



Faculteit Bedrijf en Organisatie

Best practices om continuous integration en continuous delivery uit te rollen in een SAPUI5 webapplicatie  
op SAP Cloud Platform

Renaat Haleydt

Scriptie voorgedragen tot het bekomen van de graad van  
professionele bachelor in de toegepaste informatica

Promotor:  
Irina Malfait  
Co-promotor:  
Pieter-Jan Deraedt

Instelling: Amista

Academiejaar: 2018-2019

Tweede examenperiode



Faculteit Bedrijf en Organisatie

Best practices om continuous integration en continuous delivery uit te rollen in een SAPUI5 webapplicatie  
op SAP Cloud Platform

Renaat Haleydt

Scriptie voorgedragen tot het bekomen van de graad van  
professionele bachelor in de toegepaste informatica

Promotor:  
Irina Malfait  
Co-promotor:  
Pieter-Jan Deraedt

Instelling: Amista

Academiejaar: 2018-2019

Tweede examenperiode



## Woord vooraf



## Samenvatting

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus.

Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.



# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>13</b>
1.1	Probleemstelling	14
1.2	Onderzoeksvraag	14
1.3	Onderzoeksdoelstelling	14
1.4	Opzet van deze bachelorproef	14
<b>2</b>	<b>Stand van zaken .....</b>	<b>15</b>
2.1	Amista	15
2.2	SAPUI5 webapplicatie volgens Amista	15
2.3	SAP-Cloud-Platform	15
2.4	Continuous-Integration	15
2.5	Continuous-Delivery	15
2.6	Continuous-Deployment	15

2.7	CI-CD-op-SAP-Cloud-Platform	15
2.8	CI-CD-pipeline-volgens-SAP	15
2.9	Tools-voor-pipeline	15
2.10	DevOps	15

### 3 Methodologie ..... 19

3.1	Onderzoeksdeel 1: Wat zijn de voor- en nadelen van een CI/CD pipeline in het algemeen en specifiek voor Amista?	19
3.2	Onderzoeksdeel 2: Is het mogelijk om op een eenvoudige manier een CI/CD pipeline te implementeren voor de ontwikkelingen van een SAPUI5 applicatie op SAP Cloud Platform?	19
3.3	Onderzoeksdeel 3: Hoe kunnen we deze implementatie tot een succes brengen?	19
3.4	Onderzoeksdeel 4: Welke tools moeten we gebruiken om een CI/CD pipeline op SAP Cloud Platform te implementeren als we vergelijken op snelheid, configureerbaarheid, documentatie en kostprijs?	19

### 4 Conclusie ..... 21

### A Onderzoeksvoorstel ..... 23

A.1	Introductie	23
A.2	State-of-the-art	24
A.3	Methodologie	26
A.4	Verwachte resultaten	27
A.5	Verwachte conclusies	28

## Lijst van figuren



## Lijst van tabellen



# 1. Inleiding

Een Continuous Integration en Continuous Delivery (CI/CD) pipeline opzetten voor de ontwikkeling van software is zeer hip vandaag. Zo een pipeline zorgt voor de automatisatie van testen, builds en deployment en heeft als grote voordeel dat er sneller wijzigingen doorgevoerd kunnen worden. Bij Amista weten ze dat er veel potentieel zit in een CI/CD pipeline. Amista is een consultancy bedrijf dat gespecialiseerd is in SAP. Ze leveren op maat gemaakte oplossingen aan grote en middelgrote bedrijven die hun processen geautomatiseerd willen maken.

Er is niet veel documentatie te vinden om een CI/CD pipeline op te zetten binnen SAP. Deze thesis biedt een leidraad om zo een pipeline op te zetten binnen een SAPUI5 webapplicatie dat verbonden is met SAP HANA en gehost wordt op SAP Cloud Platform. Dit zijn tevens ook de zaken waar ze bij Amista op zoek naar zijn en biedt dus een op maat gemaakte handleiding voor Amista aan.

Om een Continuous Integration en Continuous Delivery pipeline op te stellen zijn er vandaag veel tools beschikbaar. Het doel van deze thesis is ook om de beste tools uit te kiezen op vlak van snelheid, hoeveelheid documentatie, configureerbaarheid met de huidige tools die Amista gebruikt en kostprijs.

Aan de hand van een voorbeeld applicatie zou deze thesis een antwoord bieden op de vragen waarom en hoe een Continuous Integration en Continuous Delivery pipeline op te zetten.

## 1.1 Probleemstelling

Zoals eerder aangegeven is vandaag bijna geen documentatie beschikbaar hoe een CI/CD pipeline te implementeren in een SAPUI5 webapplicatie met SAP HANA dat gebruik maakt van Node.js gehost op SAP Cloud Platform. Daarom is Amista op zoek naar een voorbeeld applicatie om de technieken uit te rollen voor hun dagelijkse werking.

## 1.2 Onderzoeksvraag

- Wat zijn de voor- en nadelen van een CI/CD pipeline te integreren in het algemeen en specifiek voor Amista?
- Is het mogelijk om op een eenvoudige manier een Continuous Integration en Continuous Delivery pipeline te implementeren voor de ontwikkelingen van een SAPUI5 applicatie op SAP Cloud Platform?
- Hoe kunnen we deze implementatie tot een succes brengen?
- Welke tools moeten we gebruiken om een CI/CD pipeline op SAP Cloud Platform te implementeren als we vergelijken op snelheid, configureerbaarheid, documentatie en kostprijs.

## 1.3 Onderzoeksdoelstelling

Deze thesis zou als hoofddoel een proof-of-concept zijn hoe een CI/CD pipeline te gebruiken in de dagelijkse werking van Amista. Maar deze thesis gaat ook op zoek naar de beste tools om de pipeline op te bouwen rekening houdend met snelheid, configureerbaarheid met de tools die Amista gebruikt, hoeveelheid documentatie en kostprijs.

## 1.4 Opzet van deze bachelorproef

De rest van deze bachelorproef is als volgt opgebouwd:

In Hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van de stand van zaken binnen het onderzoeksdomein, op basis van een literatuurstudie.

In Hoofdstuk 3 wordt de methodologie toegelicht en worden de gebruikte onderzoekstechnieken besproken om een antwoord te kunnen formuleren op de onderzoeksvragen.

In Hoofdstuk 4, tenslotte, wordt de conclusie gegeven en een antwoord geformuleerd op de onderzoeksvragen. Daarbij wordt ook een aanzet gegeven voor toekomstig onderzoek binnen dit domein.



## 2. Stand van zaken

### 2.1 Amista

### 2.2 SAPUI5 webapplicatie volgens Amista

### 2.3 SAP-Cloud-Platform

### 2.4 Continuous-Integration

### 2.5 Continuous-Delivery

### 2.6 Continuous-Deployment

### 2.7 CI-CD-op-SAP-Cloud-Platform

### 2.8 CI-CD-pipeline-volgens-SAP

### 2.9 Tools-voor-pipeline

### 2.10 DevOps

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse

platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Donec odio elit, dictum in, hendrerit sit amet, egestas sed, leo. Praesent feugiat sapien aliquet odio. Integer vitae justo. Aliquam vestibulum fringilla lorem. Sed neque lectus, consectetur at, consectetur sed, eleifend ac, lectus. Nulla facilisi. Pellentesque eget lectus. Proin eu metus. Sed porttitor. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse eu lectus. Ut mi mi, lacinia sit amet, placerat et, mollis vitae, dui. Sed ante tellus, tristique ut, iaculis eu, malesuada ac, dui. Mauris nibh leo, facilisis non, adipiscing quis, ultrices a, dui.

Morbi luctus, wisi viverra faucibus pretium, nibh est placerat odio, nec commodo wisi enim eget quam. Quisque libero justo, consectetur a, feugiat vitae, porttitor eu, libero. Suspendisse sed mauris vitae elit sollicitudin malesuada. Maecenas ultricies eros sit amet ante. Ut venenatis velit. Maecenas sed mi eget dui varius euismod. Phasellus aliquet volutpat odio. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consectetur. Nullam elementum, urna vel imperdiet sodales, elit ipsum pharetra ligula, ac pretium ante justo a nulla. Curabitur tristique arcu eu metus. Vestibulum lectus. Proin mauris. Proin eu nunc eu urna hendrerit faucibus. Aliquam auctor, pede consequat laoreet varius, eros tellus scelerisque quam, pellentesque hendrerit ipsum dolor sed augue. Nulla nec lacus.

Suspendisse vitae elit. Aliquam arcu neque, ornare in, ullamcorper quis, commodo eu, libero. Fusce sagittis erat at erat tristique mollis. Maecenas sapien libero, molestie et, lobortis in, sodales eget, dui. Morbi ultrices rutrum lorem. Nam elementum ullamcorper leo. Morbi dui. Aliquam sagittis. Nunc placerat. Pellentesque tristique sodales est. Maecenas imperdiet lacinia velit. Cras non urna. Morbi eros pede, suscipit ac, varius vel, egestas non, eros. Praesent malesuada, diam id pretium elementum, eros sem dictum tortor, vel consectetur odio sem sed wisi.

Sed feugiat. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Ut pellentesque augue sed urna. Vestibulum diam eros, fringilla et, consectetur eu, nonummy id, sapien. Nullam at lectus. In sagittis ultrices mauris. Curabitur malesuada erat sit amet massa. Fusce blandit. Aliquam erat volutpat. Aliquam euismod. Aenean vel lectus. Nunc imperdiet justo nec dolor.

Etiam euismod. Fusce facilisis lacinia dui. Suspendisse potenti. In mi erat, cursus id, nonummy sed, ullamcorper eget, sapien. Praesent pretium, magna in eleifend egestas, pede pede pretium lorem, quis consectetur tortor sapien facilisis magna. Mauris quis magna varius nulla scelerisque imperdiet. Aliquam non quam. Aliquam porttitor quam a lacus. Praesent vel arcu ut tortor cursus volutpat. In vitae pede quis diam bibendum placerat. Fusce elementum convallis neque. Sed dolor orci, scelerisque ac, dapibus nec, ultricies ut, mi. Duis nec dui quis leo sagittis commodo.

Aliquam lectus. Vivamus leo. Quisque ornare tellus ullamcorper nulla. Mauris porttitor pharetra tortor. Sed fringilla justo sed mauris. Mauris tellus. Sed non leo. Nullam elementum, magna in cursus sodales, augue est scelerisque sapien, venenatis congue nulla arcu et pede. Ut suscipit enim vel sapien. Donec congue. Maecenas urna mi, suscipit in, placerat ut, vestibulum ut, massa. Fusce ultrices nulla et nisl.

Etiam ac leo a risus tristique nonummy. Donec dignissim tincidunt nulla. Vestibulum rhoncus molestie odio. Sed lobortis, justo et pretium lobortis, mauris turpis condimentum augue, nec ultricies nibh arcu pretium enim. Nunc purus neque, placerat id, imperdiet sed, pellentesque nec, nisl. Vestibulum imperdiet neque non sem accumsan laoreet. In hac habitasse platea dictumst. Etiam condimentum facilisis libero. Suspendisse in elit quis nisl aliquam dapibus. Pellentesque auctor sapien. Sed egestas sapien nec lectus. Pellentesque vel dui vel neque bibendum viverra. Aliquam porttitor nisl nec pede. Proin mattis libero vel turpis. Donec rutrum mauris et libero. Proin euismod porta felis. Nam lobortis, metus quis elementum commodo, nunc lectus elementum mauris, eget vulputate ligula tellus eu neque. Vivamus eu dolor.

Nulla in ipsum. Praesent eros nulla, congue vitae, euismod ut, commodo a, wisi. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Aenean nonummy magna non leo. Sed felis erat, ullamcorper in, dictum non, ultricies ut, lectus. Proin vel arcu a odio lobortis euismod. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Proin ut est. Aliquam odio. Pellentesque massa turpis, cursus eu, euismod nec, tempor congue, nulla. Duis viverra gravida mauris. Cras tincidunt. Curabitur eros ligula, varius ut, pulvinar in, cursus faucibus, augue.

Nulla mattis luctus nulla. Duis commodo velit at leo. Aliquam vulputate magna et leo. Nam vestibulum ullamcorper leo. Vestibulum condimentum rutrum mauris. Donec id mauris. Morbi molestie justo et pede. Vivamus eget turpis sed nisl cursus tempor. Curabitur mollis sapien condimentum nunc. In wisi nisl, malesuada at, dignissim sit amet, lobortis in, odio. Aenean consequat arcu a ante. Pellentesque porta elit sit amet orci. Etiam at turpis nec elit ultricies imperdiet. Nulla facilisi. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse viverra aliquam risus. Nullam pede justo, molestie nonummy, scelerisque eu, facilisis vel, arcu.

Curabitur tellus magna, porttitor a, commodo a, commodo in, tortor. Donec interdum. Praesent scelerisque. Maecenas posuere sodales odio. Vivamus metus lacus, varius quis, imperdiet quis, rhoncus a, turpis. Etiam ligula arcu, elementum a, venenatis quis, sollicitudin sed, metus. Donec nunc pede, tincidunt in, venenatis vitae, faucibus vel, nibh. Pellentesque wisi. Nullam malesuada. Morbi ut tellus ut pede tincidunt porta. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam congue neque id dolor.

Donec et nisl at wisi luctus bibendum. Nam interdum tellus ac libero. Sed sem justo, laoreet vitae, fringilla at, adipiscing ut, nibh. Maecenas non sem quis tortor eleifend fermentum. Etiam id tortor ac mauris porta vulputate. Integer porta neque vitae massa. Maecenas tempus libero a libero posuere dictum. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Aenean quis mauris sed elit commodo placerat. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos.

Vivamus rhoncus tincidunt libero. Etiam elementum pretium justo. Vivamus est. Morbi a tellus eget pede tristique commodo. Nulla nisl. Vestibulum sed nisl eu sapien cursus rutrum.

Nulla non mauris vitae wisi posuere convallis. Sed eu nulla nec eros scelerisque pharetra. Nullam varius. Etiam dignissim elementum metus. Vestibulum faucibus, metus sit amet mattis rhoncus, sapien dui laoreet odio, nec ultricies nibh augue a enim. Fusce in ligula. Quisque at magna et nulla commodo consequat. Proin accumsan imperdiet sem. Nunc porta. Donec feugiat mi at justo. Phasellus facilisis ipsum quis ante. In ac elit eget ipsum pharetra faucibus. Maecenas viverra nulla in massa.

Nulla ac nisl. Nullam urna nulla, ullamcorper in, interdum sit amet, gravida ut, risus. Aenean ac enim. In luctus. Phasellus eu quam vitae turpis viverra pellentesque. Duis feugiat felis ut enim. Phasellus pharetra, sem id porttitor sodales, magna nunc aliquet nibh, nec blandit nisl mauris at pede. Suspendisse risus risus, lobortis eget, semper at, imperdiet sit amet, quam. Quisque scelerisque dapibus nibh. Nam enim. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nunc ut metus. Ut metus justo, auctor at, ultrices eu, sagittis ut, purus. Aliquam aliquam.

## 3. Methodologie

- 3.1 Onderzoeksdeel 1: Wat zijn de voor- en nadelen van een CI/CD pipeline in het algemeen en specifiek voor Amista?**
- 3.2 Onderzoeksdeel 2: Is het mogelijk om op een eenvoudige manier een CI/CD pipeline te implementeren voor de ontwikkelingen van een SAPUI5 applicatie op SAP Cloud Platform?**
- 3.3 Onderzoeksdeel 3: Hoe kunnen we deze implementatie tot een succes brengen?**
- 3.4 Onderzoeksdeel 4: Welke tools moeten we gebruiken om een CI/CD pipeline op SAP Cloud Platform te implementeren als we vergelijken op snelheid, configureerbaarheid, documentatie en kostprijs?**

Etiam pede massa, dapibus vitae, rhoncus in, placerat posuere, odio. Vestibulum luctus commodo lacus. Morbi lacus dui, tempor sed, euismod eget, condimentum at, tortor. Phasellus aliquet odio ac lacus tempor faucibus. Praesent sed sem. Praesent iaculis. Cras rhoncus tellus sed justo ullamcorper sagittis. Donec quis orci. Sed ut tortor quis tellus euismod tincidunt. Suspendisse congue nisl eu elit. Aliquam tortor diam, tempus id, tristique eget, sodales vel, nulla. Praesent tellus mi, condimentum sed, viverra at, consectetur quis, lectus. In auctor vehicula orci. Sed pede sapien, euismod in, suscipit in,

pharetra placerat, metus. Vivamus commodo dui non odio. Donec et felis.

Etiam suscipit aliquam arcu. Aliquam sit amet est ac purus bibendum congue. Sed in eros. Morbi non orci. Pellentesque mattis lacinia elit. Fusce molestie velit in ligula. Nullam et orci vitae nibh vulputate auctor. Aliquam eget purus. Nulla auctor wisi sed ipsum. Morbi porttitor tellus ac enim. Fusce ornare. Proin ipsum enim, tincidunt in, ornare venenatis, molestie a, augue. Donec vel pede in lacus sagittis porta. Sed hendrerit ipsum quis nisl. Suspendisse quis massa ac nibh pretium cursus. Sed sodales. Nam eu neque quis pede dignissim ornare. Maecenas eu purus ac urna tincidunt congue.

Donec et nisl id sapien blandit mattis. Aenean dictum odio sit amet risus. Morbi purus. Nulla a est sit amet purus venenatis iaculis. Vivamus viverra purus vel magna. Donec in justo sed odio malesuada dapibus. Nunc ultrices aliquam nunc. Vivamus facilisis pellentesque velit. Nulla nunc velit, vulputate dapibus, vulputate id, mattis ac, justo. Nam mattis elit dapibus purus. Quisque enim risus, congue non, elementum ut, mattis quis, sem. Quisque elit.

Maecenas non massa. Vestibulum pharetra nulla at lorem. Duis quis quam id lacus dapibus interdum. Nulla lorem. Donec ut ante quis dolor bibendum condimentum. Etiam egestas tortor vitae lacus. Praesent cursus. Mauris bibendum pede at elit. Morbi et felis a lectus interdum facilisis. Sed suscipit gravida turpis. Nulla at lectus. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Praesent nonummy luctus nibh. Proin turpis nunc, congue eu, egestas ut, fringilla at, tellus. In hac habitasse platea dictumst.

Vivamus eu tellus sed tellus consequat suscipit. Nam orci orci, malesuada id, gravida nec, ultricies vitae, erat. Donec risus turpis, luctus sit amet, interdum quis, porta sed, ipsum. Suspendisse condimentum, tortor at egestas posuere, neque metus tempor orci, et tincidunt urna nunc a purus. Sed facilisis blandit tellus. Nunc risus sem, suscipit nec, eleifend quis, cursus quis, libero. Curabitur et dolor. Sed vitae sem. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Maecenas ante. Duis ullamcorper enim. Donec tristique enim eu leo. Nullam molestie elit eu dolor. Nullam bibendum, turpis vitae tristique gravida, quam sapien tempor lectus, quis pretium tellus purus ac quam. Nulla facilisi.

## 4. Conclusie

Curabitur nunc magna, posuere eget, venenatis eu, vehicula ac, velit. Aenean ornare, massa a accumsan pulvinar, quam lorem laoreet purus, eu sodales magna risus molestie lorem. Nunc erat velit, hendrerit quis, malesuada ut, aliquam vitae, wisi. Sed posuere. Suspendisse ipsum arcu, scelerisque nec, aliquam eu, molestie tincidunt, justo. Phasellus iaculis. Sed posuere lorem non ipsum. Pellentesque dapibus. Suspendisse quam libero, laoreet a, tincidunt eget, consequat at, est. Nullam ut lectus non enim consequat facilisis. Mauris leo. Quisque pede ligula, auctor vel, pellentesque vel, posuere id, turpis. Cras ipsum sem, cursus et, facilisis ut, tempus euismod, quam. Suspendisse tristique dolor eu orci. Mauris mattis. Aenean semper. Vivamus tortor magna, facilisis id, varius mattis, hendrerit in, justo. Integer purus.

Vivamus adipiscing. Curabitur imperdiet tempus turpis. Vivamus sapien dolor, congue venenatis, euismod eget, porta rhoncus, magna. Proin condimentum pretium enim. Fusce fringilla, libero et venenatis facilisis, eros enim cursus arcu, vitae facilisis odio augue vitae orci. Aliquam varius nibh ut odio. Sed condimentum condimentum nunc. Pellentesque eget massa. Pellentesque quis mauris. Donec ut ligula ac pede pulvinar lobortis. Pellentesque euismod. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent elit. Ut laoreet ornare est. Phasellus gravida vulputate nulla. Donec sit amet arcu ut sem tempor malesuada. Praesent hendrerit augue in urna. Proin enim ante, ornare vel, consequat ut, blandit in, justo. Donec felis elit, dignissim sed, sagittis ut, ullamcorper a, nulla. Aenean pharetra vulputate odio.

Quisque enim. Proin velit neque, tristique eu, eleifend eget, vestibulum nec, lacus. Vivamus odio. Duis odio urna, vehicula in, elementum aliquam, aliquet laoreet, tellus. Sed velit. Sed vel mi ac elit aliquet interdum. Etiam sapien neque, convallis et, aliquet vel, auctor non, arcu. Aliquam suscipit aliquam lectus. Proin tincidunt magna sed wisi. Integer blandit

lacus ut lorem. Sed luctus justo sed enim.

Morbi malesuada hendrerit dui. Nunc mauris leo, dapibus sit amet, vestibulum et, commodo id, est. Pellentesque purus. Pellentesque tristique, nunc ac pulvinar adipiscing, justo eros consequat lectus, sit amet posuere lectus neque vel augue. Cras consectetur libero ac eros. Ut eget massa. Fusce sit amet enim eleifend sem dictum auctor. In eget risus luctus wisi convallis pulvinar. Vivamus sapien risus, tempor in, viverra in, aliquet pellentesque, eros. Aliquam euismod libero a sem.

Nunc velit augue, scelerisque dignissim, lobortis et, aliquam in, risus. In eu eros. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Curabitur vulputate elit viverra augue. Mauris fringilla, tortor sit amet malesuada mollis, sapien mi dapibus odio, ac imperdiet ligula enim eget nisl. Quisque vitae pede a pede aliquet suscipit. Phasellus tellus pede, viverra vestibulum, gravida id, laoreet in, justo. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Integer commodo luctus lectus. Mauris justo. Duis varius eros. Sed quam. Cras lacus eros, rutrum eget, varius quis, convallis iaculis, velit. Mauris imperdiet, metus at tristique venenatis, purus neque pellentesque mauris, a ultrices elit lacus nec tortor. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent malesuada. Nam lacus lectus, auctor sit amet, malesuada vel, elementum eget, metus. Duis neque pede, facilisis eget, egestas elementum, nonummy id, neque.



# A. Onderzoeksvoorstel

Het onderwerp van deze bachelorproef is gebaseerd op een onderzoeksvoorstel dat vooraf werd beoordeeld door de promotor. Dat voorstel is opgenomen in deze bijlage.

## A.1 Introductie

Betere, redundante projecten opleveren, dit is waar ieder bedrijf naar streeft. Amista is een consultancy bedrijf dat op zoek gaat, samen met hun klanten, naar oplossingen binnen de wereld van SAP. Bij Amista weten ze heel goed waar de noden van hun klanten liggen en zouden hier dan ook graag op inspelen. Klanten willen namelijk de gewenste veranderingen onmiddellijk te zien krijgen, de wachttijd op een oplevering die ze willen doorvoeren moet minimaal blijven. Meestal werkt een heel team aan de oplevering van een project, dit leidt tot verschillende versies van de code. Men weet niet precies op welk punt de code 'echt werkt'. Continuous Integration en Continuous Delivery kan een hulpmiddel zijn om bij elke push werkende software te hebben. Er wordt namelijk gecontroleerd of de code voldoet aan criteria om het als 'werkende' te beschouwen (de code wordt groen verklaard).

Vandaag de dag verwachten klanten dat het programma blijft werken eens een oplevering doorgevoerd wordt (dit wordt vaak 0 downtime genoemd in het vakjargon). Een manier om deze nood op te vangen is het implementeren van Continuous Deployment.

Deze studie biedt een weg aan bedrijven die denken om een CI/CD pipeline te integreren op SAP Cloud Platform om te slagen in hun opdracht. Het gaat specifiek over SAPUI5 webapplicaties die gebruik maken van SAP HANA, NodeJS en HTML5. De best practices om zo een systeem uit te rollen worden besproken, alsook wat de voor- en nadelen zijn van

bepaalde frameworks/tools.

Onderzoeksvragen:

- Wat zijn de voor- en nadelen van een CI/CD pipeline te integreren in het algemeen en specifiek voor Amista?
- Is het mogelijk om op een eenvoudige manier een Continuous Integration en Continuous Delivery pipeline te implementeren voor de ontwikkelingen van een SAPUI5 applicatie op SAP Cloud Platform?
- Hoe kunnen we deze implementatie tot een succes brengen?
- Welke tools moeten we gebruiken om een CI/CD pipeline op SAP Cloud Platform te implementeren als we vergelijken op snelheid, configureerbaarheid, documentatie en kostprijs?

## A.2 State-of-the-art

### SAP Cloud Platform

SAP Cloud Platform is een Platform-as-a-service (PaaS), een platform dat - door hardware en software samen te brengen - applicaties overal toegankelijk maakt en samenbrengt tot 1 platform (**SAPSE2018**). SAP Cloud Platform is een development en deployment platform dat ook de hand reikt aan verschillende technologieën: Internet of Things, big data, Artificial Intelligence enzovoort. Het is een platform dat zowel on-premise als cloud technologieën samen kan brengen, die je kan uitbreiden en zelf kan ontwikkelen. Het haalt zijn kracht vooral uit de perfecte integratie van andere SAP software die je ook nog eens kan uitbreiden.

**Continuous Integration** Dit is een manier om software te maken waar de focus ligt bij de teamleden (**Fowler2006**). Zij worden verwacht hun geschreven code op regelmatige basis te integreren met de master applicatie. Op die manier gaat de code door een molen die een geautomatiseerde build zal uitvoeren en kijkt of de code slaagt voor Unit tests. Een best practice is om te testen in een kopie van de productieomgeving, zo heb je weinig risico op ongelukken. Deze techniek van implementeren brengt bepaalde voordelen met zich mee: er zijn minder problemen om de code te integreren op de master applicatie waardoor men sneller kan voldoen aan de eisen van de klant.

**Continuous Delivery** De code wordt getest de testen slagen wordt de code

afgeleverd in een formaat dat klaar is om te deployen. Bij deze stap is er een menselijke keuze nodig om de software naar de klant of gebruiker te brengen (**Fowler2013**).

### **Continuous Deployment**

Dit is een manier om software uit te sturen en als klaar te beschouwen. Het is een mogelijkheid om alle soorten wijzigingen - inclusief nieuwe functies, configuratiewijzigingen, bugfixes en experimenten - op een veilige, snelle en automatische manier bij de klant of gebruiker te brengen. Deze manier van deployen is makkelijker om te voldoen aan de wijzigingen die moeten doorgevoerd worden. Er komt geen grote release bij te pas waar iedereen bang afwacht of de update stand houdt. Door telkens kleine veranderingen op een veilige manier door te voeren zorgt men ervoor dat de applicatie veel minder kans heeft op falen (**Claps2015**). Het is aan te raden dat wanneer je Continuous Deployment wil implementeren in je project, je eerst Continuous Integration en Continuous Delivery op punt moet zetten. Ook is het belangrijk om een goede flow van versie control te hebben binnen het team en je moet gebruik maken van een automated deploy script die je aan de build hangt .

### **CI/CD integreren op SAP Cloud Platform**

SAP Cloud Platform biedt de mogelijkheid om verschillende omgevingen op te stellen waarin je kan werken als developer. Het vergt enige vereisten om te voldoen aan de regels van Continuous Integration (**Kramer2018**):

- Hou alles goed bij via een version control systeem
- Automatiseer de build
- Zorg ervoor dat tijdens de build er Unit testen lopen
- Het team moet op regelmatige basis commits uitvoeren
- Elke verandering moet gebuild worden
- Als er errors tevoorschijn komen tijdens de build moeten die opgelost worden
- De build moet uitgetest worden op een kopie van de productieomgeving
- Automatiseer de deployment

Eens deze regels toegepast zijn kunnen we spreken van een CI implementatie. Vaak wordt CI in combinatie gebracht met Continuous Delivery. Om dit in een vloeiende lijn te laten gaan spreekt men van een CI/CD pipeline.

### **CI/CD pipeline volgens SAP**

SAP is een Duitse onderneming dat softwareoplossingen aanbiedt voor grote ondernemingen en heeft zicht gespecialiseerd in het maken van ERP pakketten. Dat is software dat alle processen van het bedrijf opneemt (**SAPERP2019**). Een programmeur schrijft nieuwe code voor een verandering die de klant wil uitvoeren. Idealiter zou dit - voor het mergen naar de masterapplication - eens door een voter build moeten gaan, waar automatische test aanwezig zijn die kijken of de code geen problemen zou geven als je die zou mergen met de master. Een laatste stap voor de code naar de master gemerged wordt, is het toepassen van code reviews door collega developers (het 4-ogen principe). Na het samenvoegen wordt automatisch de CI-build geactiveerd. De code gaat door de automatische tests. Eens de testen slagen worden de wijzigingen geïntegreerd op de master.

Dan komt de Continuous Delivery fase, waarbij de code nog eens door een test systeem gaat. Deze fase gebeurt allemaal automatisch, maar er kunnen ook manueel testen uitgevoerd worden. Eens de code door deze fase raakt is ze klaar om te deployen. Bij Continuous Deployment worden de wijzigingen dus automatisch naar buiten gebracht (**Kramer2018**).

### **Tools die gebruikt kunnen worden om een CI/CD pipeline te implementeren**

Er bestaan verschillende source code repositories waar je de versies van je code kan beheren. GitHub, Git, GitLab, Bitbucket zijn voorbeelden van zo een tools. Build schedulers zorgen ervoor dat de procedures worden samengesteld en dat de builds worden getriggerd. Voorbeelden hiervan zijn: Jenkins, Travis CI, GitLab-CI en Bamboo. Sonatype Nexus en Archiva zijn voorbeelden van tools die gebruikt worden als repository manager, deze houden bij wijze van spreken de code bij die klaar is om te deployen.

## **A.3 Methodologie**

Eerst worden de voor- en nadelen van het integreren van een CI/CD pipeline in een SAPUI5 applicatie uitgeschreven. Deze studie zal de voor- en nadelen van de verschillende tools onderzoeken op vlak van snelheid, configureerbaarheid met SAP en de tools die Amista gebruikt, documentatie die te vinden is online en de kostprijs. Er wordt een voorbeeldapplicatie

gemaakt die zal helpen bij het uitschrijven van de best practices om een CI/CD pipeline uit te werken aan de hand van de tools die gekozen werden. De voorbeeldapplicatie wordt een omgeving waar het mogelijk is om kleine deeltjes code te wijzigen en die dan testen of ze klaar zijn om te deployen.

## A.4 Verwachte resultaten

Uit onderzoek zal blijken dat de nadelen niet zullen opwegen tegen de vele voordelen die een CI/CD pipeline te bieden heeft. Amista maakt reeds gebruik van Git als versiebeheersysteem, dit zal ongetwijfeld doorwegen op de keuze. Ook het feit dat Git open source en dus helemaal gratis te gebruiken is heeft zijn voordelen. GitHub, GitLab en Bitbucket zijn allemaal een online repository management systeem om Git projecten te beheren. GitLab is open source, maar er bestaat een formule waar een onderneming moet betalen voor de diensten en server beheer. Als een onderneming gebruik wil maken van GitHub en Bitbucket zal ze geld op tafel moeten leggen. Wanneer we kijken naar de samenwerking met build schedulers, zien we dat de online repository management systemen hun eigen tool hebben. Zo heeft GitLab een eigen gemaakte Continuous Integration tool, GitLab CI genaamd. Deze tool is gratis te gebruiken tot 2000 minuten per maand (**GitLabPricing2019**). Wanneer er gebruik gemaakt wordt van Bitbucket zal hoogst waarschijnlijk Bamboo gebruiken, deze twee tools komen van hetzelfde bedrijf en werken bijgevolg naadloos samen. Wanneer men GitHub gebruikt is het mogelijk om Travis CI te implementeren. Jenkins heeft dan weer plug-ins ter beschikking waarbij de samenwerking met de bovenstaande online repository management systemen verzekerd is.

Als we kijken naar de build schedulers zien we dat Jenkins een grote community heeft, het brengt geen kosten met zich mee (want het is open source) en biedt vele plug-ins aan om combinatie met andere tools makkelijk te laten verlopen. Sonatype Nexus biedt de mogelijkheid aan om te kiezen tussen de open source versie of de professionele versie die minstens \$10/maand kost (**SonatypeNexusPricing2019**). Het verschil zit hem in de support die Sonatype biedt (**OBrien2010**). Apache Archiva is ook open source, maar daar is minder informatie over te vinden. De community is niet zo groot als bij Nexus.

In dit onderzoek wordt er ook een koppeling van de gevonden theorie aan

een klein praktijkvoorbeeld gemaakt. Dit aan de hand van best practices om een Continuous Integration/Continuous Delivery pipeline op te zetten en een soort gids om die best practices toe te passen op de omgeving waar Amista mee werkt.

## **A.5 Verwachte conclusies**

Als onderneming heeft het zeker voordelen om een CI/CD pipeline te integreren. Gaande van onmiddellijke feedback op geschreven code van developers, betere implementatie, 0 downtime. Het grootste nadeel zal de tijd van implementatie zijn, maar ook de kostprijs. De integratie en onderhoud van zo een infrastructuur brengt heel wat aanpassingen met zich mee die geld kosten. Er moeten ook veel test geschreven worden om een goede pipeline te bekomen. Het zal mogelijk zijn dat bedrijven, mits een goede handleiding van best practices bij de hand, een succesvolle CI/CD pipeline kunnen integreren. Git, Jenkins en Nexus zullen als winnaars uit de bus komen om zo de pipeline te maken. Rekening houdend met de kosten en de configureerbaarheid met de tools die Amista gebruikt en beschikbare documentatie.