoitteiksi. Nimipalveluita käytetään, koska ihmisten on helpompi muistaa aakkosellisia verkkotunnuksia, kuin numeerisia IP-osoitteita. (Microsoft 2003.)

Nimipalvelu on hierarkkinen, jakautettu tietokanta, joka sisältää kartoituksen hostien nimistä ja verkkotunnuksista. Fully Qualified Domain Name (FQDN) tunnistaa hostin paikan DNS-hierarkiasta täsmentämällä listan nimistä, jotka erotetaan toisistaan polussa pisteillä, siirtyessä hostista juureen. Esimerkiksi kuviossa 1 hostin mydomain FQDN olisi mydomain.microsoft.com (Microsoft 2003.)



KUVIO 1 DNS-hierarkkia (Microsoft 2003)

2.2 Aktiivihakemisto

Aktiivihakemisto (Active Directory, AD) on erityiskäyttöön tarkoitettu tietokanta. Aktiivihakemisto on suunniteltu hallitsemaan suuria määriä luku- ja etsintäoperaatioita ja merkittävästi pienempiä määriä muutoksia ja päivityksiä. Aktiivihakemisto on hierarkkinen, kahdennettavissa ja joustava. Aktiivihakemiston tietokanta muodostuu objekteista ja attribuuteista, jotka tallennetaan AD-kaavioon (schema). (Microsoft 2016.)

Aktiivihakemistossa on kolme osiota, jotka ovat domain, kaavio ja asetukset. Domain sisältää käyttäjät, ryhmät, kontaktit, koneet, organisaatioyksiköt ja monia muita objektityyppejä, joita voidaan myös luoda. Kaavio-osio sisältää luokkia ja attribuuttikäsitteitä. Asetukset-osio sisältää palveluiden, osioiden ja sivujen tietoja. (Microsoft 2016.)

2.3 MySQL

MySQL on suosittu avoimen lähdekoodin tietokanta, ja MySQL toimii kaikilla alustoilla. Vaikka MySQL:a voidaan käyttää laajasti useissa eri applikaatioissa, on MySQL eniten käytetty verkkopohjaisissa applikaatioissa. (Rouse 2013.)

MySQL:n kehitti alun perin ruotsalainen MySQL AB -yhtiö, jonka Oracle osti vuonna 2008. Kehittäjät voivat silti käyttää MySQL:a GNU-lisenssin alla, mutta yritysten täytyy hankkia kaupallinen lisenssi Oraclelta. (Rouse 2013.)

2.4 SQL Server

SQL (Structured Query Language) Server, usein myös kutsutaan nimellä MSSQL ja Microsoft SQL Server, on relaatiotietokannan hallintajärjestelmä (Relational Database Management System, RDBMS) Microsoftilta, joka on

suunniteltu yritysympäristöön. Microsoft julkaisi SQL Serverin alun perin vuonna 1989 yhteistyössä Sybasen kanssa, mutta yhteistyön päätyttyä Microsoft sai käyttöoikeudet SQL Server nimeen ja on sittemmin jatkanut sen kehittämistä uusilla ominaisuuksilla ja paremmalla tietoturvalta. (Techopedia 2016.)

SQL server tukee ANSI-SQL- ja standardi SQL -kieliä, mutta SQL Server sisältää myös oman T-SQL-kielen (Transact-SQL), joka on kasa ohjelmaa laajennuksia. T-SQL-laajennukset lisäävät useita ominaisuuksia standardin SQL:n päälle, kuten tapahtumaohjaus, poikkeukset, virheidenhallinta ja riviprosessointi. (Techopedia 2016.)

2.5 IIS

Internet Information Services (IIS) on Microsoftin verkkopalvelin, joka on suunniteltu modulaariseksi arkkitehtuuriltaan. IIS 7 ja uudemmat verkkopalvelimet ovat komponenttisoitu yli kolmeenkymmeneen yksittäiseen moduuliin. (Volodarsky 2007.)

IIS arkkitehtuuri tarjoaa

- Windows Process Activation Service (WAS) -palvelun, joka sallii muiden kuin HTTP- ja HTTPS -protokollien käytön.
- verkkopalvelimen, jota muokataan lisäämällä tai poistamalla moduuleja
- integroidun kanavan IIS:n ja ASP.NET:n välillä.

IIS-verkkopalvelimen kaikki ominaisuudet ovat hallittavissa itsenäisinä komponentteina, ja niitä voi lisätä ja poistaa tai vaihtaa helposti. Tämä on yksi IIS 7:n suurimmista eduista verrattuna vanhempiin IIS versioihin.

Komponenttien tuomat edut

- Komponentit tuovat turvallisuutta vähentämällä hyökkäysrajapintaa. Yksi tehokkaimmista tavoista turvata palvelin on vähentää rajapintaa. IIS:n avulla voidaan ottaa käyttöön vain tarvitsemat

ominaisuudet. Vähentämällä ominaisuuksia saadaan minimaalinen rajapinta ja säilytetään tarvittavien applikaatioiden toimivuus.

- Komponentit tuovat tehokkuutta ja vähentävät muistin tarvetta. Käyttämättömien ominaisuuksien poistaminen vähentää tarvittavan muistin käyttöä sekä aikaa, jota koodi ajettaessa käyttäisi jokaiseen sovellukseen kohdistuvaan pyyntöön.
- Palvelin voidaan rakentaa itselle sopivaksi. Ominaisuuksia voi muokata, laajentaa tai kokonaan korvata omilla kolmannen osapuolen komponenteilla. (Volodarsky 2007.)

IIS on myös erottanut omaksi komponentiksi HTTP-prosessiaktivointimallin sovellusyhtymille (application pools). Tämä palvelu on nimeltään Windows Process Activation Service (WAS), joka on saatavilla myös muille protokollille kuin HTTP ja HTTPS. (Volodarsky 2007.)

2.6 NFS

Verkkotiedostojärjestelmä (Network File System, NFS) on sovellus, joka sallii käyttäjän katsoa ja tallentaa tiedostoja etäkoneelle ikään kuin etäkone olisi käyttäjän oma kone. Käyttäjän järjestelmä vaatii NFS-asiakasohjelman (client) ja etäkone vaatii NFS-palvelimen. NFS:n kehitti Sun Microsystems ja NFS:ää on nimetty tiedostojako-standardiksi. (Rouse 2005.)

NFS:ää käyttämällä käyttäjä voi liittää tiedostojärjestelmän kokonaan tai osan tiedostojärjestelmästä, kuten kansion tai alihakemiston. Liitettyyn osaan tiedostojärjestelmää voidaan ottaa yhteys millä vain oikeuksilla, jotka käyttäjällä on. (Rouse 2005.)

3 VIRTUALISOINTI

3.1 Virtualisointi yleisesti

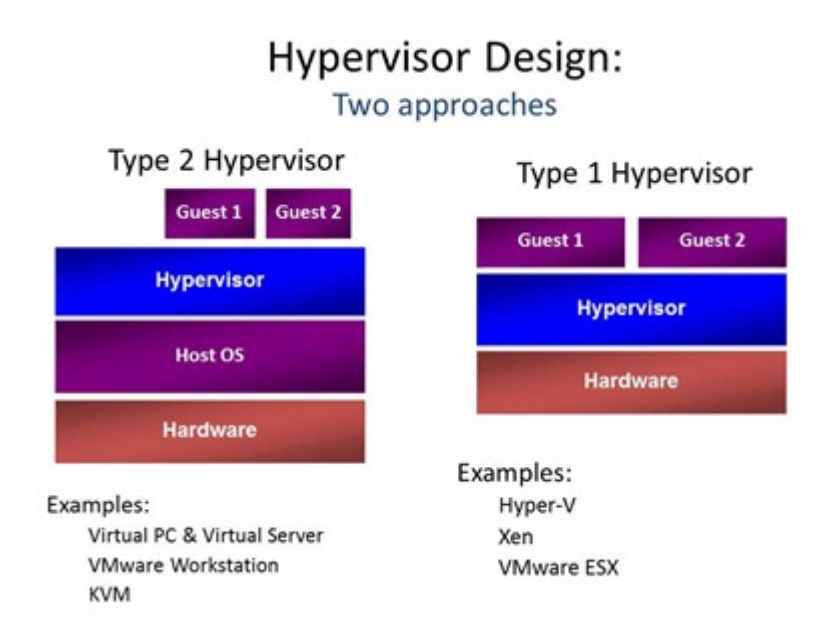
Virtualisointi on jonkin asian, kuten käyttöjärjestelmän, palvelimen, tallennuslaitteen tai verkkoresurssin, virtuaalinen vastakohta varsinaiselle kappaleelle. Esimerkiksi samalla kovalevyllä voi olla useampi looginen osa, useamman eri kovalevyn sijasta.

Käyttöjärjestelmien virtualisointi on ohjelman käyttöä, joka sallii laitteen ajaa useampaa käyttöjärjestelmää samanaikaisesti. Tämä teknologia on jo vuosikymmeniä vanha, ja virtualisointi kehitettiin välttämään kalliin laskentatehon tuhlaamista. (Rouse 2010.)

3.2 Hypervisor

Hypervisor on ohjelma, joka sallii useamman käyttöjärjestelmän käyttää samaa laitteistoa. Jokaisella virtuaalisella käyttöjärjestelmällä näkyy käyttöjärjestelmän kannalta oma prosessori, muisti ja muut resurssit, mutta hypervisor kontrolloi laitteen prosessorin ja muiden resurssien käyttöä ja jakaa sitä virtuaalikoneille. (Chenley 2011.)

Hypervisoreita on kahden tyyppisiä: ensimmäinen on natiivi eli suoraan laitteeseen asennettu hypervisor ja toinen on hostattu eli käyttöjärjestelmän päälle asennettu hypervisor (kuvio 2). Natiivi hypervisor käyttää resursseja tehokkaammin sekä turvallisemmin kuin hostattu hypervisor. Esimerkkejä natiivista hypervisoreista ovat Hyper-V, VMware ESX ja XenServer. Hostattua hypervisoria käytetään järjestelmissä, joissa tehokkuus ei ole tärkein ominaisuus ja käyttöjärjestelmälle halutaan parempi tuki I/O-laitteille. (Chenley 2011.)



KUVIO 2 Hypervisor tyypit (Chenley 2011)

3.3 VMware ESXi

VMware ESX ja ESXi ovat ensimmäisen tyypin hypervisoreita eli natiiveja. ESX:n ja ESXi:n eroina on ESXi:n olevan kevyempi ja ilmainen versio. ESX käyttää Linux kerneliä sekä Linux-käyttöjärjestelmää, nimeltä service console. Service consolella toteuttamaan hallintaan liittyviä funktioita kuten skriptien suorittamisen, kolmannen osapuolen ohjelmien asentamisen, monitoroinnin, varmuuskopioinnin ja järjestelmän hallinnan. Service console on poistettu ESXi:stä ja konsolilyhteys on korvattu etähallintaliitynnällä. (VMware 2016b.)

VMware ESXin arkkitehtuuri on suppea, ja sitä ei ole suunniteltu yleiskäyttöjärjestelmäksi kuten muut käyttöjärjestelmät. ESXin pieni koodirajapinta tekee siitä turvallisemman asettamalla hyökkääjille pienemmän ”hyökkäsrajapinnan”. ESXi on erittäin pieneksi kasattu käyttöjärjestelmä, joka on suunniteltu virtualisointikäyttöön. (VMware 2016b.)

3.3.1 VMware vCenter

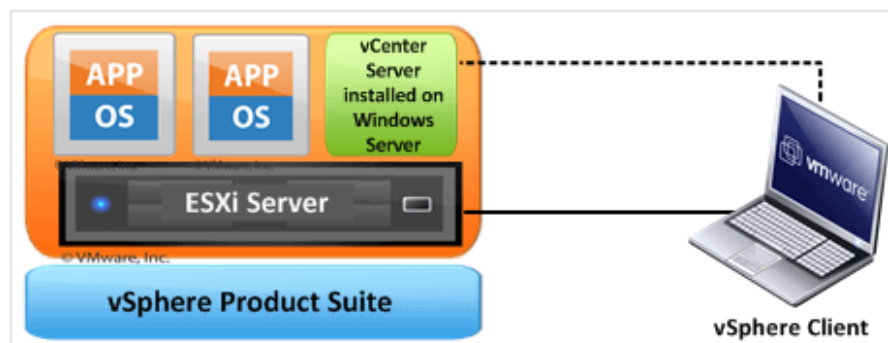
VMware vCenter on ohjelmisto, joka asennetaan Windows- tai Linux - palvelimelle. vCenter on keskitetty hallintasovellus, jolla hallitaan virtuaalikoneita sekä ESXi-palvelimia keskitetysti. (Bipin 2012.)

vSphere clientillä voidaan hallita yhtä ESXi-palvelinta pienessä ympäristössä tai sillä voidaan ottaa yhteys vCenteriin hallitakseen useampaa ESXi-palvelinta. vCenter on kuin vSphere clientti, mutta vCenter on tehokkaampi ja tarkoitettu ESXi-palvelinten hallintaan. vCenterillä voi helposti kloonata olemassa olevia virtuaalikoneita, sekä vCenter sallii live migraatio -tavan, jossa virtuaalikone siirretään palvelimesta toiseen. Nämä eivät ole mahdollisia suoraan vSphere clientillä. (Bipin 2012.)

3.3.2 VMware vSphere

VMware vSphere on sovellussarja datakeskuksen luomiseksi. vSphere sisältää monia komponentteja, kuten ESXi hypervisorin, vCenterin, vSphere clientin ja muita sovelluksia. vSphere clientillä otetaan yhteys vCenteriin tai suoraan ESXiin virtuaalikoneiden hallintaa varten.

VMware vSphere ei ole yksittäinen sovellus vaan vSphere on nimitys paketille, jota käytetään datakeskuksen luomiseksi. Kuvio 3 näkyy selkeämmin vSphere-tuotteiden toiminta. (Bipin 2012.)



KUVIO 3 selitys vSpherelle (Bipin 2012)

3.4 Hyper-V

Hyper-V on Microsoftin virtualisointialusta, joka julkaistiin vuonna 2008, ja Hyper-V on siitä lähtien ollut osa Windows Server -palvelin ominaisuuksia. Hyper-V voidaan asentaa Windows Server -palvelimelle ylläpitäjän toimesta. Hyper-V on myös mahdollista asentaa erikseen Microsoft Hyper-V-palvelimena.

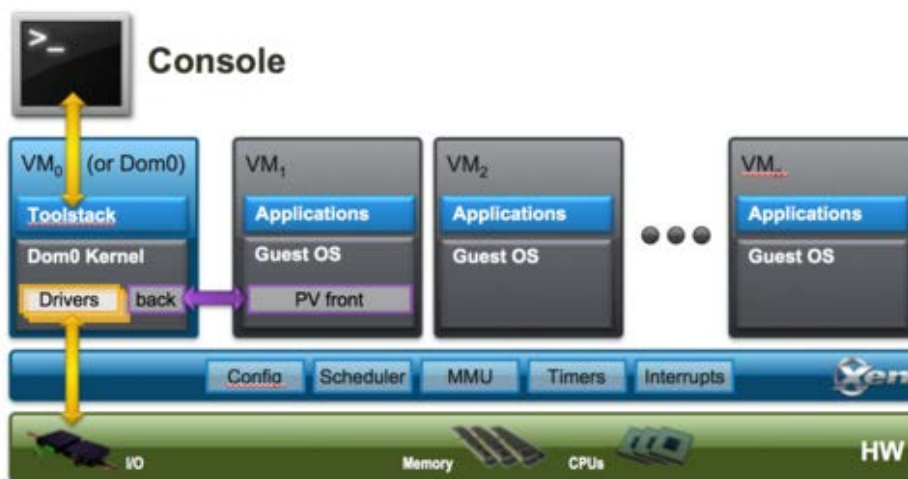
Hyper-V on hybridi hypervisor, joka voidaan asentaa osana Windows Serveriä tai erikseen natiiviksi hypervisoriksi. Hyper-V on 64-bittinen hypervisor, joka voi ajaa 32-bittisiä tai 64-bittisiä virtuaalikoneita. (Microsoft 2015.)

3.5 Xen

Xen Project on avoimen lähdekoodin natiivi hypervisor. Xenia on käytetty pohjana moniin kaupallisiin ja avoimen lähdekoodin ohjelmiin eri käyttötarkoituksiin, kuten palvelinvirtualisointiin, IaaS-palveluihin, työpöytävirtualisointiin.

Xen-ohjelma ei kuluta paljon järjestelmän resursseja sekä Xen on ensimmäinen ohjelma, joka ajetaan käynnistyksen yhteydessä. Xen on vastuussa CPU:sta, muistista ja keskeytyksistä. Xen hypervisorin päälle ajettuja virtuaalikoneita kutsutaan domaineiksi tai vieraisiksi. Xen tukee kahden tyylistä virtualisointia: Paravirtualization (PV) ja Hardware-assisted virtualization (HVM). Molempia virtualisointityylejä voidaan ajaa yhdessä hypervisorissa. (Xen 2016.)

Xen-arkkitehtuurissa ensimmäistä domainia kutsutaan dom0:ksi (domain 0), joka on erityinen, sillä dom0 sisältää ajurit kaikille laitteille järjestelmässä. Dom0 myös hallitsee muiden virtuaalikoneiden luomisen, tuhoamisen sekä asetukset (kuvio 4).



KUVIO 4 Xen arkkitehtuuri (Xen 2016)

Xenin käyttämä PV-virtualisointi on tehokas ja kevytrakenteinen virtualisointitapa. PV ei tarvitse virtualisointiin jatkeita (extensions) hostin CPU:lta, mutta PV-vieraat tarvitsevat PV-tuetun kernelin sekä PV-ajurit, jotta vieraat ovat tietoisia hypervisorista ja voivat ajaa tehokkaasti ilman emulointia tai virtuaalisesti emuloitua rautaa. PV-tuettuja kerneleitä on Linuxissa, NetBSD:ssä, FreeBSD:ssä ja OpenSolariksessa. Käytännössä PV toimii useimpien Linux jakelujen kanssa. (Xen 2016.)

Xenin käyttämä HVM-virtualisointi käyttää jatkeita hostin CPU:lta virtualisoidakseen vieraita. Xen Project käyttää Qemu-ohjelmaa emuloidakseen tietokoneen laitteistoa. HVM on täysin virtualisoitu, joten HVM ei tarvitse mitään kernelin tukea. Tämän takia myös Windows-käyttöjärjestelmiä voidaan ajaa Xen:n vieraina. Täysin virtualisoidut vieraat ovat useimmiten hitaampia kuin PV-virtualisoidut vieraat. (Xen 2016.)

3.6 XenServer

XenServer on Citrixen avoimen lähdekoodin natiivi hypervisor, joka pohjautuu Xeniin. XenServerin pääkomponentit ovat XenServer-hypervisor, XenCenter-hallintakäyttöliittymä ja XenMotion live migraatio

-sovellus, joka sallii virtuaalikoneiden tai applikaatioiden siirtämisen palvelimesta toiseen ilman clientin tai applikaation yhteyden katkeamista.

XenServer-alusta tukee 500 virtuaalikoneen ja 4 000 virtuaalisen CPU:n käyttöä jokaista XenServer hostia kohtaan. XenServer on suunniteltu erityisesti Citrix XenApp- ja XenDesktop-työkalujen käyttöön työpöytä- ja applikaatiovirtualisoinnissa. (Rouse 2015.)

4 ORKESTROINTI

4.1 Orkestrointi yleisesti

Orkestroinnilla tarkoitetaan isompien palvelinkokonaisuuksien automatisointia, koordinointia ja hallintaa. Orkestrointia käytetään infrastruktuuri palveluna (infrastructure-as-a-service, IaaS) - pilvipalvelumallissa, hajautetuissa infrastruktuureissa ja dynaamisissa datakeskuksissa. (Wikipedia 2016.)

Orkestroinnilla saadaan laajempien ympäristöjen keskitetty hallinta, jota hallitaan automaattisten workflowien avulla. Tämä luo ohjelmistopohjaisen infrastruktuurin, jossa resursseja voidaan lisätä tai poistaa tarpeiden, kuten tallennustilan tai laskentatehon, mukaan. Skaalautuvuuden ja dynaamisuuden takia on orkestrointi tärkeä osa pilvipalveluiden toimintaa. (Wikipedia 2016.)

4.2 IaaS-palvelut

IaaS-palvelulla tarkoitetaan konesalin virtualisointia eli tallennuskapasiteetin, laskentatehon eli virtuaalikoneen ja kuormantasaajan virtualisointia. IaaS-pilvessä virtuaaliresurssit vastaavat fyysisiä resursseja, mutta niiden hallinta on helpompaa ja nopeampaa, kuin fyysisten resurssien hallinta. IaaS-pilveen voidaan lisätä palvelimia nappia painamalla ja näiden virtuaalipalvelinten resursseja pystytään skaalaamaan tarpeen mukaan. (Finlander 2013.)

IaaS-pilvessä virtuaalikoneet otetaan käyttöön instansseina, joiden laskentatehoa ja tallennuskapasiteettia asiakas voi muuttaa tarpeen mukaan ja asiakasta laskutetaan käytön mukaan. Skaalautuvuus on suurin tekijä, joka erottaa IaaS-palvelun ulkoistusvaihtoehdosta. (Finlander 2013.)

IaaS on yksi kolmesta pilvipalvelumalleista PaaS:n ja SaaS:n rinnalla ja kuten kaikki pilvipalvelumallit, IaaS tarjoaa infrastruktuurin virtualisoinnin pilveen ja siihen pääsyn verkon yli. IaaS-palvelu sisältää tallennustilan, verkkoyhteydet, kaistan, IP-osoitteet ja kuormantasaajat. Fyysisesti laiteresurssit haetaan useista palvelimista ja hajautetuista verkoista eri palvelinkeskusten kautta, jotka ovat pilventarjoajan ylläpitämiä, ja asiakkaalle tarjotaan yhteys virtualisoiuihin komponentteihin, johon rakentaa oma IT-alusta.

Samoin kuin muut pilvipalvelut, yritysasiakkaat voivat hyödyntää IaaS-palveluja luodakseen kustannustehokkaita ja helposti skaalautuvia IT-ratkaisuja, joissa infrastruktuurin kulut ja ylläpito on ulkoistettu pilventarjoajalle. Jos yritysasiakkaan toiminta vaihtelee tai asiakkaat haluavat laajentaa toimintaansa, voivat asiakkaat hyödyntää pilven resursseja tarpeen mukaan, sen sijaan että itse ostavat, asentavat ja integroivat laitteiston itse.

4.3 SaaS-palvelut

Ohjelmisto palveluna (Software as a Service, SaaS) on ohjelmiston jakelumalli, jossa ohjelmistot ylläpidetään palvelun tuottajan laitteilla ja ohjelmistot tarjotaan käyttäjälle verkon yli. SaaS on kasvavasti yleistyvä palvelumalli palvelupohjaisten arkkitehtuurien tullessa edelleen suosituimmaksi. (Rouse 2012.)

SaaS:n etuina normaaliin malliin, jossa käyttäjä ostaa ja asentaa ohjelmiston omalle koneelle, ovat helpompi hallittavuus, automaattiset päivitykset ja päivityshallinta, yhteensopivuus: kaikilla käyttäjillä on sama sovellusversio ja globaali saatavuus. (Rouse 2012.)

4.4 PaaS-palvelut

Alusta palveluna (Platform as a Service, PaaS) on pilvipalvelumalli, jossa käyttäjälle tarjotaan ohjelmistot verkon yli. Palveluntarjoaja ylläpitää laitteet ja ohjelmistotyökalut, yleensä sovelluskehitykseen tarkoitettut työkalut, jotka tarjotaan käyttäjälle.

PaaS ei yleensä korvaa yritysten koko infrastruktuuria, vaan yritys sijoittaa PaaS:n tarjoajalle pääpalvelunsa, kuten Javan kehitys tai sovelluksen ylläpito. Tämä on yrityksille helpompaa, sillä PaaS säästää sovellusten asentamisen, ylläpidon ja tietoturvan PaaS:n tarjoajalle. Käyttäjien tarvitsee vain kirjautua sisään, yleensä verkkoselaimen kautta, ja he voivat käyttää alustaa. (Rouse 2016.)

5 VIRTUALISOINTITUOTTEET

5.1 vCloud Suite

vCloud Suite on VMwaren pilvihallintaalusta joka on tarkoitettu yhden välittäjän pilveen (single-vendor cloud). vCloud Suite -alusta toimii VMwaren muiden tuotteiden kanssa.

vCloud Suitessa on neljä pää toiminta aluetta: Pilven infrastruktuuri, Pilvipalveluiden osiointi, Pilven operaatioiden hallinta sekä pilven liiketoiminnan hallinta. Pilven infrastruktuuria hallitaan vCloud Director- ja vCloud Connector -ohjelmilla, joissa vSphere-virtualisointialusta ja vSphereen kuuluvat osat hoitavat pilven resurssien hallinan. Pilvipalveluiden osiointia hallitaan vCloud Automation Center- ja Application Director -ohjelmilla, jotka hoitavat pilven operaatioiden automatisoinnin. Pilven Operaatioiden hallintaa hoitaa vCenter Operations Management -ohjelma, joka tarjoaa ongelma- ja asetusten hallintatyökalut pilven kapasiteetin ja suorituskyvyn suunnitteluun. Pilven liiketoimintaa hallitaan vCenter Chargeback Manager -ohjelmalla, joka tarjoaa käyttäjien kontrolloida pilvensä hinta jakauman pilven palveluiden mukaan. (Nolle 2013.)

vCloud yksinkertaisesti rakentaa vSpheren päälle. vCloudin resurssienhallinta ja virtualisointi ovat sisällytetty vSphereen ja vCloud laajentaa sitä. VMware vSphere -pohjaiset tuotteet myös toimivat vCloudissa. (Nolle 2013.)

vCloud Suiten uudemmat versiot käyttävät samoja vRealize Suiten komponentteja. vRealize Suiten takia vCloud toimii muiden välittäjien hypervisoreiden kanssa (VMware 2016c).

5.2 vRealize Suite

vRealize Suite on VMwaren pilvihallinta-alusta joka on suunniteltu hybridi pilvien hallintaan. vRealize Suite tarjoaa kattavan hallinnan IT-palveluihin

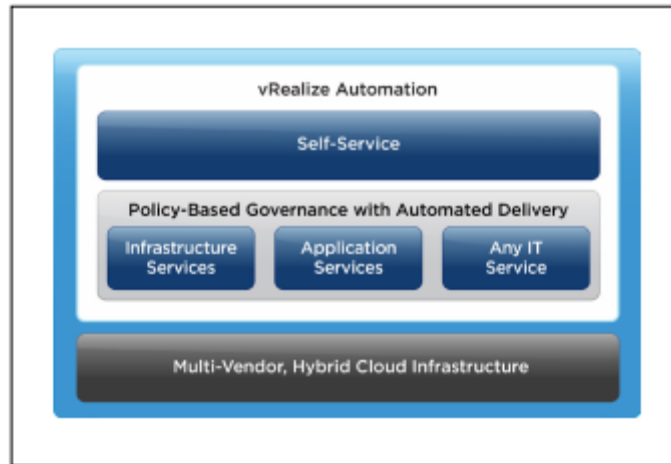
VMware vSphereen ja muihin hypervisoreihin, fyysisiin infrastruktuureihin, OpenStack:in ja muihin erillisiin pilvialusten yhtenäiseen hallintaan. vRealize Suite sisältää vRealize Automation-, vRealize Operations- ja vRealize Business -tuotteet toteuttaakseen pilven hallinnan.

vRealizen pääetuina ovat automatisointi, pilven keskitettyhallinta (unified management), avoin alusta (open platform) ja viisaat operaatiot (intelligent operations). Automatisoinnilla saadaan aikaiseksi verkkopohjainen itsepalvelu infrastruktuuriin ja sovellus palveluihin. vRealize Suiten automatisointi dynaamisesti orkestroi ja tasapainottaa työmääriä (workloads) tarpeen mukaan yhden alustan kautta. (VMware 2016g.)

vRealize Suiten viisaiden operaatioiden avulla saadaan täysi kontrollointi suorituskykyyn, kapasiteettiin ja konfiguraation hallintaan skaalautuvan ja joustavan operaatioalustan avulla. Alustan avulla voidaan myös tunnistaa ja korjata ongelmia ennaltatunnistavan analysoinnin ja älykkäiden hälytysten kanssa. Alustalla voidaan myös tehdä kapasiteettimallinnus ennakoimaan ja optimoimaan tulevaisuuden tarpeita. (VMware 2016g.)

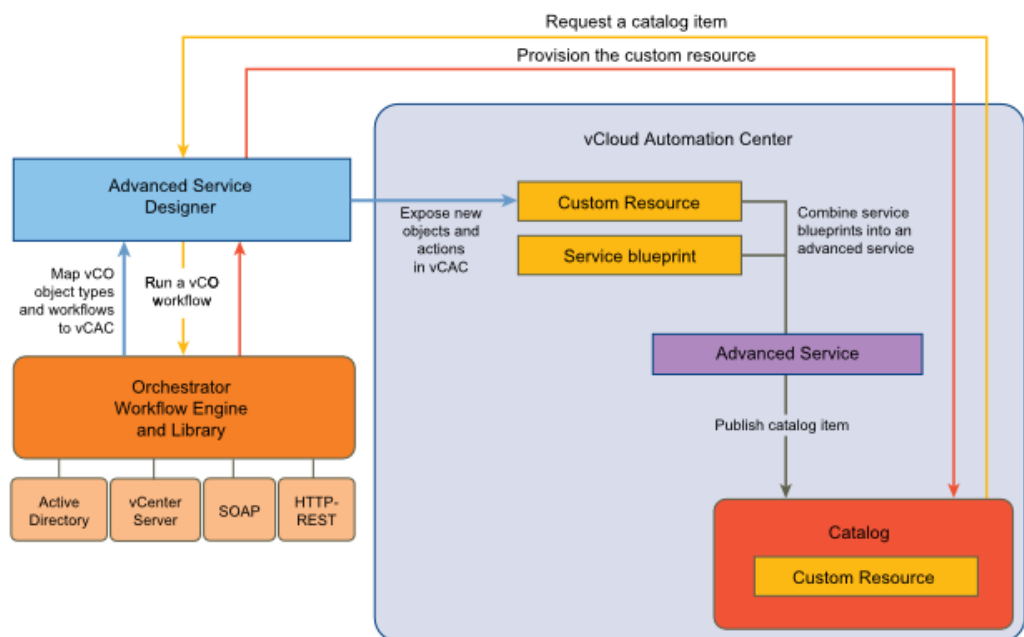
5.2.1 vRealize Automation

vRealize Automation (vRA) on tuoteperheen orkestrointityökalu. vRA tarjoaa yksinkertaisen portaalin Anything-as-a-Service (XaaS) -palvelujen toteuttamiseksi. XaaS-palvelulla voidaan toteuttaa IaaS-, SaaS- ja PaaS -palveluita. Nämä palvelut toimivat käyttäjäkohtaisesti policyjen avulla, jotka rajoittavat käyttäjän palveluja. Nämä palvelut toimitetaan käyttäjälle automaattisesti. vRA tukee useita eri valmistajia hybridi pilven tuottamiseen (kuviot 5). (VMware. 2016d.)



KUVIO 5 vRealize Automation (VMware 2016d, 1)

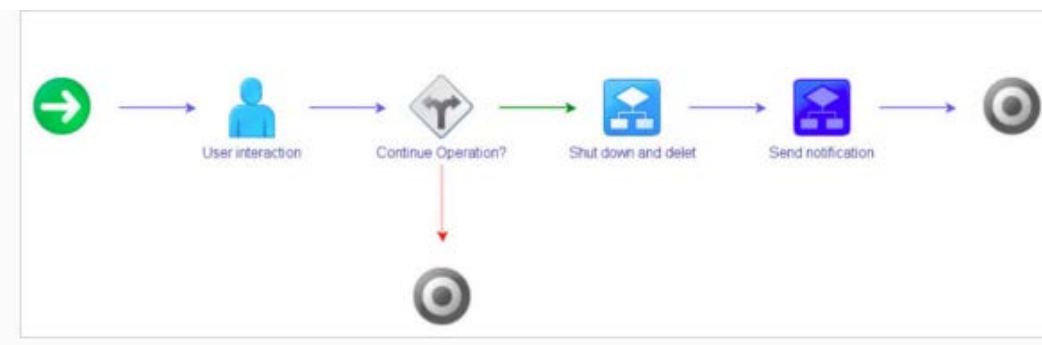
vRealize Automation käyttää vRealize Orchestrator -sovellusta automatisoinnin tuottamiseksi. vRA:n toimintaperiaate näkyy kuvioista 6.



KUVIO 6 vRealize Automation toimintaperiaate (VMware 2016h)

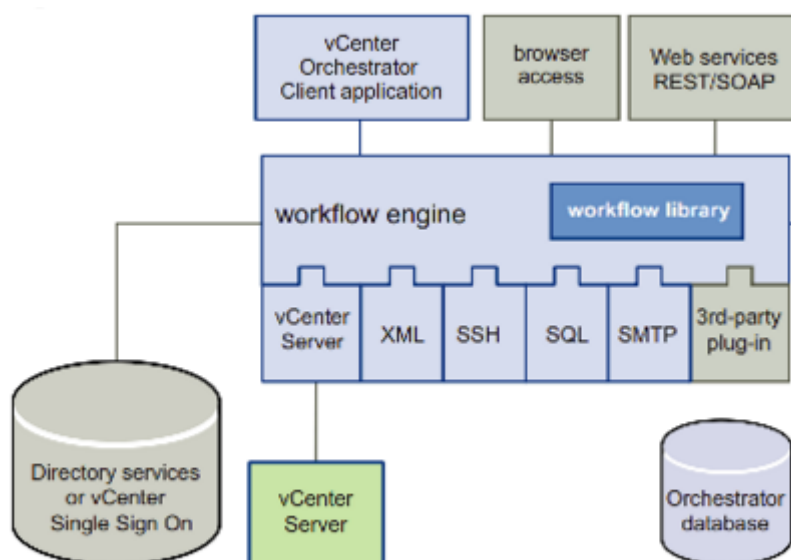
vRealize Orchestrator (vRO) on VMwaren orkestrointityökalu. vRO:n workflow-moottoria voidaan käyttää automatisoimaan operaatioita ja luomaan myös workflow-prosesseja kolmannen osapuolten työkaluihin. vRO voidaan asentaa virtuaalisena ohjelmalla, vCenter lisäosana tai erillisenä Windows server -asennuksena. (Akerlund 2015.)

Orkestraattoriin voidaan ottaa yhteys web- tai client-liittynnän kautta. vRO tulee esimääriteltyjen workflow-pohjien kanssa ja niitä voidaan liittää drag-and-drop -työkalulla yhteen luodakseen mukautettuja workflow-karttoja (kuvio 7). Orkestraattori myös sallii mukautettujen skriptien ja edistyneempien workflowien käytön. (Akerlund 2015.)



KUVIO 7 Esimerkki workflow kartta (Akerlund 2015)

Orkestraattori myös sisältää avoimen arkkitehtuurin, joka sallii kolmannen osapuolten sovellusten lisäämisen orkestraattoriin (kuvio 8). VMware tukee kolmannen osapuolen sovelluksia ja niitä voidaan lisätä VMwaren verkkokauppaan.



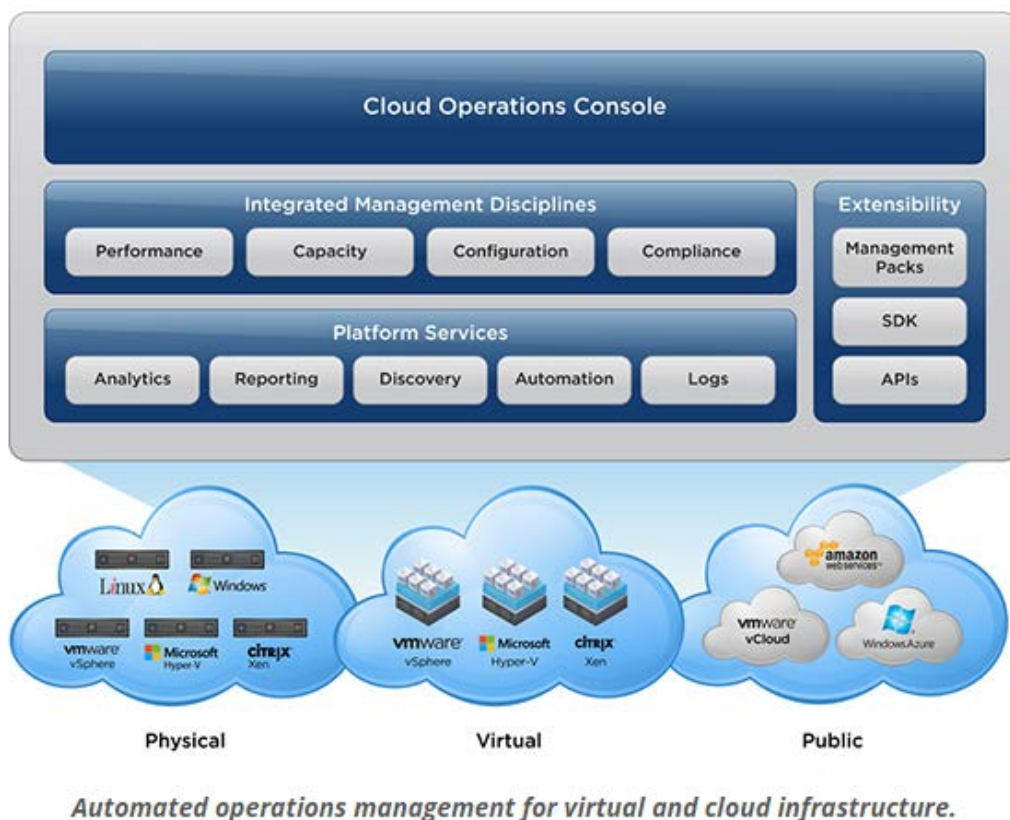
KUVIO 8 vRealize Orchestration arkkitehtuuri (Akerlund 2015)

5.2.2 vRealize Operations

vRealize Operations on vRealize tuotesarjan operaatioiden hallinta.

vRealize Operations kerää suorituskykydataa ja analysoi jokaisen objektin jokaisesta virtuaaliympäristön tasosta, kuten yksittäisestä virtuaalikoneesta ja levyasemasta sekä kokonaisista ryhmistä tai datakeskuksista (kuvio 7).

vRealize Operations analysoi keräämänsä dataa ja toimittaa reaaliaikaista tietoa ongelmista tai potentiaalisista ongelmista kaikkialta virtuaaliympäristöstä. Datan avulla ylläpitäjä voi toimia ongelmien ehkäisemiseksi. (VMware 2016f, 1 - 2.)

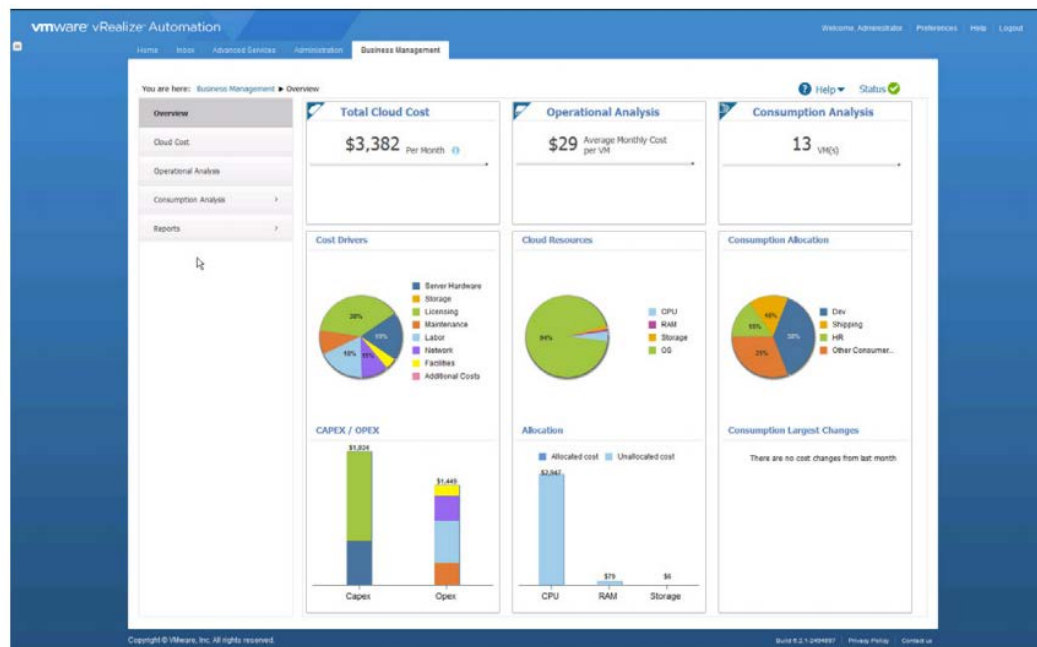


KUVIO 9 vRealize Operations topologia (VMware 2016f, 1)

5.2.3 vRealize Business

vRealize Business on vRealize tuotesarjan laskutuksen seuranta ja hallintatyökalu yksityisille sekä pilviinfrastruktuureihin. vRealize Business tarjoaa myös mahdollisuuden automaattisesti hinnoittaa palveluita vRealize-palvelun katalogista ja vertailla nykyisiä kustannushintoja muihin pilven palvelu ratkaisuihin, kuten eri laskentatehojen vertailu.

vRealize Business tarjoaa käyttäjälle henkilökohtaisen kojelaudan (kuvio 10), raportteja sekä IT-laskun, joka näyttää, mitä palveluja ja tuotteita käyttäjä käyttää ja niiden hinnoittelun. Hintaseurannan avulla käyttäjä voi suunnitella oman ympäristönsä taloudellisesti. (VMware 2016e, 1 - 2.)



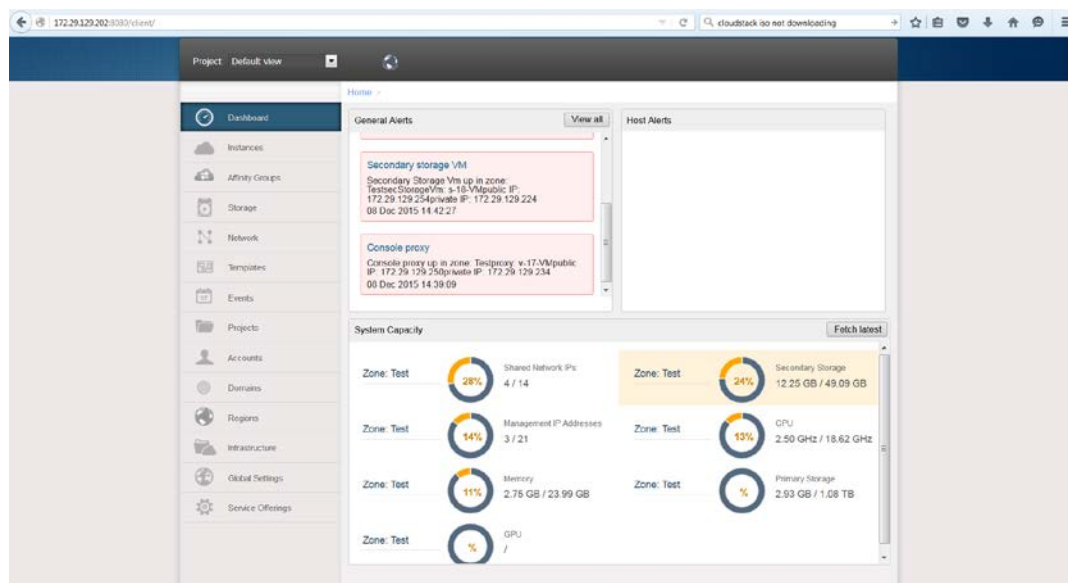
KUVIO 10 vRealize Business yleisnäkymä (VMware 2016e, 1)

5.3 CloudStack

Apache CloudStack on avoimen lähdekoodin pilvipalvelualusta laaS-palvelujen tuottamiseksi. CloudStack tarjoaa avoimen ja joustavan pilven orkestrointialustan skaalautuvien julkisten ja yksityisten pilvien luontiin.

CloudStack on Java-pohjainen, ja CloudStack tarjoaa hallintapalvelimen sekä agenteja tarvittaessa hypervisor-hosteille, jotta niitä voidaan sisältää IaaS-pilveen.

CloudStack tarjoaa verkkopohjaisen käyttöliittymän pilven hallintaa varten. CloudStack tukee Xen-, KVM-, Hyper-V- ja VMware -hypervisoreja ja tarjoaa näihin natiivin API tuen. CloudStack orkestroi verkkopalveluja data link -tasolla ja jotakin palveluja applikaatitasolla, kuten DHCP, NAT, palomuri ja VPN. CloudStackilla voidaan laskuttaa verkko-, tallennus- ja laskentaresursseista. (Apache 2016.)



KUVIO 11 Cloudstack dashboard

Cloudstackin verkkohallinnasta näkyy selvästi hallittavien laitteiden resurssit ja käyttö (kuvio 11). Cloudstackissa jaetaan hallittavat laitteet alueisiin sekä podeihin, jossa laitteet löytyvät.

6 COMLAB-VERKKO

6.1 Comlab yleisesti

CloudStackin ja vRA:n orkestrointi tehdään comlab.lamk.fi -verkkoon. Comlab-verkko on yksityinen verkko, jossa on kaksi XenServer, ESXi sekä Hyper-V Server 2012 ja 2016 hypervisorina, jotka käyttävät Nexenta NAS-palvelinta tallennukseen. Verkossa on myös kaksi AD-palvelinta Windows Server 2012 R2- ja 2016 -palvelimeen asennettuna, jotka ylläpitävät comlab.lamk.fi- sekä test.comlab.lamk.fi -domaineja.

Comlab-verkko on Virtualization and Cloud Services –kurssilla käytetty verkko, johon on eri palveluita asennettu demonstroidakseen palvelinsalin toimintaa. Palveluita, joita comlab-verkossa käytetään, ovat esimerkiksi. AD, aikapalvelin, NAS-palvelin, nimipalvelin, Exchange-sähköpostipalvelin, Request Tracker ja hallintajärjestelmät sekä orkestrointi.

6.2 Windows-palvelin

Windows-palvelinta tarvitaan vRA:n käyttämään IaaS-palveluun. Tämä palvelu tarvitsee SQL-tietokannan, joka voidaan asentaa IaaS-palvelimelle tai muualle, sekä IIS-palvelun verkkoportaalien varten.

Vähimmäisvaatimuksena Windows-palvelimelta tarvitaan 2 CPU:ta, 8 GB keskusmuistia ja 30 GB vapaata tallennustilaa (kuviot 12). vRA tukee Windows Server 2008 R2 SP1- tai Windows Server 2012 R2 -versioita.

**IaaS Components (Windows Server).
Additional resources are required when
you are include an SQL Server on a
Windows host.**

2 CPUs

8 GB memory

30 GB disk storage

KUVIO 12 Windows server vaatimukset

Windows-palvelimella täytyy olla asennettuna Microsoft .NET Framework 4.5 tai uudempi versio. SQL-tietokanta voi olla paikallisesti asennettu tai SQL-tietokanta voi olla erillisellä palvelimella. SQL-tietokantaa käytetään Javan avulla ja SQL-tietokannan pitää olla 64-bittinen 1.7 tai myöhempi asennus. JAVA_HOME –muuttuja pitää olla määritettynä Javan asennus kansioon ja java.exe pitää olla saatavilla IaaS-palvelun toimiakseen.

IaaS-palvelin tarvitsee IIS-palvelusta kuvion 13 mukaiset moduulit asennetuksi ja liitteestä 1 näkyä tarkemmin vaaditut autentikoinnin asetukset sekä palveluroolit.

IIS Component	Setting
Internet Information Services (IIS) modules installed	<ul style="list-style-type: none"> ■ WindowsAuthentication ■ StaticContent ■ DefaultDocument ■ ASPNET 4.5 ■ ISAPIExtensions ■ ISAPIFilter

KUVIO 13 IIS komponentit

6.3 vRealize Automation

vRA tarvitsee laitevaatimuksena pienille, alle 25 000 käyttäjän, AD-hakemistoille 4 CPU:ta, 18 GB muistia ja 60 GB tallennustilaa tai suurille, yli 25 000 käyttäjän, AD-hakemistoille 22 GB muistia (kuvio 14).

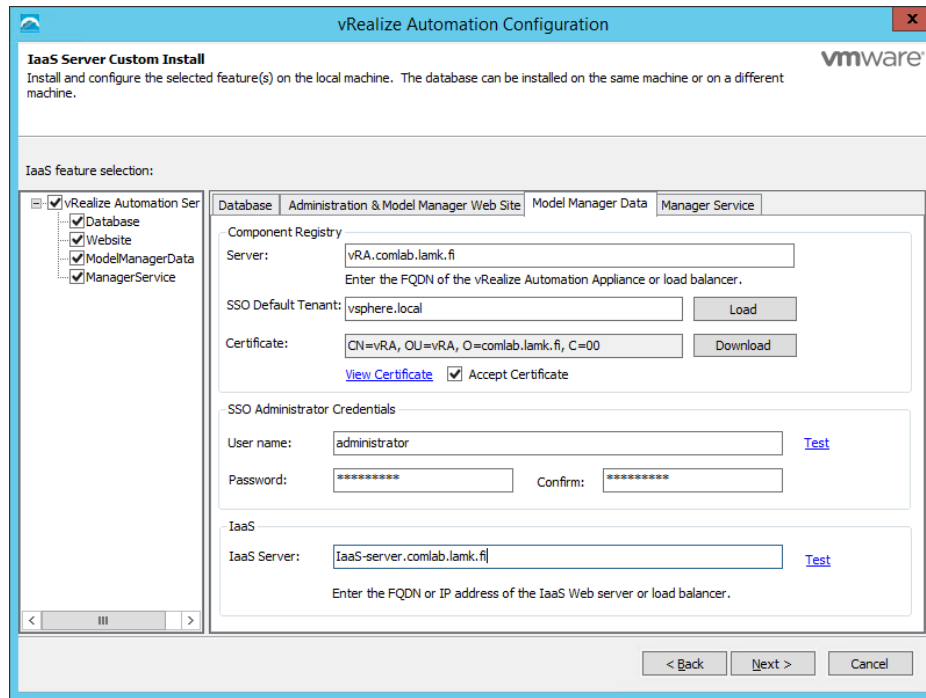
vRealize Automation appliance for small Active Directories	vRealize Automation appliance for large Active Directories
4 CPUs	4 CPUs
18 GB memory	22 GB memory
60 GB disk storage	60 GB disk storage

KUVIO 14 vRA laitevaatimukset

vRA asennetaan esiasennettuna virtuaalikoneena (virtual appliance), ja sen käyttöönotto vaatii tarvittavat tehot raudalta vaatimusten mukaan, jotta sen voi asentaa VMwaren virtuaalikoneeksi. Käyttöönoton jälkeen vRA-palvelin täytyy käynnistää ja siihen pitää vSphere clientin avulla konsolin näkymän kautta konfiguroida verkkoasetukset ja tämän jälkeen vRA on asennettu ja tarvitsee vain IaaS-palvelimen. Tarkemmat vRA:n käyttöönotto-ohjeet löytyvät liitteestä 2.

vRA IaaS-palvelin asennetaan Windows Server 2012 R2 -palvelimelle. IaaS-asennustiedostot ladataan osoitteesta <https://<vRA-hostname>.Domain.:5480/i/> osoitteesta, jos nimipalvelimeen on laitettu vRA:n osoite käännettäväksi, muuten voi käyttää IP-osoitteita yhteyden luomiseksi. Tallennustiedostojen nimiä ei saa muokata, sillä sitä käytetään yhteyden muodostamiseen vRA:n kanssa.

Tiedosto avataan ylläpitäjän oikeuksilla ja tarvittavat tiedot lisätään kaavakkeeseen (kuvio 15). SSO:n tunnukset luodaan <https://<vRA-hostname>.domain:5480> kautta.



KUVIO 15 IaaS-palvelin asennus

Administrator & Model Manager Web Site –välilehdestä tarkistetaan sertifiointi ja se, että portti 443 verkkoportaalia varten on vapaa. Tietokannan voi luoda manuaalisesti tai antaa asennuksen hoitaa automaattisesti tietokannan luomisen. Seuraavassa kuvion 16 mukaisessa välilehdessä kerrotaan, millä käyttäjä oikeuksilla IaaS-sovellus asennetaan ja passphrase, jota käytetään, jos ohjelmistoa päivitetään tulevaisuudessa uudempaan versioon.

The screenshot shows the 'vRealize Automation Configuration' window with the 'Server and Account Settings' tab selected. The window title bar includes the VMware logo and a close button. Below the title bar, the text reads: 'Server and Account Settings' and 'Install and configure all the components on the local machine. The database can be installed on the same machine or on a different machine.'

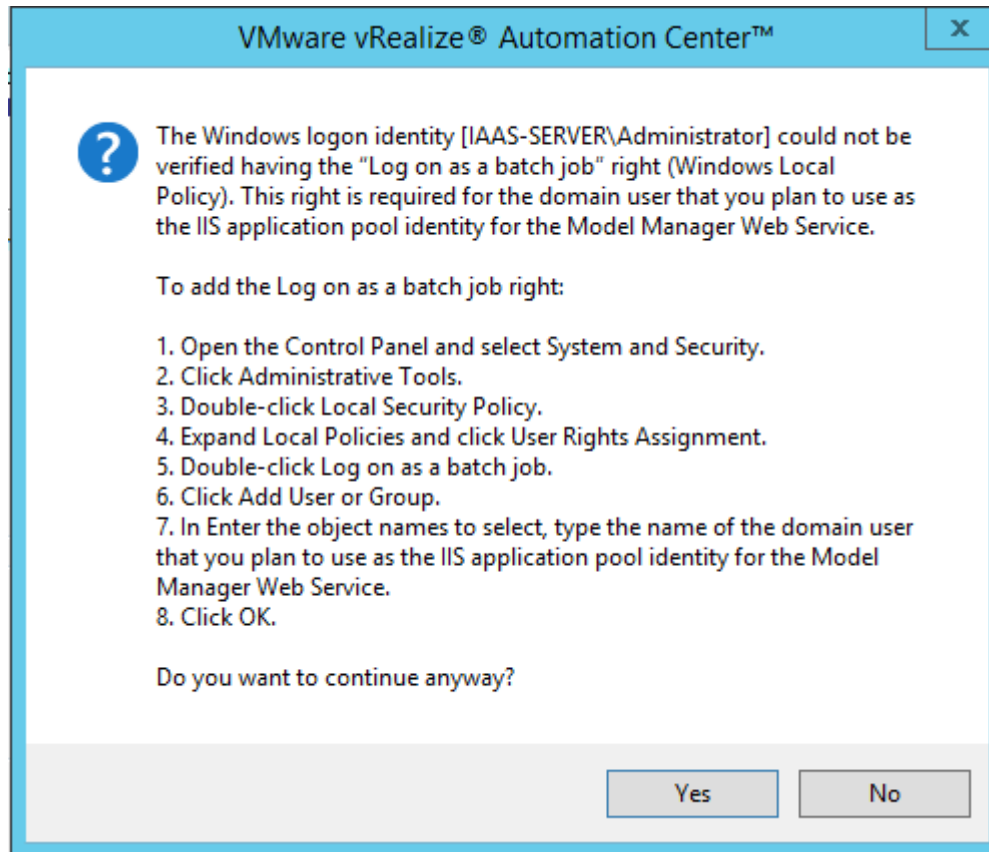
The configuration is divided into three sections:

- Server Installation Information:** Includes fields for 'Local Server' (IAASServer.comlab.lamk.fi), 'User name' (IAASSERVER\IAASAdmin), and 'Password' (masked with asterisks). A 'Confirm' field for the password is also present. A note states: 'All services will run under the account specified above.'
- Security:** Includes fields for 'Passphrase' (masked with asterisks) and 'Confirm' (masked with asterisks). A note explains: 'The passphrase is used to generate the encryption key that protects data while at rest in the database. Memorize the passphrase or store it in a secure location. You reuse the passphrase across the IaaS deployment so that each component has the same encryption key. The passphrase is also required when you upgrade the installation.'
- Microsoft SQL Server Database Installation Information:** Includes fields for 'Server' (IAASSERVER\IAASSQLSERVER), 'Database name' (IAAS), 'Username', and 'Password'. There are checkboxes for 'Use Windows authentication' (checked) and 'Use SSL for database connection' (unchecked). A 'Confirm' field for the password is also present.

At the bottom right, there are three buttons: '< Back', 'Next >', and 'Cancel'.

KUVIO 16 IaaS asennus oikeudet

Tietojen keräämisen jälkeen asennusohjelma tarkistaa, ovatko IIS:n ja Javan asetukset kunnossa. Virheet voidaan korjata selkeästi kuvion 17 mukaisilla ohjeilla.



KUVIO 17 IaaS precheck

IIS:n ja Javan asetukset voidaan myös automaattisesti muuttaa toimiviksi käyttämällä Brian Grafin tekemää skriptaa. Tämä skripta ajetaan PowerShellin kautta ja skriptaa voidaan ladata githubin kautta. Kyseinen skripta on tehty vRA 6.2 -versiolle, mutta sitä voi käyttää vRA 7.0 -versiossakin.

Tietokannan manuaalinen luominen tai päivittäminen voidaan tehdä lataamalla `https://<vRA.hostname>.Domain.:5480/i/` -osoitteesta tietokannan asennus tiedostot. Nämä tiedostot puretaan SQL-tietokantaan kuvion 18 mukaisesti.

```
C:\DBInstall>BuildDB.bat /p:DBServer=IAASERVER\IAASSQLSERVER;DBName=IAAS;LogDir=C:\logs;DBDir=C:\IAASDB;ServiceUser=IAASAdmin;ReportLogin=IAASAdmin
```

KUVIO 18 Tietokannan manuaalinen luonti

vRealize Automation -asennus onnistuu ilman lisenssiä, jos asennustiedostot löytyvät, mutta ohjelma vaatii toimivan lisenssin ensimmäisen kerran kun yrittää verkkosivulle yhdistää. Lisenssin voi käydä laittamassa osoitteen *https://<vRA.hostname>.Domain.:5480/* kautta. Tässä opinnäytetyössä toimeksiantajalta puuttui lisenssi toimivan ympäristön asennukseen.

6.4 CloudStack

CloudStack vaatii pohjaksi käyttöjärjestelmän. Apachen suosittelemat käyttöjärjestelmät ovat CentOS/RHEL 6.3 tai uudempi sekä Ubuntu 12.04(1) Linux-käyttöjärjestelmät. CloudStack vaatii toimiakseen vähintään 4 GB muistia ja 250 GB levytilaa, mutta 500 GB on suositeltu määrä. Lisäksi CloudStack tarvitsee MySQL-tietokannan.

CloudStackin käyttämiltä hypervisoreilta vaaditaan

- tuki HVM:lle
- tuki laitteiston virtualisointiin
- 4 GB muistia
- 36 GB levytilaa
- identtiset hypervisorit klustereissa

Lisäksi CloudStackin käyttöön oton yhteydessä ei hypervisorissa saa olla yhtään virtuaalikonetta käynnissä. CloudStack jaetaan käyttöjärjestelmään pakettihallinnan kautta lisäämällä CloudStackin lähdeluettelo listaan.

CloudStack asennettiin CentOS 6.4 -käyttöjärjestelmän minimal-asennukseen. CloudStack voidaan asentaa virtuaalisena tai fyysiseen koneeseen. Tarkemmat asennusohjeet löytyvät liitteestä 7.

CentOS:n puhtaan asennuksen jälkeen ei koneelle ole määritelty IP-osoitteita, joten ne pitää manuaalisesti käydä laittamassa `/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0` -tiedostoon. Lisäksi kyseisestä tiedostosta vaihdetaan `BOOTPROTO=DHCP >NONE` ja `ONBOOT=no >yes`. Tällöin saadaan CentOS käyttämään staattista IP-osoitetta, jolloin nimipalvelin voi kääntää sen CloudStackin palvelimelle.

CloudStack vaatii kunnollisen hostnimen, joka puhtaassa asennuksessa ei ole muokattu. Hostnimen käydään vaihtamassa lisäämällä tiedostoon `/etc/sysconfig/network` `HOSTNAME=<FQDN>` ja sisäisiä verkotuksia varten lisäämällä `/etc/hosts` tiedostoon cloudstackin IP-osoite ja FQDN.

Verkkomuustosten jälkeen pitää verkkopalvelu uudelleen käynnistää muutosten hyväksymiseksi. CloudStackin asennus vaatii SELinux-tietoturva-laajennuksen olevan sallivassa tilassa.

CloudStack vaatii kaikkien pilvipalvelujen olevan synkronoituja, joten aikapalvelimen (NTP) käyttö on vaadittu. Aikapalvelin voi olla ulkoinen tai aikapalvelimen voi asentaa CloudStack-palvelimelle. `chkconfig`-komennolla asetetaan aikapalvelu käynnistymään järjestelmän käynnistymisen yhteydessä, jos palvelin täytyy uudelleenkäynnistää.

CloudStack tukee palvelimen paikallista kovalevyä, NFS-protokollaa ja useita muita protokollia riippuen hypervisorista ensisijaiselle tallennusmedialle. Toissijaiselle tallennusmedialle on NFS-protokolla tuki ja riippuen hypervisorista muita protokollia. Tässä ohjeessä käytetään XenServerin paikallista kovalevyä ensisijaisena tallennusmediana ja Nexenta-palvelinta toissijaisena tallennusmediana, mutta samaa CloudStack-palvelinta voitaisiin käyttää levytilana tai voidaan käyttää ulkoista NFS-palvelinta. Käyttäen CloudStackin-palvelimen paikallista kovalevyä siihen tarvitsee laittaa NFS jakaminen päälle.

NFS-asennukseen tarvitaan jokin jaettava kansio ja kansioden luonti onnistuu komennolla `mkdir`. Kansioden luonnin jälkeen tulee kansiot asettaa NFS-tiedostojaoiksi muokkaamalla `/etc/exports` -tiedostoa.

Jotta CloudStack-palvelimen NFS:n jako toimii, tarvitsee */etc/sysconfig/nfs* -tiedostosta ottaa käyttöön portit, joita CloudStack käyttää ja NFS asetusten lisäksi tarvitsee palomuurisääntöihin lisätä sallivat säännöt editoimalla */etc/sysconfig/iptables* -tiedostoa kuvion 19 mukaisesti.

```
-A INPUT -s <172.29.159.0/24> -m state --state NEW -p udp --dport 111 -j ACCEPT
-A INPUT -s <172.29.159.0/24> -m state --state NEW -p tcp --dport 111 -j ACCEPT
-A INPUT -s <172.29.159.0/24> -m state --state NEW -p tcp --dport 2049 -j ACCEPT
-A INPUT -s <172.29.159.0/24> -m state --state NEW -p tcp --dport 32803 -j ACCEPT
-A INPUT -s <172.29.159.0/24> -m state --state NEW -p udp --dport 32769 -j ACCEPT
-A INPUT -s <172.29.159.0/24> -m state --state NEW -p tcp --dport 892 -j ACCEPT
-A INPUT -s <172.29.159.0/24> -m state --state NEW -p udp --dport 892 -j ACCEPT
-A INPUT -s <172.29.159.0/24> -m state --state NEW -p tcp --dport 875 -j ACCEPT
-A INPUT -s <172.29.159.0/24> -m state --state NEW -p udp --dport 875 -j ACCEPT
-A INPUT -s <172.29.159.0/24> -m state --state NEW -p tcp --dport 662 -j ACCEPT
-A INPUT -s <172.29.159.0/24> -m state --state NEW -p udp --dport 662 -j ACCEPT
```

KUVIO 19 Palomuurisäännöt

Palomuurisääntöjen asettamiseksi päälle tarvitsee iptables-palvelu uudelleen käynnistää. NFS-palvelu pitää myös asettaa käynnistymään käyttöjärjestelmän käynnistymisen yhteydessä.

CloudStack vaatii MySQL-tietokannan, jota voidaan käyttää ulkoisena, tai MySQL voidaan asentaa CloudStack-palvelimelle. Asennuksen jälkeen vaaditaan MySQL-asetusten lisäämistä */etc/my.cnf* -tiedostostoon.

MySQL-tietokannan asentamisen jälkeen MySQL otetaan käyttöön ja laitetaan käynnistymään käyttöjärjestelmän käynnistyksen yhteydessä *service-* ja *chkconfig* -komennoilla.

CloudStackin asennustiedostot vaativat hakemiston lisäämisen pakettihallintaan. Tämä onnistuu luomalla uusi tiedosto */etc/yum.repos.d/cloudstack.repo* ja lisäämällä tiedostoon kuvion 20 mukainen hakemisto.

```
[cloudstack]
name=cloudstack
baseurl=http://cloudstack.appt-get.eu/centos/6/4.6/
enabled=1
gpgcheck=0
```

Kuva 20 CloudStack repository

Tiedoston luominen lisää pakettihallinnan hakevan asennustiedostoja Apachen palvelimelta. Hakemiston lisäämisen jälkeen yum-pakettihallinta osaa hakea CloudStack-asennuksen.

CloudStackin sovellus on nyt asennettu, mutta CloudStack tarvitsee vielä alustetun tietokannan. Tietokannan alustamisen jälkeen on CloudStack valmis käynnistettäväksi.

CloudStack vaatii muutaman järjestelmävirtuaalikoneen useiden toimintojen toteuttamiseksi, kuten virtuaalikoneiden konsoliyhteydet, useiden verkkoasetusten palvelut ja virtuaalikoneiden tallennusmedioiden hallinta. Nämä järjestelmävirtuaalikoneet ladataan toissijaiselle

tallennusmedialle liitteen 5 mukaisilla komennoilla. Jokainen hypervisorin vaatii oman järjestelmä virtuaalikoneen.

CloudStackin asennuksen jälkeen sovellus vaatii toimiakseen hypervisorin liittämisen sekä tallennusmedioiden lisäämisen tietokantaan. Nämä voi lisätä käyttämällä asennusohjelmaa, kun ensimmäisen kerran kirjautuu CloudStackin verkko käyttöliittymään osoitteessa *http://<CloudStack – osoite>:8080/client*, mutta tämä vaatii hypervisorin ja tallennusmedioiden toimivuuden.

CloudStackiin voidaan liittää useita ympäristöjä, jotka erotellaan eri alueilla (Region). Jokaisella alueella on oma CloudStack-instanssi. Alueet erotetaan toisistaan aluetunnuksen avulla, ja tiettyyn alueeseen voi ottaa yhteyttä *<alueen 1 IP osoite>:8080/client* kautta.

Alueen sisällä voi olla useita vyöhykkeitä (Zone), jotka käyttävät tiettyä nimipalvelinta. Zoneja voidaan luoda verkko käyttöliittymän kautta ylläpitäjän tunnuksilla, jotka ovat oletuksena *admin* ja salasanana *password*. Vyöhykkeet voidaan luoda asennusohjelman tai manuaalisesti infrastruktuuri-välilehden kautta. Comlab-verkolle luotu zone-esimerkki näkyy kuvioista 21.

Zone	comlab.lamk.fi
ID	df47ca10-4914-4f54-88d6-992d692e0deb
Allocation State	Enabled
DNS 1	172.29.159.9
DNS 2	
IPv6 DNS1	
IPv6 DNS2	
Internal DNS 1	172.29.159.9

KUVIO 21 Comlab vyöhyke

Vyöhykkeen sisälle luodaan podi, joka sisältää yhdyskäytävän sekä hallinta- ja vieras-verkkoasetukset (kuvio 22). Hallinnalle vaaditaan muutama IP-osoite konsoli- ja toissijaisen tallennusmedian hallintaa varten. Vieras verkosta otetaan virtuaalikoneille käytettävät IP-osoitteet.

Name	XenServer
ID	ee88e049-3e79-42c4-b3d3-d807d8f0780c
Netmask	255.255.255.0
Start IP	172.29.159.56
End IP	172.29.159.70
Gateway	172.29.159.1
Allocation State	Enabled
Dedicated	No

KUVIO 22 Hallinta osoitteet

Klusterin luomiseksi vaaditaan olemassa oleva vyöhyke ja podi johon klusteri liitetään. Klusterin tietoihin vaaditaan hypervisorin tyyppi (kuvio 23).

Name	Xen1
ID	64bebfc2-9be0-4388-b806-eda21646a060
Zone	comlab.lamk.fi
Pod	XenServer
Hypervisor	XenServer
Cluster Type	CloudManaged
State	Enabled
Dedicated	No

KUVIO 23 Klusteri asetukset

Hypervisorit liitetään host-välilehdestä CloudStackin tietokantaan. Tarvittavina tietoina on hypervisorin IP-osoite ja hallintatunnukset. Jos Hypervisor on liitetty johonkin hallintaohjelmaan, kuten XenServer pool, niin kaikki hallinnassa olevat hypervisorit liittyvät automaattisesti hallintapalvelimen liitettyä CloudStackiin. Kuviossa 24 näkyy liitetty XenServer pool CloudStackiin, jossa Xen2 hypervisor ei toimi oikein ja sitä ei voi liittää tietokantaan, joten Xen2 pitää poistaa.

Home > Infrastructure > Hosts >

Search Metrics Add Host

Name	Zone	Pod	Cluster	State	Quickview
xen2	comlab.lamk.fi	XenServer	Xen1	 Alert	
xen1	comlab.lamk.fi	XenServer	Xen1	 Up	

KUVIO 24 Host asetukset

CloudStack tarvitsee vielä ensisijaisen sekä toissijaisen tallennusmedia tiedot toimiakseen. Ensisijaisena tallennusmediana käytetään XenServerin omaa kiintolevyä virtuaalikoneita varten (kuvio 25).

Name	primary
ID	bc5bb5fc-7e44-537c-56a4-27de6845826c
State	Up
Storage Tags	
Zone	comlab.lamk.fi
Pod	XenServer
Cluster	Xen1
Type	PreSetup

KUVIO 25 ensisijainen tallennusmedia asetukset

Toissijaisena käytetään ulkoista NexentaStor NFS-palvelinta, johon virtuaalikoneiden mallit ladataan ja CloudStackin XenServer hallintaan vaaditut malli virtuaalikoneet sijaitsevat (kuvio 26). Muut hallintaan vaaditut virtuaalikoneet muille hypervisoreille ladataan myös toissijaiselle tallennusmedialle.

Name	secondary
URL	nfs://172.29.159.11/volumes/dataset1/NFS
Protocol	nfs
Provider	NFS
Scope	ZONE
Zone	comlab.lamk.fi
Details	
ID	ffee9366-be85-40ee-8cdd-09d47bf39d42

KUVIO 26 Toissijainen tallennusmedia asetukset

Vyöhykkeen luomisen jälkeen vyöhyke käynnistetään infrastruktuurivälilehden kautta, jolloin CloudStackin hallintaan vaaditut virtuaalikoneet ladataan ensisijaiseen tallennusmediaan ja käynnistetään (kuvio 27). Virtuaalikoneiden olessa käynnissä CloudStack pystyy hallitsemaan hypervisoreita.

Home > Infrastructure > System VMs >

Name	Type	Zone	VM state	Agent State	Quickview
v-59-VM	Console Proxy VM	comlab.lamk.fi	● Running	● Up	+
s-60-VM	Secondary Storage VM	comlab.lamk.fi	● Running	● Up	+

KUVIO 27 Hallinta virtuaalikoneet

CloudStackissa voi käynnistää virtuaalikoneita instances-välilehdestä, joko ylläpitäjä- tai käyttäjä oikeuksilla. CloudStackissa ei ole oletuksena

käyttäjätunnusta tehtynä ja niitä voidaan luoda accounts-välilehdestä. Käyttäjille voidaan määritellä eri resursseja käytettäväksi.

Virtuaalikoneen käynnistämiseksi tarvitaan mallikone, joka voidaan lisätä CloudStackin tietokantaan template-välilehdestä. Nämä mallikoneet ladataan toissijaiseen tallennusmediaan. Virtuaalikoneita käynnistettäessä valitaan sille sijoitetut resurssit ja näitä resurssikokoja voidaan hallita service offering -välilehden kautta. Virtuaalikoneen voidaan myös käynnistää halutussa hypervisorissa, jos niitä on useampi määritelty CloudStackin tietokantaan. Virtuaalikoneen ollessa käynnissä sitä voidaan hallita instances-välilehdessä olevan konsolinäkymän kautta tai etäyhteyksillä.

6.5 vRealize automationin ja CloudStackin eroavaisuudet

Vanhemmat vCloud Suite -versiot ovat suunniteltu laajennukseksi vSphereen ja siten käytettäväksi VMwaren muihin tuotteisiin, kun vRealize Suite on alustasta riippumaton. vRealize Suiten suurena etuna on hyvä yhteisötuki orkestraattoria varten.

vRealize Suitessa on kaksi eri lisenssin maksutapaa, jokaista käyttöliittymää kohden tai jokaista prosessoria kohden. vRealize Suitesta on kaksi eri versiota, Advanced ja Enterprise, joiden ominaisuudet eroavat käyttäjän tarpeen mukaan. Toisin kuin vRealizessa on vCloud suitessa vain jokaista prosessoria kohden lisenssimaksut. vCloudista on kolme eri versiota, jotka eroavat hinnoittelun ja käyttäjän tarpeiden mukaan.

vCloud ja vRealize Suite eroavat vain hypervisor-tuen myötä, sillä molemmat käyttävät samoja komponentteja. Vanhemmat versiot vCloudista käyttävät omia komponentteja.

CloudStackin etuina on avoin lähdekoodi ja helppokäyttöisyys, mutta CloudStack ei ole yhtä tuettu, kuin VMwaren tuotteet. CloudStack ei ole myös yhtä joustava asennuksen myötä, mutta tämä voidaan laskea hyödyksi, sillä CloudStack ei ole liian monimutkainen. Cloudstackin etuina on myös selkeä ja helppokäyttöinen verkkohallintaikkuna.

Taulukosta 1 näkyvät CloudStack- sekä VMware -tuotteiden eroavaisuudet. vRealize ja vCloud suite käyttävät samoja komponentteja ja eroavat vain lisenssin kautta toisistaan.

TAULUKKO 1 CloudStack ja VMware tuotteiden vertailu

	CloudStack	vRealize Suite	vCloud suite
Tuki eri hypervisoreille	On	On	Vanhoissa versioissa ja standardi lisenssillä ei ole tukea
Analysointi työkalut	Ei	On	On
Laskutuksen seuranta	Ei	On	On
Maksutapa	Ilmainen	Lisenssi	Lisenssi
Asennus	Vaatii pientä suunnitelua	Helppo	Helppo

6.6 Tietoverkkolaboratorion virtualisoinnin tulevaisuus

Tietoverkkolaboratorion laitteet tyhjennetään jokaisen kurssin loputtua, joten vanhojen toimivien ohjeiden säilyttäminen olisi toivottua. Ohjeiden etsiminen auttaa opiskelijoiden oppimista, mutta ongelmatilanteissa olisi hyvä olla valmiita ohjeita, joista katsoa ratkaisuja.

Tulevilla Virtualization and Cloud Services -kursseilla ei välttämättä kaikkea samoja palveluita asenneta, mutta oleelliset palvelut, kuten sähköposti, AD ja NAS asennetaan. Näitä hyödynnetään IaaS-palvelussa, joten tämän palvelun käyttäminen Virtualization and Cloud Services -kurssilla olisi opettavaista.

7 YHTEENVETO

IaaS-palveluiden toteuttaminen Virtualization and Cloud Services -kurssin comlab-verkkoon antaa mahdollisuuden opiskelijoiden tutustua pilven toimintaan. Ympäristön käyttäminen virtuaalikoneiden luomiseen ja niiden orkestrointia voidaan verrata muihin vastaaviin, kuten Microsoftin Azure -pilveen, mutta paikallisesti omassa palvelinympäristössä. Ympäristöön asennetut eri sovellukset eroavat toisistaan ja antaa opiskelijoille mahdollisuuden tutustua ilmaisten ja lisenssipohjaisten sovellusten eroavaisuuksia.

Toimivan IaaS-ympäristön asentaminen vaatii pientä suunnitelua, jos kaikkea ei asenneta samalle palvelimelle. Eri tallennus- ja tietokantapalvelinta käyttäen pitää palomuurisääntöjen toimia ja mahdolliset AD-ongelmat voivat tuottaa ongelmia yhteyksissä. Samalle palvelimelle asennettaessa ei näitä ongelmia tarvitse suuremmin huomioida. Virtualization and Cloud Services -kurssille IaaS-ympäristön toteuttaminen ei suuremmin vaikuta kurssin sisältöön, mutta antaa mahdollisuuden opiskelijoiden tutustua IaaS-palveluihin ja siihen mitä kaikkea toimivan ympäristön toteuttamiseen vaaditaan.

Toimivaan ympäristöön voi lisätä virtuaalikoneita helposti IaaS-palvelun kautta, vaikka ei tiedä hypervisorien toiminnasta mitään, mutta kurssin loputtua palvelimet nollataan, joten toimivat ohjeet ovat kurssille oleellisia. Tulevilla kursseilla voi mahdollisesti IaaS-palvelut helpommin asentaa jo toimivilla ohjeilla, jolloin toimivan ympäristön havainnollistaminen on helpompaa.

LÄHTEET

Akerlund, N. 2015. When to select SC Orchestrator over vCenter Orchestrator [viitattu 29.3.2016]. Saatavissa: <https://vniklas.djungeln.se/2013/09/25/when-to-select-sc-orchestrator-over-vcenter-orchestrator/>

Apache. 2016. Apache CloudStack: About. Apache Software Foundation [viitattu 10.1.2016]. Saatavissa: <https://cloudstack.apache.org/about.html>

Bipin. 2012. Difference between vSphere, ESXi and vCenter. Mustbegeek.com [viitattu 10.1.2016]. Saatavissa: <http://www.mustbegeek.com/difference-between-vsphere-esxi-and-vcenter/>

Chenley. 2011. Hypervisors. Microsoft [viitattu 10.1.2016]. Saatavissa: <https://blogs.technet.microsoft.com/chenley/2011/02/09/hypervisors>

Finlander, J. 2013. IaaS Infrastructure as a Service – Infrastruktuuri palveluna. Colibrix [viitattu 10.1.2016]. Saatavissa: <http://colibrix.net/cloud/wiki/pilvipalvelu/iaas-infrastructure-as-a-service/>

Microsoft. 2003. How DNS Works [viitattu 14.2.2016] Saatavissa: [https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc772774\(v=ws.10\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc772774(v=ws.10).aspx)

Microsoft. 2015. Hyper-V overview [viitattu 10.1.2016]. Saatavissa: <https://technet.microsoft.com/library/hh831531.aspx>

Microsoft. 2016. So What Is Active Directory [viitattu 14.2.2016] Saatavissa: [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/aa746492\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/aa746492(v=vs.85).aspx)

Nolle, T. 2013. VMware vCloud Suite takes a centralized approach to cloud computing. TechTarget.com [viitattu 10.1.2016]. Saatavissa: <http://searchcloudcomputing.techtarget.com/tip/VMware-vCloud-Suite-takes-a-centralized-approach-to-cloud-computing>

Rouse, M. 2005. Network File System. TechTarget.com [viitattu 29.3.2016]. Saatavissa:
<http://searchenterprisedesktop.techtarget.com/definition/Network-File-System>

Rouse, M. 2010. Virtualization definition. TechTarget [viitattu 10.1.2016]. Saatavissa:
<http://searchservvirtualization.techtarget.com/definition/virtualization>

Rouse, M. 2012. Software as a Service (SaaS). TechTarget [viitattu 14.2.2016] Saatavissa
<http://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/Software-as-a-Service>

Rouse, M. 2013. MySQL. TechTarget.com [viitattu 29.3.2016]. Saatavissa:
<http://searchenterpriselinix.techtarget.com/definition/MySQL>

Rouse, M. 2015. Citrix XenServer. TechTarget. [viitattu 29.1.2016] Saatavissa:
<http://searchservvirtualization.techtarget.com/definition/Citrix-XenServer>

Rouse, M. 2016. Platform as a Service (PaaS). TechTarget. [viitattu 14.2.2016]. Saatavissa:
<http://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/Platform-as-a-Service-PaaS>

Techopedia. 2016. SQL Server [viitattu 14.2.2016]. Saatavissa:
<https://www.techopedia.com/definition/1243/sql-server>

VMware. 2016a. vCloud Suite [viitattu 10.1.2016]. Saatavissa:
<http://www.vmware.com/products/vcloud-suite/compare>

VMware. 2016b. VMware ESX and VMware ESXi [viitattu 10.1.2016]. Saatavissa: <https://www.vmware.com/files/pdf/VMware-ESX-and-VMware-ESXi-DS-EN.pdf>

VMware. 2016c. VMware vCloud Suite Datasheet [viitattu 29.3.2016].

Saatavissa: <https://www.vmware.com/files/pdf/products/vCloud/VMware-vCloud-Suite-Datasheet.pdf>

VMware. 2016d. VMWare vRealize Automation [viitattu 29.3.2016]

Saatavissa: <https://www.vmware.com/files/pdf/vcloud/vmware-whats-new-vrealize-automation.pdf>

VMware. 2016e. VMware vRealize Business [viitattu 29.3.2016].

Saatavissa: <http://www.vmware.com/files/pdf/products/vrealize-business/vrealize-business-datasheet.pdf>

VMware. 2016f. VMware vRealize Operations [viitattu 29.3.2016].

Saatavissa: <https://www.vmware.com/files/pdf/vcenter/vmware-vrealize-operations-datasheet.pdf>

VMware. 2016g. VMware vRealize Suite [viitattu 10.1.2016]. Saatavissa:

https://www.vmware.com/files/pdf/products/vrealize-cmp/vmware_vrealize_cloud_management_platform.pdf

VMware. 2016h. vRealize Orchestrator Integration in vRealize Automation.

Viitattu [29.3.2016] Saatavissa: <http://pubs.vmware.com/vra-62/index.jsp?topic=%2Fcom.vmware.vra.asd.doc%2FGUID-F95DBE51-9444-4989-A28B-F5DDDF80.html>

Volodarsky M. 2007. IIS Web Server Overview [viitattu 29.3.2016].

Saatavissa: <http://www.iis.net/learn/get-started/introduction-to-iis/iis-web-server-overview>

Wikipedia. 2016. Orchestration (computing) [viitattu 10.1.2016].

Saatavissa: https://en.wikipedia.org/wiki/Orchestration_%28computing%29

Xen. 2016. Xen overview. Xen Project [viitattu 10.1.2016]. Saatavissa:

http://wiki.xenproject.org/wiki/Xen_Overview

LIITTEET

Liite 1. IIS vaatimukset

IIS Component	Setting
Internet Information Services (IIS) modules installed	<ul style="list-style-type: none">■ WindowsAuthentication■ StaticContent■ DefaultDocument■ ASPNET 4.5■ ISAPIExtensions■ ISAPIFilter
IIS Authentication settings	<ul style="list-style-type: none">■ Windows Authentication enabled■ AnonymousAuthentication disabled■ Negotiate Provider enabled■ NTLM Provider enabled■ Windows Authentication Kernel Mode enabled■ Windows Authentication Extended Protection disabled■ For certificates using SHA512, TLS1.2 must be disabled on Windows 2012 or Windows 2012 R2 servers
IIS Windows Process Activation Service roles	<ul style="list-style-type: none">■ ConfigurationApi■ NetEnvironment■ ProcessModel■ WcfActivation (Windows 2008 only)■ HttpActivation■ NonHttpActivation

Liite 2. vRealize ohje

Deploy the vRealize Appliance

To deploy the vRealize Appliance, a system administrator must log in to the vSphere client and select deployment settings.

Prerequisites

- Download the vRealize Appliance from the VMware Web site.
- Log in to the vSphere client as a user with **system administrator** privileges.

Procedure

- 1 Select **File > Deploy OVF Template** from the vSphere client.
- 2 Browse to the vRealize Appliance file you downloaded and click **Open**.
- 3 Click **Next**.
- 4 Click **Next** on the OVF Template Details page.
- 5 Accept the license agreement and click **Next**.
- 6 Type a unique virtual appliance name according to the IT naming convention of your organization in the

Name text box, select the datacenter and location to which you want to deploy the virtual appliance, and click **Next**.

- 7 Follow the prompts until the Disk Format page appears.
- 8 Verify on the Disk Format page that enough space exists to deploy the virtual appliance and click **Next**.
- 9 Follow the prompts to the Properties page.

The options that appear depend on your vSphere configuration.

- 10 Configure the values on the Properties page.
 - a Type the root password to use when you log in to the virtual appliance console in the **Enter password** and **Confirm password** text boxes.
 - b Select or uncheck the **SSH service** checkbox to choose whether SSH service is enabled for the appliance.

This value is used to set the initial status of the SSH service in the appliance. You can change this setting from the appliance management console when you configure the appliance.
 - c Read the description of the Customer Experience Improvement Program. Leave the checkbox selected to participate or uncheck the checkbox to decline participation.

You can change this setting from the appliance management console when you configure the appliance.
 - d Type the fully qualified domain name of the virtual machine in the **Hostname** text box, even if you are using DHCP.
 - e Configure the networking properties.
- 11 Click **Next**.
- 12 Restart the host machine.

- If **Power on after deployment** is available on the Ready to Complete page.

- a Select **Power on after deployment** and click **Finish**.
- b Click **Close** after the file finishes deploying into vCenter.
- c Wait for the machine to restart. This could take up to five minutes.
- If **Power on after deployment** is not available on the Ready to Complete page.
 - a Click **Close**.
 - b Restart the machine. This could take up to five minutes.

After a few moments, a success message appears.

- 13 Open a command prompt and ping the FQDN to verify that the fully qualified domain name can be resolved

Liite 3. vRealize Database ohje

```
Time Elapsed 00:00:34.56
C:\DBInstall>sqlcmd -S IAASSERVER\IAASSQLSERVER
C:\DBInstall>BuildDB.bat /p:DBServer=IAASSERVER\IAASSQLSERVER;DBName=IAAS;LogDir=C:\logs;DBDir=C:\IAASDB;ServiceUser=IAASAdmin;ReportLogin=IAASAdmin
C:\DBInstall>C:\Windows\Microsoft.NET\Framework\v4.0.30319\msbuild.exe DBInstall.xml /p:DBServer=IAASSERVER\IAASSQLSERVER;DBName=IAAS;LogDir=C:\logs;DBDir=C:\IAASDB;ServiceUser=IAASAdmin;ReportLogin=IAASAdmin
Microsoft (R) Build Engine version 4.0.30319.34209
[Microsoft .NET Framework, version 4.0.30319.34209]
Copyright (C) Microsoft Corporation. All rights reserved.

Build started 8.3.2016 14:20:47.
Project "C:\DBInstall\DBInstall.xml" on node 1 (default targets).
DBInstall:
  JAVA_HOME environment variable is set to: C:\Program Files\Java\jre1.8.0_73
Project "C:\DBInstall\DBInstall.xml" (1) is building "C:\DBInstall\DeployUMPS.xml" (2) on node 1 (BuildDB target(s)).
BuildDB:
  ##BuildDB Creating and populating database
  sqlcmd -S IAASSERVER\IAASSQLSERVER -i CreateDatabase.sql -v DBName="IAAS" DBDir="C:\IAASDB" LogDir="C:\logs" -b
  Creating Database 'IAAS'.
  SQL database data and log file directory 'C:\IAASDB'.
  Setting database compatibility level to SQL 2008.
  Disabling full text search.
  Setting database settings.
  Executed CreateDatabase.sql.
  sqlcmd -S IAASSERVER\IAASSQLSERVER -d "IAAS" -i UMPSOpsUser.sql -v ServiceUser="IAASAdmin" UseWindowsAuthentication=""
  Executed UMPSOpsUser.sql.
Project "C:\DBInstall\DeployUMPS.xml" (2) is building "C:\DBInstall\Liquibase.xml" (3) on node 1 (RunLiquibase target(s)).
RunLiquibase:
  "C:\Program Files\Java\jre1.8.0_73\bin\java.exe" -Djsse.enableCBCProtection=false -Djava.library.path="C:\DBInstall" -cp "liquibase.jar;jtds-1.3.1.jar" liquibase.integration.commandline.Main --driver=net.sourceforge.jtds.jdbc.Driver --url=jdbc:jtds:sqlserver://IAASSERVER/IAAS";instance=IAASSQLSERVER;user=;password=;ssl=request releaseLocks
  Successfully released all database change log locks for IAASSERVER\IAASAdmin@jdbc:jtds:sqlserver://IAASSERVER/IAAS;instance=IAASSQLSERVER;user=;password=;ssl=request
  Liquibase 'releaseLocks' Successful
  "C:\Program Files\Java\jre1.8.0_73\bin\java.exe" -Djsse.enableCBCProtection=false -Djava.library.path="C:\DBInstall" -cp "liquibase.jar;jtds-1.3.1.jar" liquibase.integration.commandline.Main --driver=net.sourceforge.jtds.jdbc.Driver --url=jdbc:jtds:sqlserver://IAASSERVER/IAAS";instance=IAASSQLSERVER;user=;password=;ssl=request --changeLogFile="C:\CAC.ChangeLog-Master.xml" update
  Liquibase Update Successful
  "C:\Program Files\Java\jre1.8.0_73\bin\java.exe" -Djsse.enableCBCProtection=false -Djava.library.path="C:\DBInstall" -cp "liquibase.jar;jtds-1.3.1.jar" liquibase.integration.commandline.Main --driver=net.sourceforge.jtds.jdbc.Driver --url=jdbc:jtds:sqlserver://IAASSERVER/IAAS";instance=IAASSQLSERVER;user=;password=;ssl=request releaseLocks
  Successfully released all database change log locks for IAASSERVER\IAASAdmin@jdbc:jtds:sqlserver://IAASSERVER/IAAS;instance=IAASSQLSERVER;user=;password=;ssl=request
  Liquibase 'releaseLocks' Successful
Done Building Project "C:\DBInstall\Liquibase.xml" (RunLiquibase target(s)).
BuildDB:
  sqlcmd -S IAASSERVER\IAASSQLSERVER -d "IAAS" -i InsertDBVersion.sql -v VersionString=0.0.0.0
  Executed InsertDBVersion.sql.
Done Building Project "C:\DBInstall\DeployUMPS.xml" (BuildDB target(s)).
Done Building Project "C:\DBInstall\DBInstall.xml" (default targets).

Build succeeded.
    0 Warning(s)
    0 Error(s)

Time Elapsed 00:00:39.14
C:\DBInstall>
```

Liite 4. CloudStack hypervisorin komennot

- For Hyper-V

- `/usr/share/cloudstack-common/scripts/storage/secondary/cloud-install-sys-tmpl \`
- `-m /mnt/secondary \`
- `-u http://cloudstack.ap-get.eu/systemvm/4.6/systemvm64template-4.6.0-hyperv.vhd.zip \`
- `-h hyperv \`
- `-s <optional-management-server-secret-key> \`
- `-F`

- For XenServer:

- `/usr/share/cloudstack-common/scripts/storage/secondary/cloud-install-sys-tmpl \`
- `-m /mnt/secondary \`
- `-u http://cloudstack.ap-get.eu/systemvm/4.6/systemvm64template-4.6.0-xen.vhd.bz2 \`
- `-h xenserver \`
- `-s <optional-management-server-secret-key> \`
- `-F`

- For vSphere:

- `/usr/share/cloudstack-common/scripts/storage/secondary/cloud-install-sys-tmpl \`
- `-m /mnt/secondary \`
- `-u http://cloudstack.ap-get.eu/systemvm/4.6/systemvm64template-4.6.0-vmware.ova \`
- `-h vmware \`

- -s <optional-management-server-secret-key> \
- -F

- For KVM:

- /usr/share/cloudstack-common/scripts/storage/secondary/cloud-install-sys-tmpl \
- -m /mnt/secondary \
- -u http://cloudstack.appt-get.eu/systemvm/4.6/systemvm64template-4.6.0-kvm.qcow2.bz2 \
- -h kvm \
- -s <optional-management-server-secret-key> \
- -F

- For LXC:

- /usr/share/cloudstack-common/scripts/storage/secondary/cloud-install-sys-tmpl \
- -m /mnt/secondary \
- -u http://cloudstack.appt-get.eu/systemvm/4.6/systemvm64template-4.6.0-kvm.qcow2.bz2 \
- -h lxc \
- -s <optional-management-server-secret-key> \
- -F

- For OVM3:

- /usr/share/cloudstack-common/scripts/storage/secondary/cloud-install-sys-tmpl \
- -m /mnt/secondary \

- -u `http://cloudstack.ap-
get.eu/systemvm/4.6/systemvm64template-4.6.0-
ovm.raw.bz2 \`
- -h `ovm3 \`
- -s `<optional-management-server-secret-key> \`

-F

Liite 5. vCloud suite lisenssi erot

	Standard	Advanced	Enterprise
Cloud Management and Automation			
Automated Delivery for vSphere Environments			
Application and data services – Application provisioning, changes and data			•
Governance – Approvals, reclamation, cost profile and transparency		•	•
Extensibility – Infrastructure integrations, workflows and customizations	•	•	•
Infrastructure provisioning and management	•	•	•
Intelligent Operations for vSphere Environments			
Application Monitoring – OS, middleware, databases			•
OS-level change, configuration and regulatory compliance (PCI, HIPAA, SOX,)			•
Extensibility – Adapters for third-party OS and application monitoring tools			•
Extensibility – Adapters for third-party infrastructure monitoring tools		•	•
vSphere hardening, change and configuration management		•	•
Application discovery and dependency mapping		•	•
Operations dashboard – Health monitoring and performance analytics	•	•	•
Capacity management – Resource monitoring, planning and optimization	•	•	•
Business Insight for vSphere Environments			
Automated infrastructure costing and metering		•	•
Integrated pricing with self-service provisioning		•	•

Liite 6. vRealize Suite lisenssi erot

vREALIZE SUITE FEATURES		ADVANCED EDITION	ENTERPRISE
Automation	Self-service portal with unified services catalog and API functionality	•	•
	Infrastructure Services – Multi-vendor, multi-cloud Infrastructure provisioning and management	•	•
	Governance – entitlement, approvals, reclamation, showback	•	•
	Custom Services – Design, and automated delivery of Custom IT services	•	•
	Application services – Multi-Application blueprints and application provisioning		•
	Release automation – application release and lifecycle management		•
	Customizable Dashboards – health monitoring, predictive analytics and Smart Alerts	•	•
	Capacity Management – metering, right-sizing, modeling, what-if scenarios and capacity model-driven analytics	•	•
	Application awareness – discovery, dependency mapping	•	•
	vSphere hardening, change and configuration management	•	•
Operations	High performance Log Analytics	•	•
	Storage Analytics - deep visibility into storage infrastructure topology, stats, and events across HBAs, fabric, and arrays.	•	•
	Monitoring of OS Resources (CPU, Disk, Memory, Network) *	•	•
	Application, middleware and database monitoring *		•
	OS-level change, configuration and regulatory compliance management (PCI, HIPAA, SOX etc) **		•
	Infrastructure Usage metering, Costing, Pricing, Showback and reporting	•	•
	Infrastructure Benchmarks and Performance Management	•	•
	Infrastructure Business Planning	•	•
	IT Financial Management: Strategy, Budgeting and Planning	•	•
	IT Financial Management: Accounting & Cost Allocation	•	•
Business	Service Level Management		•

Liite 7. CloudStack asennusohjeet

CloudStack vaatii pohjaksi käyttöjärjestelmän ja Apachen suosittelemat käyttöjärjestelmät ovat CentOS/RHEL 6.3 tai uudempi ja Ubuntu 12.04(1) linux käyttöjärjestelmät. CloudStack vaatii vähintään 4 GB muistia ja 250 GB levytilaa, mutta 500 GB on suositeltu määrä ja lisäksi MySQL tietokannan.

CloudStackin käyttämiltä hypervisoreilta vaaditaan:

- Tuki HVM:lle
- Laitteisto virtualisointi tuki
- 4 GB muistia
- 36 GB levytilaa
- Klusteriin laitettut hypervisorit pitää olla identtisiä

Lisäksi CloudStackin käyttöönoton yhteydessä, ei hypervisorissa saa olla yhtään virtuaalikonetta käynnissä. CloudStack jaetaan käyttöjärjestelmään pakettihallinnan kautta, lisäämällä CloudStackin lähdeluettelo listaan.

CloudStack asennettiin CentOS 6.4 käyttöjärjestelmän minimal asennuksen. CloudStack voidaan asentaa virtuaalisena tai fyysiseen koneeseen.

CentOS puhtaan asennuksen jälkeen ei koneelle ole määritelty IP osoitteita, joten ne pitää manuaalisesti käydä laittamassa */etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0* tiedostoon lisäämällä rivit:

- IPADDR=<i>i</i>posoite>
- NETMASK=<i>a</i>liverkkon peite>
- GATEWAY=<i>o</i>letus yhdyskäytävä>

- DNS1=<oletus dns>
- DNS2=<vara dns>

Lisäksi kyseisestä tiedostosta vaihdetaan POOTPROTO=DHCP >NONE ja ONBOOT=no > yes. Tällöin saadaan CentOS käyttämään staattista ip osoitetta, jolloin nimipalvelin voi kääntää sen CloudStackin palvelimelle.

CloudStack vaatii kunnollisen hostnimen, joka puhtaassa asennuksessa ei ole muokattu. Hostnimen käydään vaihtamassa lisäämällä tiedostoon */etc/sysconfig/network* HOSTNAME=<FQDN> ja sisäisiä verkotuksia varten lisäämällä */etc/hosts* tiedostoon rivi:

- 172.29.159.59 cloudstack.comlab.lamk.fi

Verkkomuustosten jälkeen pitää palvelu uudelleen käynnistää muutosten tulleksi voimaan. Tämä onnistuu komennolla:

- service network restart

CloudStackin asennus vaatii SELinux tietoturva laajennuksen olevan salliva, ja tämä muutetaan komennolla

- setenforce 0

CloudStack vaatii kaikkien pilvipalvelujen olevan synkassa, joten aikapalvelimen (NTP) käyttö on vaadittu. Aikapalvelin voi olla ulkoinen tai sen voi asentaa CloudStack palvelimelle, joka tapahtuu komennolla:

- yum -y install ntp
- chkconfig ntpd on
- service ntpd start

Chkconfig –komennolla asetetaan aikapalvelu käynnistymään järjestelmän käynnistymisen yhteydessä, jos palvelin täytyy uudelleenkäynnistää.

CloudStack tukee paikallista tai NFS levytilaa toissijaiselle tallennustilalle ja useita muita riippuen hypervisorista ensisijaiselle tallennustilalle. Tässä ohjeessä käytetään XenServeriä ensisijaisena tallennusmediana ja

Nexenta palvelinta toissijaisena tallennusmediana, mutta samaa CloudStack palvelinta voi käyttää levytilana tai voidaan käyttää ulkoista NFS palvelinta. Käyttäen paikallista levyä siihen tarvitsee laittaa NFS jako päälle. Tämä tapahtuu asentamalla NFS tiedostot komennolla:

- yum -y install nfs-utils

NFS asennukseen tarvitaan jokin jaettava kansio ja se onnistuu komennolla mkdir. CloudStackille jaettavat kansiot ovat esim:

- mkdir -p /export/primary
- mkdir -p /export/secondary

Kansioiden jaon jälkeen ne tulee kertoa NFS jaoiksi editoimalla */etc/exports* tiedostoa. Lisäämällä seuraava rivi tiedostoon saadaan kyseiset kansiot jaettaviksi:

- /export *(rw,async,no_root_squash,no_subtree_check)

Lopuksi /export/ hakemisto jaetaan komennolla:

- exportfs -a

Jotta CloudStack palvelimen NFS jako toimii tarvitsee */etc/sysconfig/nfs* tiedostosta poistaa kommentteista käyttöön seuraavat asetukset:

- LOCKD_TCPPORT=32803
- LOCKD_UDPPORT=32769
- MOUNTD_PORT=892
- RQUOTAD_PORT=875
- STATD_PORT=662
- STATD_OUTGOING_PORT=2020

Ja NFS asetusten lisäksi tarvitsee palomuurin sääntöihin lisätä sallivat säännöt editoimalla */etc/sysconfig/iptables* tiedostoa kuvion 19 mukaisesti.

```
-A INPUT -s <172.29.159.0/24> -m state --state NEW -p udp --dport 111 -j ACCEPT
-A INPUT -s <172.29.159.0/24> -m state --state NEW -p tcp --dport 111 -j ACCEPT
-A INPUT -s <172.29.159.0/24> -m state --state NEW -p tcp --dport 2049 -j ACCEPT
-A INPUT -s <172.29.159.0/24> -m state --state NEW -p tcp --dport 32803 -j ACCEPT
-A INPUT -s <172.29.159.0/24> -m state --state NEW -p udp --dport 32769 -j ACCEPT
-A INPUT -s <172.29.159.0/24> -m state --state NEW -p tcp --dport 892 -j ACCEPT
-A INPUT -s <172.29.159.0/24> -m state --state NEW -p udp --dport 892 -j ACCEPT
-A INPUT -s <172.29.159.0/24> -m state --state NEW -p tcp --dport 875 -j ACCEPT
-A INPUT -s <172.29.159.0/24> -m state --state NEW -p udp --dport 875 -j ACCEPT
-A INPUT -s <172.29.159.0/24> -m state --state NEW -p tcp --dport 662 -j ACCEPT
-A INPUT -s <172.29.159.0/24> -m state --state NEW -p udp --dport 662 -j ACCEPT
```

KUVIO 28 Palomuurisäännöt

Palomuurisääntöjen tulleksi voimaan tarvitaan iptables palvelu uudelleen käynnistää sekä asettaa NFS palvelu käynnistymään käyttöjärjestelmän käynnistymisen yhteydessä. Tämä onnistuu komennolla:

- service iptables restart
- service rpcbind start
- service nfs start
- chkconfig rpcbind on
- chkconfig nfs on

CloudStack vaatii MySQL tietokannan, jota voidaan käyttää ulkoisena tai asentaa se CloudStack palvelimelle. Tämä onnistuu komennolla:

- yum -y install mysql-server

Asennuksen jälkeen vaaditaan MySQL asetusten lisäämistä */etc/my.cnf* tiedostostoon. Mysqld osaan tiedostosta lisätään rivit:

- innodb_rollback_on_timeout=1
- innodb_lock_wait_timeout=600
- max_connections=350
- log-bin=mysql-bin
- binlog-format = 'ROW'

MySQL tietokannan asentamisen jälkeen se otetaan käyttöön ja laitetaan käynnistymään käyttöjärjestelmän käynnistyksen yhteydessä service ja chkconfig komennoilla.

- service mysqld start
- # chkconfig mysqld on

CloudStackin asennustiedostot vaatii hakemiston lisäämisen pakettihallintaan. Tämä onnistuu luomalla uusi tiedosto */etc/yum.repos.d/cloudstack.repo* ja lisäämällä tiedostoon kuvion 20 mukaiset rivit.

```
[cloudstack]
name=cloudstack
baseurl=http://cloudstack.appt-get.eu/centos/6/4.6/
enabled=1
gpgcheck=0
```

Kuva 29 CloudStack repository

Tämä lisää paketinhallinnan etsivän asennustiedostoja Apachen CloudStack palvelimelta. Hakemiston lisäämisen jälkeen yum pakettihallinta osaa hakea CloudStack asennuksen komennolla:

- yum -y install cloudstack-management

CloudStackin sovellus on nyt asennettu ja se tarvitsee alustetun tietokannan joka onnistuu komennolla:

- `cloudstack-setup-databases cloud:<salasana>@localhost --deploy-as=root`

Tietokannan alustamisen jälkeen on CloudStack valmis käynnistettäväksi joka tapahtuu komennolla:

- `cloudstack-setup-management`

CloudStack vaatii muutaman järjestelmä virtuaalikoneen useiden toimintojen toteuttamiseksi, kuten virtuaalikoneiden konsoliyhteydet, useiden verkkoasetusten palvelut ja virtuaalikoneiden tallennusmedioiden hallinta. Nämä järjestelmä virtuaalikoneet ladataan toissijaiselle tallennusmedialle komennolla:

```
/usr/share/cloudstack-common/scripts/storage/secondary/cloud-install-sys-tmpl \
-m <toissijainen tallenuksen sijainti> \
-u http://cloudstack.ap-get.eu/systemvm/4.6/systemvm64template-4.6.0-xen.vhd.bz2 \
-h xenserver \
-F
```

Jokainen hypervisor vaatii oman järjestelmä virtuaalikoneen ja eri valmistajille löytyy ohjeet liitteestä 5.

CloudStack asennuksen jälkeen sovellus vaatii toimiakseen hypervisorin liittämisen, sekä tallennusmedioiden lisäämisen tietokantaan. Nämä voi lisätä käyttämällä asennusohjelmaa, kun ensimmäisen kerran kirjautuu CloudStackin verkko käyttöliittymään osoitteessa `http://<CloudStack – osoite>:8080/client`, mutta tämä vaatii hypervisorin ja tallennusmedioiden oltava valmiina.

CloudStackiin voidaan liittää useita ympäristöjä ja nämä erotellaan eri alueilla (Region). Jokaisella alueella on oma CloudStack instanssi. Alueet erotetaan toisistaan alue tunnuksen avulla ja niihin pääsee käsiksi <alueen 1 IP osoite>:8080/client kautta ja alueita voidaan luoda komennolla:

- `cloudstack-setup-databases cloud:<dbpassword>@localhost --
deploy-as=root:<password> -e <encryption_type> -m
<management_server_key> -k <database_key> -r <region_id>`

Alueen sisällä voi olla useita vyöhykkeitä (Zone), jotka käyttävät tiettyä nimipalvelinta. Zoneja voidaan luoda verkko käyttöliittymän kautta ylläpitäjän tunnuksilla, jotka ovat oletuksena *admin* ja salasanana *password*. Vyöhykkeet voidaan luoda asennusohjelman tai manuaalisesti infrastruktuuri välilehden kautta. Comlab verkolle luotu zone esimerkki näkyy kuvioista 21.

Zone	comlab.lamk.fi
ID	df47ca10-4914-4f54-88d6-992d692e0deb
Allocation State	Enabled
DNS 1	172.29.159.9
DNS 2	
IPv6 DNS1	
IPv6 DNS2	
Internal DNS 1	172.29.159.9

KUVIO 30 Comlab vyöhyke

Vyöhykkeen sisälle luodaan podi, joka sisältää yhdyskäytävän sekä hallinta ja vieras verkkoasetukset (kuvio 22). Hallinnalle vaaditaan

muutama IP osoite konsoli ja toissijaisen tallennusmedian hallintaa varten ja vieras verkosta otetaan virtuaalikoneille käytettävät IP osoitteet.

Name	XenServer
ID	ee88e049-3e79-42c4-b3d3-d807d8f0780c
Netmask	255.255.255.0
Start IP	172.29.159.56
End IP	172.29.159.70
Gateway	172.29.159.1
Allocation State	Enabled
Dedicated	No

KUVIO 31 Hallinta osoitteet



Klusterin luomiseksi vaaditaan olemassa oleva vyöhyke ja podi johon klusteri liitetään. Klusterin tietoihin vaaditaan hypervisorin tyyppi (kuvio 23).

Name	Xen1
ID	64bebf2-9be0-4388-b806-eda21646a060
Zone	comlab.lamk.fi
Pod	XenServer
Hypervisor	XenServer
Cluster Type	CloudManaged
State	Enabled
Dedicated	No

KUVIO 32 Klusteri asetukset

Hypervisorit liitetään host välilehdestä CloudStack tietokantaan. Tarvittavina tietoina on hypervisorin IP osoite ja hallinta tunnukset. Jos Hypervisor on liitetty johonkin hallinta ohjelmaan, kuten XenServer pool, niin kaikki hallinnassa olevat hypervisorit liittyy automaattisesti hallinta palvelimen liitettyä CloudStackiin. Kuviossa 24 näkyy liitetty XenServer pool CloudStackiin, jossa Xen2 hypervisor ei toimi oikein ja ei sitä ei voi liittää tietokantaan ja se pitää poistaa.

Home > Infrastructure > Hosts >

Name	Zone	Pod	Cluster	State	Quickview
xen2	comlab.lamk.fi	XenServer	Xen1	 Alert	<input type="button" value="+"/>
xen1	comlab.lamk.fi	XenServer	Xen1	 Up	<input type="button" value="+"/>

KUVIO 33 Host asetukset

CloudStack tarvitsee vielä ensisijaisen sekä toissijaisen tallennusmedia tiedot toimiakseen. Ensisijaisena tallennusmediana käytetään XenServerin omaa kiintolevyä virtuaalikoneita varten (kuvio 25).

Name	primary
ID	bc5bb5fc-7e44-537c-56a4-27de6845826c
State	Up
Storage Tags	
Zone	comlab.lamk.fi
Pod	XenServer
Cluster	Xen1
Type	PreSetup

KUVIO 34 ensisijainen tallennusmedia asetukset

Toissijaisena käytetään ulkoista NexentaStor NFS palvelinta, johon virtuaalikoneiden mallit ladataan ja CloudStackin XenServer hallintaan vaaditut malli virtuaalikoneet sijaitsevat (kuvio 26).

Name	secondary
URL	nfs://172.29.159.11/volumes/dataset1/NFS
Protocol	nfs
Provider	NFS
Scope	ZONE
Zone	comlab.lamk.fi
Details	
ID	ffee9366-be85-40ee-8cdd-09d47bf39d42

KUVIO 35 Toissijainen tallennusmedia asetukset

Vyöhykkeen luomisen jälkeen se käynnistetään infrastruktuuri välilehden kautta, jolloin CloudStackin hallintaan vaaditut virtuaalikoneet ladataan ensisijaiseen tallennusmediaan ja käynnistetään (kuvio 27). Niiden olessa käynnissä CloudStack on valmis toimiakseen.

Home > Infrastructure > System VMs >

Name	Type	Zone	VM state	Agent State	Quickview
v-59-VM	Console Proxy VM	comlab.lamk.fi	 Running	 Up	+
s-60-VM	Secondary Storage VM	comlab.lamk.fi	 Running	 Up	+

KUVIO 36 Hallinta virtuaalikoneet

CloudStackissa voi käynnistää virtuaalikoneita instances –välilehden kautta joko ylläpitäjä tai käyttäjä oikeuksilla. CloudStackissa ei ole

oletuksena käyttäjä tunnusta tehtynä ja ne luodaan accounts – välilehdestä. Käyttäjille voidaan määritellä eri resursseja.

Virtuaalikoneen käynnistämiseksi tarvitaan mallikone, joita voidaan lisätä CloudStack tietokantaan template –välilehdestä. Nämä mallikoneet ladataan toissijaiseen tallennustilaan. Virtuaalikoneita käynnistäessä, voidaan valitaan sille sijoitetut resurssit ja näitä resurssi kokoja voidaan hallita service offering –välilehden kautta. Virtuaalikoneen voidaan myös käynnistää halutussa hypervisorissa, jos niitä on useampi määritelty CloudStackin tietokantaan. Virtuaalikoneen ollessa käynnissä sitä voidaan hallita instances –välilehdessä olevan konsoli näkymän kautta tai etäyhteyksillä.