

Design

Intra Cloud



Projectgroep

Cloud 9

Auteurs

Tim Spies	(578800)
Michael Kalil	(590395)
Daan Reynaert	(581389)
Mark de Heus	(601498)
Koen Bongers	(603274)

Opdrachtgever

Sander Maijers

Datum

11-06-2020

Locatie

Arnhem

Semester

Verdiepend semester

Course

DIOS-P

Opdracht

HANubes

Inhoud

1. Inleiding	2
2. Functionaliteiten POC	3
3. Rubricering van diensten	5
3.1 SAAS (Software as a Service)	5
3.2 PAAS (Platform as a Service)	5
3.3 IAAS (Infrastructure as a Service)	6
3.4 Support (Ondersteuning)	6
3.5 Billing (Betaalsysteem)	7
4. Hard- en softwarecomponenten	8
4.1 Netwerktekening en hardware	8
4.2 Softwarecomponenten	9
4.2.1 Rancher	10
4.2.2 Docker Private Registry	11
4.2.3 Active Directory Domain Services	12
4.2.3 Bind 9 DNS	12
4.2.4 Prometheus + Grafana monitoring	13
4.2.6 osTicket	13
5. Escalatie	14
5.1 Opslag	14
5.2 Beschikbaarheid	14
5.3 Beveiliging	14
5.4 Opschalen	14
5.5 Ondersteuning	15
5.6 Single-sign-on	15
5.7. Monitoring Notificaties	15
6. Bronnenlijst	15

1. Inleiding

Dit document beschrijft hoe de POC-omgeving van HANubes is opgezet. Met de informatie in dit document kan de beheerder van de HAN zich een beeld vormen van hoe het systeem technisch is opgezet. In dit document staat beschreven welke functionaliteiten in het POC aanwezig zijn. Verder worden deze functionaliteiten gerubriceerd om extra duidelijkheid te schetsen. Ook worden bepaalde gekozen technieken en componenten toegelicht zoals tooling, hardwarecomponenten en software componenten. Als laatste in dit document staat een escalatie-hoofdstuk. Dit hoofdstuk beschrijft hoe de POC kan worden getransformeerd naar een daadwerkelijke live cloud omgeving.

2. Functionaliteiten POC

Het POC dient ervoor om aan de opdrachtgever te laten zien via welke werkwijze en met welke functionaliteiten de cloud oplossing geïmplementeerd kan worden.

In de tabel hieronder staan de te testen functies van het POC beschreven met daarbij de codes van de hieraan gelinkte requirements.

Code	Functies
FR-a02	HANubes moet een eigen DNS-inrichting kennen. Domein-namen moeten door iedereen aangevraagd kunnen worden.
NFR-d02, NFR-b01	De dienst moet 24x7 beschikbaar zijn. Bij storing moet een beheerder meteen een waarschuwing krijgen.
NFR-b02	Het beheer moet gedaan kunnen worden door derdejaars ISM-studenten. Daarvoor moet er een rechten-hiërarchie in het beheer zijn. Een student mag nooit een “top”-admin zijn in die hiërarchie.
NFR-b03	HANubes moet een eigen repository krijgen, los van de Docker hub
FR-d01, FR-s01	Docent moet in staat zijn om autonoom een eigen testomgeving aan te kunnen vragen. (zonder bemoeienis van een admin)
FR-d02, FR-s01	HANubes moet een BIM-omgeving kunnen faciliteren. (SAAS), ook in bulk.
FR-d03, FR-s01	HANubes moet een Web Development omgeving kunnen faciliteren. (PAAS), ook in bulk.
FR-d04, FR-s01	HANubes moet een Applicatie Development omgeving kunnen faciliteren waarin studenten Java-opdrachten met o.a. Processing-3 kunnen doen. (PAAS), ook in bulk.
FR-d05, FR-s01	HANubes moet een OS Development omgeving kunnen faciliteren waarin studenten OS opdrachten in kunnen doen (IAAS), ook in bulk.
FR-d06	Docent moet de hoeveelheid resources kunnen bepalen bij de aanvraag van een omgeving voor een student, of voor hemzelf
FR-d07	Docent moet de progressie van studenten kunnen volgen.
FR-d08	Docent moet een projectgroep kunnen blokkeren. (eventueel verwijderen)

FR-d09	Projectgroepen moeten op een eenvoudige, eenduidige manier aangemaakt en beheerd kunnen worden.
FR-d10	Docent moet in staat zijn om projectgroepen bepaalde rechten te geven om testusers op hun omgeving toe te laten als dat van toepassing is.
FR-b01	HANubes moet een OS Development omgeving kunnen faciliteren waarin beheerders kunnen testen (IAAS, SAAS, PAAS)
FR-b02	HANubes moet te allen tijde inzichtelijk hebben “hoe de systemen draaien”.
FR-b04	HANubes moet volledig self-service zijn.
R-b05	HANubes moet een billing systeem hebben. Gebruikers moeten voor het gebruik van de omgeving een rekening krijgen.
FR-b06	HANubes moet beschikken over een servicedesk voor vragen en problemen van gebruikers .
FR-b07	HANubes moet instaat zijn een authenticatieserver te gebruiken.
FR-b03	HANubes moet statische overzichten genereren over het gebruik van de omgeving.
FR-o02	HANubes moet een DevOps ontwikkelstraat kunnen faciliteren.
FR-o03	HANubes moet de mogelijkheid bieden om eenvoudig resources bij te kunnen schalen.
FR-s02	HANubes moet rechten toestaan op de omgeving door de gebruiker.
FR-s03	HANubes moet lidmaatschapsgegevens van een student door een student zelf kunnen laten beheren.

Tabel 1: Functionaliteiten.

3. Rubricering van diensten

In dit hoofdstuk worden de requirements onderverdeeld en gerubriceerd onder verschillende services zoals SAAS, PAAS, IAAS, support en een toekomstig betaalsysteem.

3.1 SAAS (Software as a Service)

Onder de SAAS diensten binnen HANubes verstaan we de omgevingen voor BIM-studenten en beheerders. Voor de BIM-studenten betekent dit dat zij een Sharepoint-achtige omgeving kunnen gebruiken voor testdoeleinden. Voor beheerders betekent dit dat zij ook SAAS oplossingen kunnen gebruiken op hun OS Dev omgevingen. Hierin is het ook mogelijk de omgevingen in bulk uit te rollen voor projecten en opdrachten.

In de tabel zijn alle SAAS diensten voor het POC te zien.

Requirement	SAAS
BIM omgeving faciliteren (FR-d02)	<ul style="list-style-type: none"> - Alfresco - HumHub - Wordpress.
HANubes moet een OS Development omgeving kunnen faciliteren waarin beheerders kunnen testen (FR-b01)	Wat betreft het testen binnen een gefaciliteerde omgeving kan een applicatie voldoende mogelijkheid bieden om dit te realiseren.

Tabel 2: SAAS.

3.2 PAAS (Platform as a Service)

De PAAS diensten die uitgerold kunnen worden zijn vooral van toepassing voor de programmeurs en ontwikkelaars. Zo hebben de programmeurs de mogelijkheid om een eigen development omgeving te gebruiken en beheerders om een PAAS oplossing te gebruiken op een OS omgeving. Hierin is het ook mogelijk de omgevingen in bulk uit te rollen voor projecten en opdrachten.

In de tabel zijn alle PAAS diensten voor het POC te zien.

Requirement	PAAS
HANubes moet een Web Development omgeving kunnen faciliteren. (FR-d03)	<ul style="list-style-type: none"> - Apache en MySQL - Apache en MySQL als microservice - Apache, MySQL en authenticatie als microservice
HANubes moet een Applicatie Development omgeving kunnen faciliteren waarin studenten Java-opdrachten met o.a. Processing-3 kunnen doen. (FR-d04)	<ul style="list-style-type: none"> - Linux desktop met Processing 3 en MySQL - Linux desktop met Eclipse, Java en MySQL als microservice

HANubes moet een OS Development omgeving kunnen faciliteren waarin beheerders kunnen testen (FR-b01)	Wat betreft het testen binnen een gefaciliteerde omgeving op basis van een PAAS, kan zonder interventie van buitenaf voldoende mogelijkheid bieden om applicaties naar behoefte te testen.
--	--

Tabel 3: PAAS.

3.3 IAAS (Infrastructure as a Service)

De IAAS diensten hebben vooral betrekking op het uitrollen van een OS voor studenten en beheerders. De OS omgevingen zijn Linux-based met relevante Ubuntu en Fedora packages. Dit kan uitgerold worden in zowel desktop als server. Hierin is het ook mogelijk de omgevingen in bulk uit te rollen voor projecten en opdrachten.

In de tabel zijn alle IAAS diensten voor het POC te zien.

Requirement	IAAS
OS Development omgeving faciliteren (FR-d05)	<ul style="list-style-type: none"> - Linux desktop met Ubuntu en Fedora packages - Linux server met Ubuntu en Fedora packages
HANubes moet een OS Development omgeving kunnen faciliteren waarin beheerders kunnen testen (FR-b01)	Aan de hand van de te maken applicatie is het voor sommige situaties belangrijk dat de mogelijkheid om specifieke poorten open of dicht kunnen van belang. Met een IAAS zal geen limitatie optreden op gebied van dit soort functionaliteiten.

Tabel 4: IAAS.

3.4 Support (Ondersteuning)

HANubes moet beschikken over een servicedesk voor vragen en problemen van gebruikers. Daarnaast bevat het support systeem informatie over het gebruik van HANubes. Dit zal gedaan worden met osTicket.

In de tabel zijn alle ondersteunende diensten voor het POC te zien.

Requirement	Support
Beschikken over een servicedesk (FR-b06)	<ul style="list-style-type: none"> - osTicket

Tabel 5: Support.

3.5 Billing (Betaalsysteem)

HANubes moet een billing systeem hebben. Toekomstige gebruikers van HANubes die buiten de HAN vallen (denk hierbij aan een andere hogeschool) moeten voor het gebruik van de omgeving een rekening krijgen. Dit wordt gedaan met behulp van Invoice Ninja waarin makkelijk facturen worden kunnen gemaakt.

In de tabel zijn alle betaalsystemen voor het POC te zien.

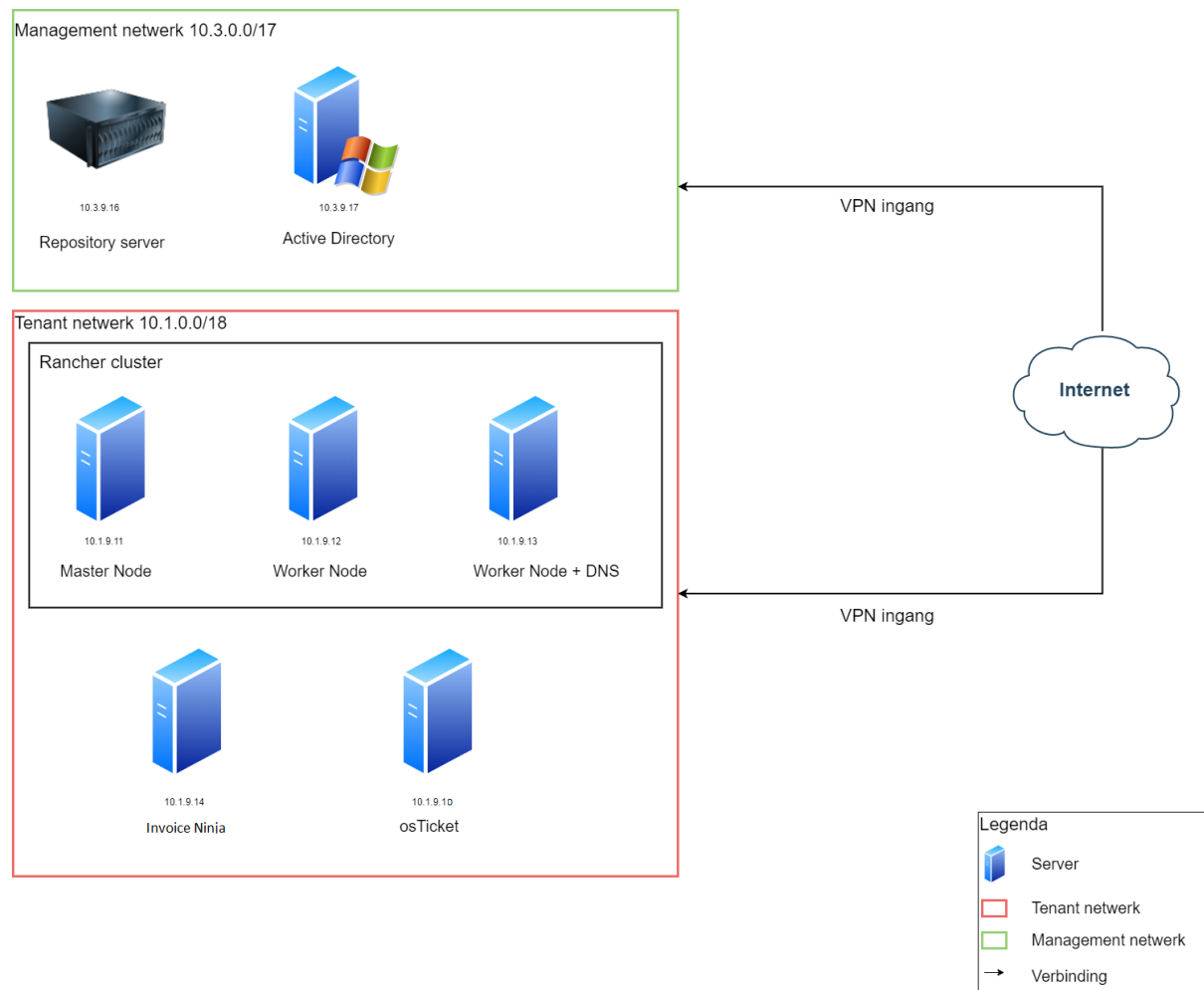
Requirement	Billing
Beschikken over een betaalsysteem (FR-b05)	- Invoice Ninja

Tabel 6: Billing.

4. Hard- en softwarecomponenten

In dit hoofdstuk worden de te gebruiken hard- en softwarecomponenten van het HANubes POC uitgebreid toegelicht. Om een verduidelijking te geven is de omgeving in een hard- en software tekening gezet.

4.1 Netwerktekening en hardware



Figuur 1: Netwerktekening POC.

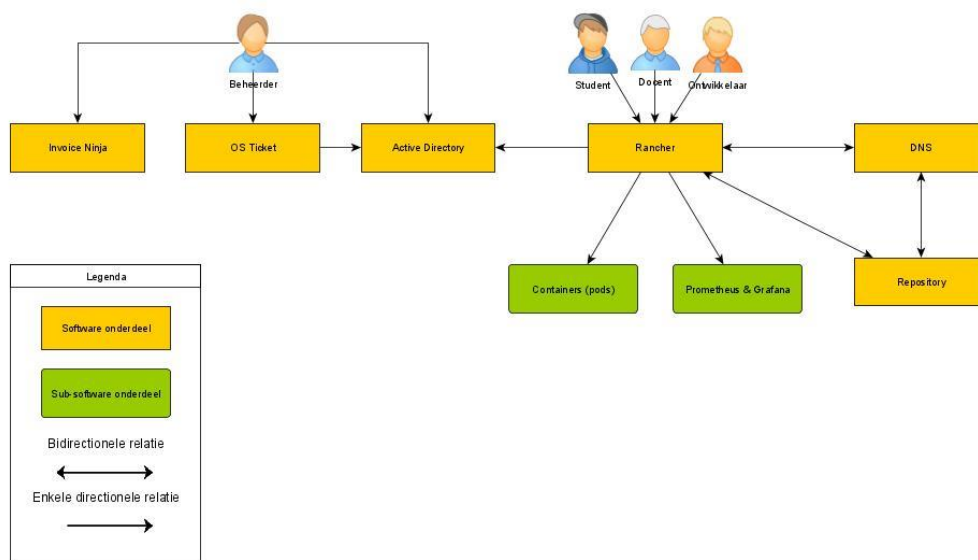
Op de figuur zijn twee netwerken te zien. Hierin is het netwerk management bedoeld voor de beheerders van HANubes en het tenant network voor de gebruikers. In het management netwerk draaien twee servers. Een repository server, hierop komen alle images die de SAAS, PAAS en IAAS diensten gebruiken. Deze kunnen via de Rancher interface gepulled worden door de 'cloud9repo.cloud9.hanubes' domeinnaam voor de image in te voeren. Verder draait er een Active Directory. Hierin zijn alle gebruikers van HANubes opgeslagen. Dit betekent dat rechten makkelijk over verschillende groepen uitgedeeld kunnen worden via Rancher. Daarnaast betekent dit ook dat alle gebruikers dezelfde inloggegevens hebben op de applicaties (los van de uitgerolde systemen). In het tenant network draait het Rancher cluster. Binnen het cluster komen alle systemen die de gebruikers uitrollen te staan en zijn aan de hand van port forwarding te bereiken vanaf het HAN of VPN-netwerk. Ook draait hier

Auteurs: Tim Spies, Michael Kalil, Daan Reynaert, Mark de Heus, Koen Bongers

de DNS waar gebruikers een domeinnaam kunnen aanvragen voor bijvoorbeeld hun eigen website. Buiten het Rancher cluster draaien nog twee webserver met hierop het osTicket support systeem en het Invoice Ninja billing systeem. osTicket zal HANubes voorzien van een support platform waar gebruikers problemen of vragen kunnen stellen en melden. Ook is de omgeving voorzien van allerlei informatie en handleidingen over het gebruik van HANubes. Als laatste draaien er Prometheus exporters op de servers. Dit zijn exporters die metrics ophalen voor de Prometheus monitoring die zich op de Rancher Master-node bevindt. Deze metrics worden gebruikt voor het Grafana dashboard van de beheerders en docenten.

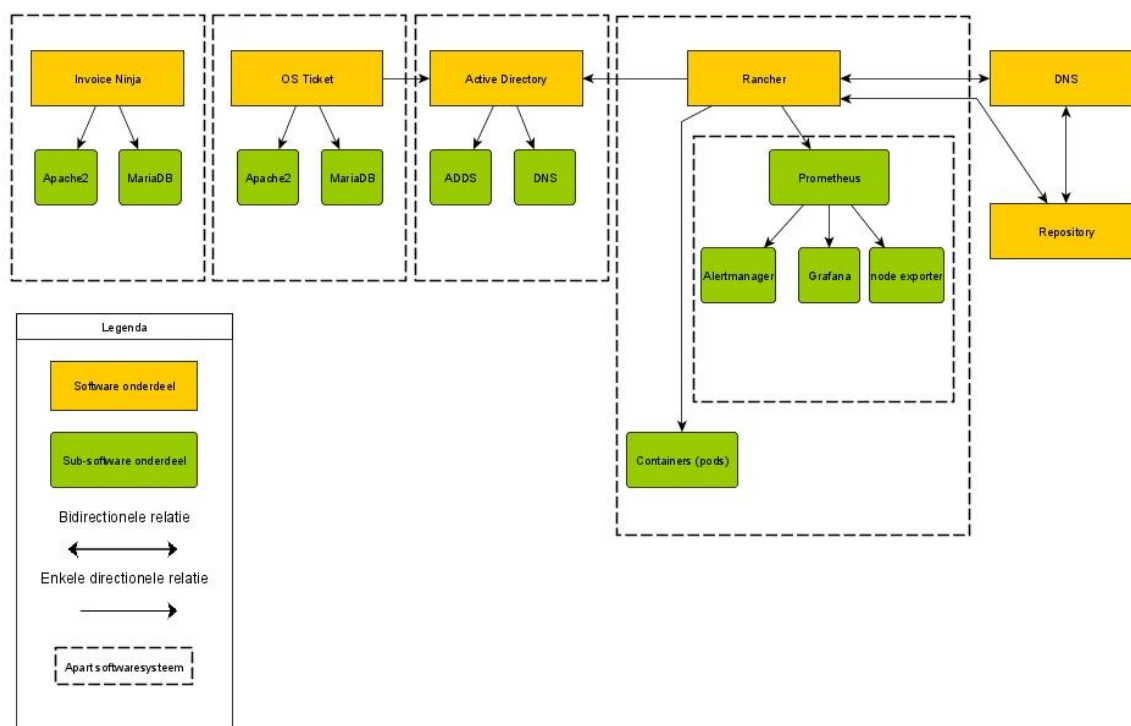
4.2 Softwarecomponenten

Het POC maakt gebruik van een aantal tools die ook al in het hardware stuk zijn vermeld. In dit hoofdstuk worden de tools verder toegelicht. Om de softwarecomponenten duidelijk in beeld te brengen is een software-architectuur opgesteld. Deze architectuur heeft als handvat het C4 Model voor de visualisatie (C4 model for visualising software architecture, n.d.). Hierbij worden alleen level 1 en 2 in acht genomen.



Figuur 2: Level 1 architectuur.

Het level 1 architectuur weergeeft welke relaties de software onderdelen van het POC met elkaar hebben. Deze relaties kunnen ingedeeld worden tussen bidirectionele - en enkel directionele relatie. Bidirectioneel wil zeggen dat de twee onderdelen afhankelijk zijn van elkaars services. Enkel directioneel wil zeggen dat het onderdeel waar de pijl van weg wijst afhankelijk is van waar de pijl naartoe wijst. Bijvoorbeeld in het geval van de bidirectionele relatie tussen Rancher en Repository maakt Rancher gebruik van de repository om de images te pullen. De repository maakt gebruik van Rancher omdat hij de images daar naartoe moet pushen.



Figuur 3: Level 2 architectuur.

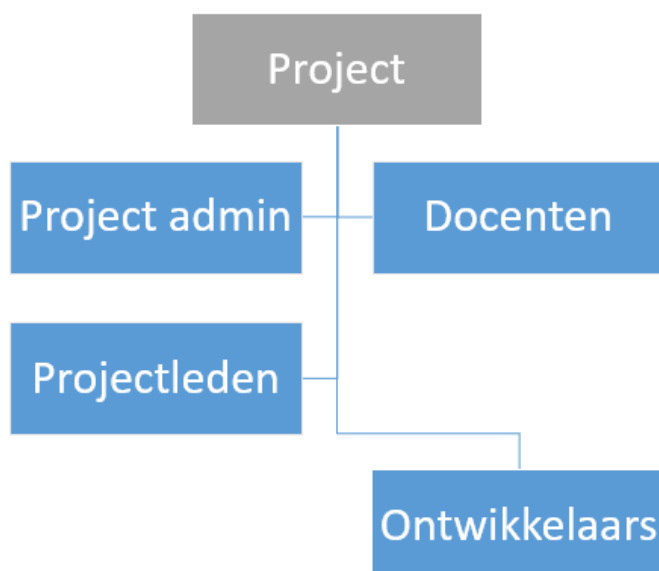
De level 2 architectuur weergeeft een dieper overzicht van de onderdelen waarbij per onderdeel weergegeven wordt welke services eronder draaien. Om deze software -en sub-software onderdelen in te kaderen zijn gestippelde kaders gebruikt bij dit level 2 design.

4.2.1 Rancher

Rancher, een container orchestrator (why-rancher, n.d.), zal verantwoordelijk zijn voor het uitrollen van de systemen en het uitdelen van rechten. Gebruikers kunnen hier via de Rancher interface de containers, projecten en namespaces binnen Rancher inzien en aanmaken mits zij ook de rechten daarvoor hebben. Rechten worden uitgedeeld op de groepen die in Active Directory aangemaakt zijn (zie 5.2.3 Active Directory). Dit betekent bijvoorbeeld dat een docent een project met namespaces aan kan maken en hier resource quota's aan kan koppelen terwijl een student dit niet kan. Hieronder een overzicht van de globale rechten per groep:

	Docent	Student	Ontwikkelaar	Beheerders en administrators
Project aanmaken	V	X	X	V
Namespace aanmaken	V	X	X	V
Containers deployen	V	V	V	V
Quota's vaststellen	V	X	X	V
Gebruikers beheren	V	X	X	V

Tabel 7: Rechten Rancher.



Figuur 4: Hiërarchie op project niveau.

Rancher draait in een cluster op het tenant netwerk bestaande uit drie servers. Hierin is een Master-node en twee Worker-nodes. Aangemaakte systeem worden willekeurig op een server gedeployed en vervolgens te bereiken via een poort. Dit zijn willekeurig gekozen poorten uit de default pool of een zelf aangegeven poort. De images die Rancher gebruikt voor de systemen zijn afkomstig van de Cloud 9 repository of kunnen direct van de Docker Hub gepulled worden. Hieronder een overzicht van de gebruikte nodes:

Server	IP-adres	Rol
Master-node	10.1.9.11	Etcd Control Plane Worker
Worker-node	10.1.9.12	Worker
Worker-node2	10.1.9.13	Worker

Tabel 8: Rancher nodes.

4.2.2 Docker Private Registry

Omdat HANubes onafhankelijk moet zijn van de Docker Hub of repository buiten het HAN netwerk maakt Cloud 9 gebruik van een eigen repository voor het POC. Dit is gedaan met een Docker Private Registry die draait op de server 10.3.9.15. Hiervoor is een domeinnaam aangemaakt (op de DNS server), cloud9repo.cloud9.hanubes, zodat het makkelijker is voor gebruikers om een image te pullen (Zie 5.2.1 Rancher). Op de repository draait een 'registry' container die luistert op de poorten 5000 en 443. De registry maakt verder gebruik van TLS SSL certificaten die vertrouwd zijn door nodes in het Rancher cluster. Dit betekent dat er makkelijk gepushed en gepulled kan worden door de Rancher nodes.

4.2.3 Active Directory Domain Services

Active Directory in het POC wordt gebruikt om alle gebruikers in op te slaan. Het AD is gekoppeld aan Rancher, dit betekent dus ook dat gebruikers met dezelfde gegevens in kunnen loggen op de Rancher interface. De OU en groepen structuur binnen het HANubes AD zien er als volgt uit:

- ❑ **cloud9.hanubes**
- ❑ **OU HANubes**
 - ❑ **OU Administrators**
 - ❑ **Group GL_Administrators**
 - ❑ **OU Docenten**
 - ❑ **Group GL_Docenten**
 - ❑ **OU Beheerders**
 - ❑ **Group GL_Beheerders**
 - ❑ **OU Studenten**
 - ❑ **Group GL_ISM_Studenten**
 - ❑ **Group GL_ISM_Studenten_3ejaars**
 - ❑ **Group GL_BIM**
 - ❑ **Group GL_Webdev**
 - ❑ **Group GL_Dev**
 - ❑ **OU Ontwikkelaars**
 - ❑ **Group GL_Ontwikkelaars**

In de OU's bevinden zich de gebruikers. Deze zijn vervolgens toegevoegd aan een groep en in Rancher geïmporteerd. Zo kunnen er per groep rechten worden uitgedeeld door Rancher.

4.2.3 Bind 9 DNS

Bind 9 gaat gebruikt worden voor de domeinnamen die beschikbaar zijn voor de tenants en draait op de server met het IP 10.1.9.13. Hierop komen voor het POC zowel de domeinnamen van HANubes als de domeinnamen van de systemen te staan. Gebruikers kunnen deze domeinnamen aanvragen voor hun website of applicatie.

Hieronder een overzicht van de al bestaande records:

Naam	Record	IP
@	NS	10.1.9.13
primary	A	10.1.9.13
cloud9.hanubes	A	10.3.9.17
*.cloud9.hanubes	A	10.3.9.17
cloud9repo.cloud9.hanubes	A	10.3.9.15

rancher.cloud9.hanubes	A	10.1.9.11
osticket.cloud9.hanubes	A	10.1.9.10
ninja.cloud9.hanubes	A	10.1.9.14

Tabel 9: DNS records.

4.2.4 Prometheus + Grafana monitoring

Prometheus in combinatie met Grafana gaat gebruikt worden voor het monitoren van de omgeving. De Prometheus server draait binnen het Rancher cluster en zal metrics ophalen van de Rancher nodes en applicaties met behulp van Prometheus node exporters. Deze metrics worden vervolgens naar de Prometheus applicatie verzameld. Grafana verwerkt deze gegevens vervolgens in een aanpasbaar dashboard. Door een beheerder kunnen gedefinieerde trigger alerts versturen in het geval van een event. Voor het POC worden de alerts gegeven door een bot in het Cloud 9 Slack kanaal.

4.2.6 osTicket

osTicket draait op een webserver in het tenant netwerk en is bereikbaar via de domeinnaam 'osticket.cloud9.hanubes'. osTicket is verbonden met het AD. Dit betekent dat gebruikers met dezelfde inloggegevens kunnen inloggen en tickets aan kunnen maken. Hierin kan de gebruiker ook de status van zijn tickets inzien. Naast het afhandelen van tickets dient osTicket ook als uithangbord voor informatie en handleiding over HANubes. Dit is op een aparte pagina binnen osTicket te vinden.

4.2.7 Invoice Ninja

Invoice Ninja draait op dezelfde webserver als osTicket en dient als betalingssysteem voor derde partijen buiten de HAN. De website is te bereiken met de URL 'ninja.cloud9.hanubes'. Het huidige systeem heeft niet de mogelijkheid om gekoppeld te worden met het AD. Bij de implementatiefase van HANubes moet er dus naar een workaround gezocht worden d.m.v. een andere authenticatiemethode die wel gekoppeld kan worden met een AD of een ander billing systeem.

5. Escalatie

Het is uiteindelijk de bedoeling om het POC op te schalen naar een private cloud beschikbaar voor de HAN. Dit betekent dat er erg veel gebruikers en dus ook systemen gaan zijn. Voor de escalatie moeten er dus een aantal zaken zijn waar goed rekening mee moet worden gehouden.

5.1 Opslag

In de huidige situatie van het POC bestaat het Rancher cluster uit drie servers met een capaciteit van 330 containers. Er vanuit gaande dat een gebruiker een microservice met 3 containers gebruikt betekent dit dat er maar maximaal 110 gebruikers een systeem kunnen hebben. De opslag moet dus flink opgeschaald worden. De hoeveelheid kan bepaald worden door bijvoorbeeld te kijken naar een projectfase zoals MANSE of SEA waarin een grote hoeveelheid groepen gebruik gaat maken van het systeem.

5.2 Beschikbaarheid

HANubes moet 24x7 beschikbaar zijn voor de gebruikers van het systeem. Dit betekent dat high availability en load balancing essentieel is om de hoge uptime te garanderen. In het huidige POC is nog geen sprake van high availability maar wel van beperkte load balancing. De containers die door Rancher worden aangemaakt, worden op een willekeurige worker node in het cluster gezet. Om de load balancing nog beter in te richten is het ook mogelijk om load balancing binnen de Rancher interface aan te zetten of kan er gebruik gemaakt worden van een laag 4 load balancer. Voor high availability is het de bedoeling dat Rancher (bestaande uit de etcd en control plane) op verschillende nodes draait binnen het cluster zodat in geval van falen een van de andere nodes het overneemt. In het huidige POC draait Rancher alleen op een server en worden de andere twee servers als workers gebruikt.

5.3 Beveiliging

In het huidige POC is security buiten de scope van het project gebleven. Zo zijn de firewalls niet actief op de servers. Voor de implementatie is het dus de bedoeling dat de firewalls op actief worden gezet en alleen poorten toestaan waar de diensten gebruik van maken. Naast het monitoren is het ook de bedoeling dat uitgebreid aan logging gedaan wordt zodat, in het geval van een incident, achterhaald kan worden wat hier gebeurd is. Als laatste is het ook de bedoeling dat databeveiliging conform de AVG wetgeving wordt geregeld.

5.4 Opschalen

Voor de uiteindelijke implementatie van HANubes zijn natuurlijk meer resources nodig dan nu in het POC beschikbaar is. Met name in projectfases zal er flink opgeschaald moeten worden. In het huidige POC zijn er vijf fysieke servers beschikbaar waarvoor er drie zijn

gebruikt voor het Rancher cluster. Voor de implementatie moet het cluster dus flink uitgebreid worden zodat dit voldoende capaciteit biedt zij het met fysieke of virtuele servers. Daarnaast zal het aantal images op de repository ook toenemen. Het gebruik van meerdere repositories of repository met meer opslag en bandbreedte binnen de HAN is dus een verstandig idee.

5.5 Ondersteuning

De aangeboden support en billing platformen zullen net zoals alle andere diensten uitgebreid worden. De servicedesk moet meer personeel beschikbaar hebben voor het beantwoorden van vragen en oplossen van tickets. Daarnaast moet ook gezocht worden naar een SSO-oplossing voor het billing systeem aangezien deze geen Active Directory ondersteunt en dus ook geen gebruik kan maken van het HAN-AD.

5.6 Single-sign-on

Invoice Ninja ondersteund geen mogelijkheid voor een koppeling met een Active Directory. Hierdoor is het in het POC niet gelukt om single-sign-on voor Invoice Ninja te realiseren. Het is op meerdere manieren mogelijk om, in de escalatie, authenticatie via Active Directory te verrichten. Een van deze mogelijkheden is het gebruiken van een 3rd party oplossing. Simpel gezegd, een derde partij plaats een Active Directory authenticatie portaal vóór het inlogportaal van Invoice Ninja zelf. Er zijn verschillende aanbieders van deze Active Directory authenticatie portalen. Een van deze aanbieders is Okta. Door gebruik te maken van de services van Okta is het mogelijk om tijdens de escalatie een Active Directory authenticatie portaal vóór het inlogportaal van Invoice Ninja te plaatsen en zo Single-sign-on te realiseren.

5.7. Monitoring Notificaties

In het huidige POC is het versturen van notificaties, bij het triggeren van een custom alert, niet gelukt. De oorzaak hiervan is dat de configuratie binnen de pod waar alertmanager op draait, niet handmatig opnieuw in te laden is. De pod draait op een intern netwerk waar van buitenaf niet bij te komen is met een shell. Dit in combinatie met gebrek aan kennis op gebied van kubectl en gebrek aan rechten via een directe shell binnen rancher creëert de situatie dat op geen enkele wijze het mogelijk is om het configuratiebestand, die ervoor zorgt dat de notificaties doorgestuurd worden naar slack, op de correcte manier uit te voeren is. Dit gaan we in de escalatie oplossen door de kennis op gebied van kubectl te verbreden. Dit kan gedaan worden door door wegwijs te worden binnen kubectl zodat, door middel van kubectl, pods gedeployed kunnen worden binnen het cluster. Met meer kennis op het gebied van kubectl, kan ook gekeken worden naar de rechtenstructuur die kubernetes hanteert bij het uitrollen van pods en kan dit (waar nodig) aangepast worden.

6. Bronnenlijst

C4 model for visualising software architecture. (n.d.). From c4model: <https://c4model.com>
why-rancher. (n.d.). From rancher.com: <https://rancher.com/why-rancher/>