

Verbeteren calculatieproces

Een onderzoek naar het verbeteren van het calculatieproces om de productiviteit te verhogen

L.J.J. (Luuk) Houx

Avans Hogeschool

Bouwtechnische bedrijfskunde (duaal)

2078930

Bachelor scriptie

30 maart 2017

# Colofon

## 

## Houx Luuk_K1A4098Auteur

Naam: Luuk Houx

Studentnummer: 2078930

Opleiding: Bouwtechnische Bedrijfskunde

E-mail: [ljj.houx@student.avans.nl](mailto:ljj.houx@student.avans.nl)

Telefoonnummer: 06 534 700 26

Adres: Leijgraaf 240

5951 GZ Belfeld

## 

## logo janssendejong_DEFBedrijf

Naam: Janssen de Jong bouw zuid B.V. (JJB)

E-mail: [info.venlo@bouw.jajo.com](mailto:info.venlo@bouw.jajo.com)

Telefoonnummer: 088-355 93 55

Adres: Science Park Eindhoven 5049

5692 EB Son en Breugel

Bedrijfsbegeleider 1: Bart Kierkels

Bedrijfsbegeleider 2: Piërre Bergmans

## 

## Onderwijsinstelling

Naam: Avans Hogeschool, Academie Bouw & Infra

Telefoonnummer: 013-595 81 00

Adres: Professor Cobbenhagenlaan 13

5037 DA Tilburg

VBA-begeleider: Moniek Heitbrink (VBA)

Afstudeerbegeleider 1: Joop de Zwart

Afstudeerbegeleider 2: Maurice Peeters

# Voorwoord

Voor u ligt de scriptie ten behoeve van de afstudeerfase voor de opleiding Bouwtechnische Bedrijfskunde aan Avans Hogeschool te Tilburg. Deze opleiding volg ik in duale vorm. Dit betekent dat ik wekelijks twee dagen bezig ben voor mijn studie en drie dagen werkzaam ben voor een bedrijf. Het bedrijf waar ik momenteel werkzaam ben, is Janssen de Jong Bouw Zuid B.V (JJB).

Na het behalen van de propedeuse en het afronden van de Bachelor fase ben ik gestart met de afstudeerfase. Vooraf aan de afstudeerfase dient een plan van aanpak geschreven te worden, dit Plan van Aanpak dient als rode draad voor het afstudeeronderzoek. Aan de hand van het Plan van Aanpak ben ik gestart met het schrijven van deze scriptie.

Ik heb zelf de gelegenheid gekregen om een onderwerp te kiezen voor het afstudeeronderzoek. Het onderwerp is “Verbeteren calculatieproces”. Dit onderwerp is door mij zelf aangedragen en is door JJB en onderwijsinstelling Avans Hogeschool goedgekeurd. De interesse voor dit onderwerp is ontstaan tijdens de werkzaamheden die ik heb verricht bij JJB op de afdeling calculatie. De werkzaamheden die ik verricht zijn het begroten van projecten en offertes aanvragen die aan de hand van een spiegel worden geselecteerd. Tijdens deze werkzaamheden constateerde ik dat er mogelijke verbeteringen plaats kunnen vinden waar dit afstudeeronderzoek op is gericht.

Voor u ligt de betreffende scriptie voor het afstudeeronderzoek. Deze scriptie is geschreven tijdens de afstudeerfase. De definitieve scriptie dient gereed te zijn op 30 maart 2017. Tussentijds heb ik deelgenomen aan het afstudeeratelier “LEAN”. Ook zijn er individuele gesprekken gehouden waarbij de afstudeerbegeleiders Joop de Zwart en Maurice Peeters ondersteuning hebben geboden voor het onderzoek en het schrijven van deze scriptie. Naast de gesprekken met de afstudeerbegeleiders zijn er ook wekelijks gesprekken gehouden met de bedrijfsbegeleiders van Janssen de Jong Bouw Zuid B.V.

In dit voorwoord wil ik de afstudeerbegeleiders Joop de Zwart en Maurice Peeters bedanken voor de begeleiding. Ook wil ik mijn bedrijfsbegeleiders en directe collega’s bedanken voor de input en begeleiding tijdens dit afstudeeronderzoek. Ten slotte wil ik Theo van Schaijik bedanken voor de begeleiding tijdens het duale traject.

Luuk Houx

Belfeld, 30 maart 2017

# Samenvatting

De productiviteit in de bouwsector heeft de afgelopen 20 jaar nauwelijks groei doorgemaakt. Dit terwijl de productiviteit met 10 procent moet stijgen om de te verwachten bouwprojecten in 2017 te kunnen realiseren. In januari 2016 is er door het managementteam van JJB een interne analyse gehouden over de resultaten van reeds gerealiseerde projecten. Uit deze analyse zijn constateringen gekomen die duiden op inefficiëntie en ineffectiviteit die leiden tot een lage productiviteit. Wat zijn de mogelijkheden om de productiviteit te verhogen? Een antwoord hierop is procesverbetering. Dit heeft geleid tot de volgende probleemstelling:

**Het calculatieproces verloopt inefficiënt en ineffectief, constateringen die tot op heden zijn gedaan worden niet verder opgepakt.**

Bovenstaande probleemstelling leidt tot de volgende doelstelling:

**Het onderzoeken van het calculatieproces op knelpunten en oplossingsrichtingen en het doen van aanbevelingen om het calculatieproces te verbeteren.**

**Om de probleemstelling op te lossen en zodoende de doelstelling te bereiken is de volgende hoofdvraag opgesteld:**

**Waar in het calculatieproces bevinden zich de knelpunten en hoe kunnen deze worden verbeterd?**

**Om antwoord te kunnen geven is er allereerst onderzoek gedaan naar het calculatieproces, procesverbetering en methoden van procesverbetering. Het resultaat is een calculatieproces met verschillende fasen en meerdere type prijsvormingen. Daarnaast is de definitie van procesverbetering en de meest geschikte methode voor procesverbetering in dit onderzoek toegelicht. Deze methode wordt Six Sigma genoemd en komt uit de invalshoek kwaliteitsmanagement. Six Sigma heeft als doel om de foutkans van processen te verkleinen en de kwaliteit daarentegen te verbeteren. De methode bestaat uit het volgende stappenplan:**

**Definieren: Het probleem in kaart brengen en afbakenen.**

**Meten en Analyseren: Huidige situatie visualiseren en analyseren met behulp van een stroomdiagram, visgraatdiagram en Failure Mode & Effects Analyz.**

**Verbeteren en Handhaven: Mogelijke oplossingsrichtingen bepalen en beslissen wat de beste oplossing is en hoe deze toegepast kan worden met behulp van de beslissingstabel en de Plan-Do-Check-Act-cyclus.**

**Tijdens het onderzoek zijn er knelpunten en wenselijke veranderingen geconstateerd. Deze zijn met elkaar vergeleken en getoetst hetgeen leidde tot een concrete lijst knelpunten en wenselijke veranderingen waar oplossingen voor gezocht zijn. Voor elk knelpunt en wenselijke verandering zijn oplossingen bepaald en hieruit is door middel van een score een beslissing uitgekomen. Voor de gekozen oplossingen zijn toepassingen bedacht en toegelicht. Deze toepassingen zijn verwerkt in een nieuw stroomdiagram en mogelijk op te stellen producten.**

**De conclusie van het onderzoek is dat de constateringen aan de voorzijde klopten en dat er inderdaad inefficiënt en ineffectief wordt gewerkt hetgeen leidde tot knelpunten. Het nieuwe stroomdiagram en de nieuwe producten dienen dit te voorkomen en de productiviteit te verhogen en kent een duidelijke verbetering. Naast de conclusie zijn er enkele aanbevelingen gedaan op dit onderzoek en voor een vervolgonderzoek. Allereerst is het van belang dat er een juiste implementatie plaatsvindt en dat dit goed beheerd wordt. Daarnaast is er momenteel veel onduidelijkheid over de inkoopstrategie en is er geen juiste rolverdeling om dit op te lossen. Ook de eenduidigheid van de concept woning is in dit onderzoek niet opgenomen en moet onderzocht en geactualiseerd worden.**

# Summary

Over the past 20 years the building sector barely saw any growth in productivity. While productivity increase by 10 percent in order to be able to realize the anticipated construction projects in 2017. In January 2016 the management team of Janssen de Jong Bouw Zuid B.V. held an internal analysis on the results of former realized projects. This analysis found that inefficiency and in ineffectiveness lead to lower productivity. What are the possibilities to increase productivity? The answer to this is improvement of process. This has led to the following problem statement:

**The calculation process goes inefficient and ineffective, findings done to dte will not be adressed.**

The above mentioned problem statement leads to the following objective:

**To research the calculation process on the bottlenecks and solutions and giving recommendations to improve the calculation process.**

To solve the problem statement and to achieve the objective the following main question has been drawn up:  
**Where in the calculation process are bottlenecks and how can these be improved?**

In order to answer this question there has been done research towards the calculation process, process improvement and process improvement methods. The result is a calculation process with several stages and types of price formations. Furthermore, the definition of process improvement, the connection between efficiency, effectiveness, productivity and process improvement has been explained. The most suitable method for process improvement is also explained. This method is called Six Sigma and is part of quality management. Six Sigma aims at reducing the error probability of processes and on the other hand to improve the quality. The method compromised the following steps:

**Define:** Identifying and delineating the problem

**Measuring and Analyze:** Visualize and analyze the current situation using a flow chart, fishbone diagram and failure mode & effects analyz.

**Improve and Maintain:** Determine possible solutions and decide what the best solution is and how this will be implemented using the decision table and the PDCA cycle.

During this study, problems and desirable changes have been found. These have been compared and assessed to each other and led to a list of problems and desirable changes where solutions have been sought for. For every problem and desirable change solutions have been found and explained by a score. These solutions have been processed in a new flowchart and possible products.

It can be concluded that the findings of this study are right and that working in an inefficient and ineffectiveness way lead to bottlenecks. The new flowchart and products should prevent this and increase productivity and has a marked improvement. In addition to the conclusion there have been made several recommendations on this study and for further research. First of all it is important that the new strategy will get properly implemented and managed. In addition, there are many uncertainties about the procurement strategy and there is no proper division of roles in place to solve this. Finally, a result of the study shows that at present the staffing capacity in the calculation department is on minimal capacity to execute all the work.

Inhoudsopgave

[Figuren- & Tabellenlijst VII](#_Toc478594633)

[Figuren VII](#_Toc478594634)

[Tabellen VII](#_Toc478594635)

[Afkortingen & Begrippen IX](#_Toc478594636)

[Afkortingen IX](#_Toc478594637)

[Begrippen IX](#_Toc478594638)

[1. Inleiding 1](#_Toc478594639)

[1.1 Aanleiding onderzoek 1](#_Toc478594640)

[1.2 Probleemstelling 2](#_Toc478594641)

[1.3 Doelstelling 2](#_Toc478594642)

[1.4 Vraagstelling 3](#_Toc478594643)

[1.5 Onderzoeksopzet 3](#_Toc478594644)

[1.6 Onderzoekomgeving 6](#_Toc478594645)

[1.6 Leeswijzer 7](#_Toc478594646)

[2. Theoretisch kader 8](#_Toc478594647)

[2.1 Toelichting begrippen 8](#_Toc478594648)

[2.2 Calculatieproces volgens de literatuur 9](#_Toc478594651)

[2.3 Theoretische modellen voor procesverbetering 12](#_Toc478594656)

[2.4 Conclusie Theoretisch kader 14](#_Toc478594661)

[3. Six Sigma onderzoeksmethodiek 15](#_Toc478594664)

[3.1 Meten & Analyseren 16](#_Toc478594665)

[3.2 Verbeteren en Handhaven 17](#_Toc478594670)

[4 Meten & Analyseren 20](#_Toc478594675)

[4.1 Huidige situatie in kaart brengen 20](#_Toc478594676)

[4.2 Knelpunten identificeren 21](#_Toc478594677)

[4.3 Knelpunten analyseren 22](#_Toc478594680)

[4.4 Wenselijke veranderingen 24](#_Toc478594683)

[4.5 Afbakening Meten & Analyseren 26](#_Toc478594686)

[4.6 Conclusie huidige situatie 27](#_Toc478594689)

[5. Verbeteren en handhaven 28](#_Toc478594690)

[5.1 Weergave mogelijke oplossingsrichtingen 28](#_Toc478594691)

[5.2 Oplossingsrichtingen beoordelen 29](#_Toc478594692)

[5.3 Uitwerking oplossingsrichtingen 31](#_Toc478594693)

[5.4 Toelichting producten 33](#_Toc478594696)

[5.5 Toelichting nieuw processchema 35](#_Toc478594697)

[5.6 Handhaven & Borgen 37](#_Toc478594700)

[6. Conclusie, Discussie & Aanbevelingen 38](#_Toc478594701)

[6.1 Conclusie 38](#_Toc478594702)

[6.2 Discussie 40](#_Toc478594703)

[6.3 Aanbevelingen 41](#_Toc478594704)

[Nawoord / Reflectie 42](#_Toc478594705)

[Bibliografie 43](#_Toc478594706)

# Figuren- & Tabellenlijst

## Figuren

[Figuur 1 - Gesprekscyclus onderzoek 5](#_Toc478594813)

[Figuur 2 - Organogram Afdeling calculatie 6](#_Toc478594814)

[Figuur 3 - Leeswijzer 7](#_Toc478594815)

[Figuur 4 - Six Sigma onderzoeksmethodiek 15](#_Toc478594816)

[Figuur 5 - Basispictogrammen stroomdiagram 16](file:///C:\Users\Luuk%20Houx\Dropbox\AVANS%20HOGESCHOOL\Afstuderen\08.%20Scriptie\Scriptie%20v3.3%20CONCEPT.docx#_Toc478594817)

[Figuur 6 - Voorbeeld knelpuntenanalyse 17](#_Toc478594818)

[Figuur 7 - Voorbeeld oplossingsrichtingen 17](#_Toc478594819)

[Figuur 8 - Voorbeeld beslissingstabel 18](#_Toc478594820)

[Figuur 9 - Voorbeeld PDCA-cyclus 19](file:///C:\Users\Luuk%20Houx\Dropbox\AVANS%20HOGESCHOOL\Afstuderen\08.%20Scriptie\Scriptie%20v3.3%20CONCEPT.docx#_Toc478594821)

[Figuur 10 - Six sigma stroomdiagram, huidig calculatieproces 20](#_Toc478594822)

[Figuur 11 – FMEA-knelpuntenanalyse 22](#_Toc478594823)

[Figuur 12 - Knelpunten vergelijking 23](#_Toc478594824)

[Figuur 13 - Wenselijke veranderingen per calculator 24](#_Toc478594825)

[Figuur 14 - Vergelijk wenselijke veranderingen 24](#_Toc478594826)

[Figuur 15 - Vergelijk knelpunten met wenselijke veranderingen 26](#_Toc478594827)

[Figuur 16 - Uitkomsten binnen dit onderzoek 26](#_Toc478594828)

[Figuur 17 - Mogelijke oplossingsrichtingen 28](#_Toc478594829)

[Figuur 18 - Vergelijking oplossingsrichtingen 28](#_Toc478594830)

[Figuur 19 - Beoordeling oplossingsrichtingen 29](#_Toc478594831)

[Figuur 20 - Oplossingen per knelpunt 30](#_Toc478594832)

[Figuur 21 – PDCA-cyclus calculatieproces 37](file:///C:\Users\Luuk%20Houx\Dropbox\AVANS%20HOGESCHOOL\Afstuderen\08.%20Scriptie\Scriptie%20v3.3%20CONCEPT.docx#_Toc478594833)

[Figuur 22 - Cyclus calculatieproces 37](file:///C:\Users\Luuk%20Houx\Dropbox\AVANS%20HOGESCHOOL\Afstuderen\08.%20Scriptie\Scriptie%20v3.3%20CONCEPT.docx#_Toc478594834)

[Figuur 23 - Resultaat RPN-score 39](#_Toc478594835)

## Tabellen

[Tabel 1 - Werkzaamheden afdeling calculatie 6](#_Toc478594836)

[Tabel 2 - Vergelijk calculatieproces 11](#_Toc478594837)

[Tabel 3 – Calculatieproces 11](#_Toc478594838)

[Tabel 4 - Vergelijk methoden 13](#_Toc478594839)

[Tabel 5 - Uitleg RPN-score 16](#_Toc478594840)

[Tabel 6 – Knelpunten 21](#_Toc478594841)

[Tabel 7 - Uitleg FMEA-knelpuntenanalyse 22](#_Toc478594842)

[Tabel 8 - Resultaat wenselijke situatie 25](#_Toc478594843)

[Tabel 9 - Definitieve knelpunten en wenselijke veranderingen 27](#_Toc478594844)

[Tabel 10 - Toepassing oplossingen 31](#_Toc478594845)

[Tabel 11 - Toepassing wenselijke veranderingen 32](#_Toc478594846)

# Afkortingen & Begrippen

## Afkortingen

JJB Janssen de Jong Bouw Zuid B.V.

JJG Janssen de Jong Groep

PvE Programma van Eisen

SO Structuurontwerp

VO Voorlopig Ontwerp

DO Definitief Ontwerp

FMEA Failure Mode of Effects Analyz

RPN Risico Prioriteit Nummer

NVTB Nederlands Verbond Toelevering Bouw

PLC ProjectLeider Contract

## Begrippen

**Efficiëntie** Efficiëntie of doelmatigheid is de mate van gebruik van middelen om een bepaald doel te bereiken. Hieraan kan ook de inzet toegevoegd worden en is efficiëntie intern gericht. Een proces wordt efficiënt genoemd wanneer het ten opzichte van de norm weinig middelen gebruikt.

**Effectiviteit** Effectiviteit of doeltreffendheid geeft aan dat de uitkomst van het proces gerealiseerd wordt. Het resultaat behoort hier ook bij. In tegenstelling tot efficiëntie is effectiviteit extern gericht. Het heeft geen betrekking op het proces zelf, maar wel op de uitkomst van het proces.

**Productiviteit** Productiviteit is de verhouding tussen efficiëntie en effectiviteit waarmee een organisatie de productiemiddelen om weet te zetten in een resultaat. De productiviteit is ook wel de meting van het resultaat van een proces in relatie tot de inbreng.

**Deskresearch** Het onderzoeken van bestaande informatie en gegevens die al verzameld zijn door anderen. Deskresearch wordt ook wel vergeleken met literatuuronderzoek. Literatuuronderzoek is vooral gericht op het verkrijgen van theoretische kennis terwijl deskresearch wordt gebruikt voor het verzamelen van feitelijke gegevens en bestaande onderzoek data.

**Fieldresearch** Omvat alle vormen van onderzoek waarbij de gegevens in het veld verkregen worden. Er zijn verschillende dataverzamelingsmethodes zoals enquêtes, gesprekken en observatie.

**PLC** Een ProjectLeiderContract wordt bij aanvang van een nieuw project opgesteld. Het ProjectLeiderContract wordt om de 10 weken met de directie besproken en bewaakt op tijd en kosten.

**Raming** Een raming is een globale calculatie die wordt opgesteld om op korte termijn een prijs af te geven. Ramingen zijn opgebouwd uit kengetallen of formules waardoor er sneller gerekend kan worden.

**Elementen** Elementen zijn onderdelen uit het bouwwerk. Een element wordt onderbouwd op regelniveau per eenheid. Een element wordt op niveau van metselwerk of fundering toegepast.

# 1. Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de opzet van het afstudeeronderzoek omschreven. Allereerst wordt de aanleiding omschreven waarom er voor dit onderwerp gekozen is (paragraaf 1.1). Daarna wordt het probleem verder toegelicht in de probleemstelling (paragraaf 1.2). Naar aanleiding van het probleem wordt in paragraaf 1.3 de doelstelling omschreven en in paragraaf 1.4 de vraagstelling geformuleerd. In paragraaf 1.5 wordt de onderzoeksopzet besproken en dit hoofdstuk wordt afgesloten met een leeswijzer voor het onderzoeksrapport.

## 1.1 Aanleiding onderzoek

De productiviteit in de bouwsector heeft tussen 1975 en 2003 nauwelijks groei doorgemaakt. Terwijl andere sectoren in deze tijd een groei doormaken van 40 tot 80 procent. (Gielingh, 2005) Een ander vergelijkbaar onderzoek toont dat de productiviteit van andere sectoren de afgelopen 40 jaar met wel 100 tot 200 procent zijn gestegen en van de bouwsector met 25 procent is gedaald. (AIA, 2007; Santorella 2011) De bouwsector bestaat voor een groot deel uit projectmatig werken. Er wordt een inschatting gedaan dat 80 procent van alle projecten niet het beoogde resultaat behalen. Bij de uitvoering van projecten loopt het meestal niet soepel en kan er nog weleens wat misgaan. Beide constateringen worden omschreven als ‘falen’. Al dit falen kost de bouwsector enorm veel geld. Het faalkostenpercentage wordt geschat op een 10 procent.

Uit een onderzoek van ING Economisch Bureau blijkt dat de bouwproductie tot en met 2013 gekrompen is en in 2014 een stijging kent. In dit onderzoek wordt ook weergegeven dat de productiviteit nauwelijks een groei heeft doorgemaakt de afgelopen 20 jaar. Door Nederlands Verbond Toelevering Bouw (NVTB) wordt kenbaar gemaakt dat de productiviteit in 2017 met 10 procent omhoog moet in de Nederlandse bouwsector om de uitdagingen het hoofd te kunnen bieden.

Hoe kan deze productiviteit verhoogd worden? Oftewel wat zorgt voor een toename van de efficiëntie en effectiviteit? Een antwoord hierop is procesverbetering (Gort, 2015) (Tillema, 2002) (Nieuwenhuis, 2010). In het onderzoek van ING Economisch Bureau komt naar voren dat deze procesverbeteringen belangrijk zijn en dat nieuwe technologieën hieraan bij kunnen dragen. Meer en meer ontstaat de overtuiging dat het vermogen van een organisatie om te verbeteren een belangrijke factor is om succesvol te kunnen blijven ondernemen (Nieuwenhuis, 2010). Anders gezegd:

“Organisaties die niet in staat zijn hun processen structureel, snel en effectief te verbeteren, zullen in een hoog tempo voorbijgestreefd worden.” (Tillema, 2002)

Dit onderzoek richt zich op de procesverbetering van het calculatieproces bij JJB. JJB maakt deel uit van Janssen de Jong Groep (JJG). JJG is onderverdeeld in drie clusters, Projectontwikkeling en Bouw, Bedrijfshuisvesting en Caribisch gebied. Voor een volledige weergave van de groep wordt verwezen naar bijlage 1.1. JJB is sinds 2015 samen met Janssen de Jong Projectontwikkeling gevestigd in Son en Breugel. Samen met meerdere bouw en ontwikkeling vestigingen in Nederland maken ze deel uit van de cluster bouw en ontwikkeling. Voor een volledige weergave van JJB wordt verwezen naar bijlage 1.2.

Naar aanleiding van een analyse die in januari 2016 door het managementteam van JJB is gehouden zijn er enkele constateringen naar voren gekomen die aantonen dat het calculatieproces niet efficiënt en effectief verloopt. Het komt steeds vaker voor dat er in de beginfase een prijs afgegeven moet worden. Diverse constateringen zorgen ervoor dat JJB niet mee kan gaan in deze vraag. Hieronder worden deze constateringen van het calculatieproces omschreven.

* Calculaties en ramingen worden regelmatig overgedaan omdat de basisstukken van projecten onvolledig en niet duidelijk zijn.
* Er is geen inkoopstrategie noch ketenpartners, voor elk project dienen opnieuw offertes aangevraagd te worden.
* Er vindt weinig tot geen terugkoppeling plaats vanuit de afdeling productie, zodoende kunnen er geen verbeterpunten worden geconstateerd.
* De raming die tot op heden wordt gebruikt dateert uit 2012, daardoor is de raming achterhaald en tevens niet geschikt voor verschillende typen woningen.
* Er wordt geen gebruik gemaakt van elementenbegrotingen.

Bovenstaande constateringen zijn aangedragen door een calculator van de afdeling calculatie. Om volledigheid te waarborgen in dit onderzoek worden de calculators van JJB geïnterviewd en bovenstaande constateringen gecontroleerd en wanneer nodig constateringen bijgevoegd (paragraaf 4.1). Deze constateringen worden verder in dit onderzoek knelpunten genoemd. Een uitgebreidere toelichting op de afdeling calculatie wordt omschreven in paragraaf 1.6.

## 1.2 Probleemstelling

Uit bovengenoemd onderzoek van het ING Economisch bureau blijkt dat er te weinig procesverbetering plaatsvindt. Ook JJB constateert uit een eerder genoemd onderzoek dat het calculatieproces inefficiënt en ineffectief verloopt. Tot op heden is er weinig met deze constateringen gedaan en wordt er op de traditionele wijze doorgewerkt. Dit leidt tot de volgende probleemstelling:

**Het calculatieproces verloopt inefficiënt en ineffectief, constateringen die tot op heden zijn gedaan worden niet verder opgepakt.**

## 1.3 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is om knelpunten te constateren en hiervoor de oplossingsrichtingen te onderzoeken welke leiden tot een verbetering van het calculatieproces. De oplossingsrichtingen zijn gericht op de efficiëntie en effectiviteit van het calculatieproces. Vervolgens zal een aanbeveling worden gedaan welke oplossingsrichtingen worden toegepast en hoe deze kunnen worden geïmplementeerd als mogelijke producten en een nieuw processchema. Dit leidt tot onderstaande doelstelling:

**Het onderzoeken van het calculatieproces op knelpunten en oplossingsrichtingen en het doen van aanbevelingen om het calculatieproces te verbeteren.**

## **1.4 Vraagstelling**

Om de bovenstaande doelstelling te bereiken zijn er onderzoeksvragen opgesteld. De hoofdvraag wordt als volgt omschreven:

**Waar in het calculatieproces bevinden zich de knelpunten en hoe kunnen deze worden verbeterd?**

**Om antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag zijn onderstaande deelvragen opgesteld. De eerste twee deelvragen geven het onderzoek draagvlak en onderbouwen de onderzoeksmethode en worden beantwoord in het theoretisch kader.**

1. **Hoe wordt het calculatieproces in de literatuur omschreven?**
2. **Welk theoretisch model is het meest geschikt om een calculatieproces te verbeteren?**

Naast bovenstaande deelvragen zijn er ook enkele deelvragen opgesteld, die aan de hand van een  
‘casestudie’ beantwoord worden en een bijdrage leveren voor het aanvullend onderzoek.

1. Hoe verloopt het huidige calculatieproces bij JJB?
2. Waar in het calculatieproces van JJB bevinden zich de knelpunten en wenselijke veranderingen?
3. Wat zijn de mogelijke oplossingsrichtingen die leiden tot verbetering van het calculatieproces bij JJB?
4. Hoe kunnen deze oplossingsrichtingen worden toegepast in het calculatieproces en geïmplementeerd bij JJB?

## 1.5 Onderzoeksopzet

Zoals uit bovenstaande deelvragen duidelijk wordt is het onderzoek opgedeeld in een deskresearch en fieldresearch. Hieronder worden de deelvragen besproken en omschreven welk type onderzoek ervoor gebruikt wordt.

**Deelvraag 1: Hoe wordt het calculatieproces in de literatuur omschreven?**

**Type onderzoek: Deskresearch (literatuuronderzoek)**

**Doel onderzoek: Informatie verkrijgen over het calculatieproces**

Door middel van literatuuronderzoek wordt er nagegaan hoe een calculatieproces verdeeld is over de bouwfasen. Deze literatuur wordt met elkaar vergeleken en hieruit wordt een conclusie uit getrokken. Deze conclusie dient als draagvlak voor het te vernieuwen processchema (paragraaf 2.1).

**Deelvraag 2: Welk theoretisch model is het meest geschikt om een calculatieproces te verbeteren?**

**Type onderzoek: Deskresearch (literatuuronderzoek)**

**Doel onderzoek: Het meest geschikte theoretisch model toepassen in dit onderzoek**

Door middel van literatuuronderzoek worden diverse modellen met betrekking tot procesverbetering met elkaar vergeleken. Om dit vergelijk te kunnen maken worden enkele criteria opgesteld waar het theoretisch model aan moet voldoen om te kunnen gebruiken binnen dit onderzoek. Ook worden de plus- en minpunten van elk model bekeken. Aan de hand van deze vergelijken wordt een conclusie getrokken welk model het meest geschikt is om dit onderzoek uit te voeren (paragraaf 2.2).

**Deelvraag 3: Hoe verloopt het huidige calculatieproces?**

**Type onderzoek: Fieldresearch (individuele gesprekken)**

**Doel onderzoek: In kaart brengen van het huidige calculatieproces om te kunnen analyseren**

Het veldonderzoek “fieldresearch” start met het in kaart brengen van het huidige calculatieproces. JJB hanteert volgens de ISO-certificering het KAM-handboek waarin alle bedrijfsprocessen worden omschreven. Het huidige proces wordt aan de hand van de documenten in het KAM-handboek opgesteld en samengevoegd tot een huidig proces. Daarnaast wordt het calculatieproces geobserveerd door de onderzoeker en vindt er een controle plaats door de calculators van JJB. Deze documenten worden met de observaties en controles samengevoegd tot een visualisatie van het huidige calculatieproces bij JJB. Zodoende is het mogelijk het huidige calculatieproces te analyseren.

**Deelvraag 4: Waar in het calculatieproces bevinden zich de knelpunten en wenselijke veranderingen?**

**Type onderzoek: Fieldresearch (Individuele en groepsgesprekken)**

**Doel onderzoek: Het controleren en uitbreiden van eerdergenoemde constateringen**

Om te ontdekken waar in het calculatieproces zich de knelpunten bevinden worden individuele gesprekken gevoerd met de calculators. Elke processtap van het eerder opgestelde processchema wordt behandeld met de volgende vraag: “Wat kan er fout gaan tijdens deze processtap?” De knelpunten van de calculators worden met elkaar vergeleken en knelpunten die dubbel voorkomen worden geëlimineerd. Naast de knelpunten worden ook de wenselijke veranderingen behandeld. De wenselijke veranderingen worden per processtap onderzocht met de vraag: “Wat is een wenselijke verandering bij deze processtap?” Ook de wenselijke veranderingen worden met elkaar vergeleken, de wenselijke veranderingen die dubbel voorkomen worden geëlimineerd. Om een conclusie te trekken uit dit onderzoek worden de knelpunten geanalyseerd in een groepsgesprek en beoordeeld met een subjectieve score door de calculators. Uiteindelijk wordt bij de betrokken partijen van het calculatieproces bevestiging gezocht of deze knelpunten erkent worden en welk belang de knelpunten hebben vanuit de input en bij de output van het calculatieproces. Na de afbakening volgt er als conclusie een lijst met knelpunten en wenselijke veranderingen waarvoor oplossingen gerealiseerd worden.

**Deelvraag 5: Wat zijn de mogelijke oplossingsrichtingen die leiden tot verbetering van het calculatieproces bij JJB?**

**Type onderzoek: Deskresearch (individuele en groepsgesprekken)**

**Doel onderzoek: Het benoemen en beoordelen van de oplossingsrichtingen om het calculatieproces te verbeteren.**

De lijst met knelpunten wordt gehanteerd voor het zoeken naar oplossingen. Tijdens individuele gesprekken met de calculators worden per knelpunten minimaal twee oplossingen genoemd. Hieruit ontstaan 3 lijsten met oplossingen die met elkaar worden vergeleken. De oplossingen welke dubbel genoemd worden, worden geëlimineerd hieruit ontstaat een lijst met knelpunten met daaraan gekoppeld de mogelijke oplossingen. De oplossingen worden aan de hand van de GOTIK-aspecten beoordeeld op hun belang. Deze beoordeling wordt tijdens een groepsgesprek met de calculators uitgevoerd. Door deze beoordeling komen de meest gewenste oplossing naar voren. Ook voor de oplossingsrichtingen wordt bevestiging gezocht bij betrokken partijen of de gekozen oplossingen erkent worden vanuit de input en bij de output van het calculatieproces.

**Deelvraag 6: Hoe kunnen deze oplossingsrichtingen worden toegepast in het calculatieproces en geïmplementeerd bij JJB?**

**Type onderzoek: Fieldresearch (individuele gesprekken)**

**Doel onderzoek: Het kunnen toepassen van de oplossingsrichtingen en een implementatie voorbereiden**

De toepassing is verwerkt in de oplossing. De toepassing wordt in de vorm van een product of processtap in het nieuwe processchema opgenomen of de producten in de basisdocumenten. Na het kiezen en toepassen van de oplossingen. Worden de knelpunten nogmaals beoordeeld met het idee dat de oplossingen al doorgevoerd zijn. Deze beoordeling wordt in de vorm van een score gedaan die overeenkomt met de eerdergenoemde score bij deelvraag 2. Het verschil tussen beide scores geeft een subjectief beeld tot in hoeverre er verbeteringen zijn doorgevoerd. Deze beoordeling vindt plaats tijdens een groepsgesprek met de calculators. In overleg met de manager van de afdeling calculatie worden afspraken gemaakt over de implementatie en verwerkt in een beknopt implementatieplan om de verbeteringen te kunnen borgen.

Om een duidelijk beeld te geven hoe de gesprekken verlopen in dit onderzoek is er in figuur 1 een gesprekscyclus opgesteld. De cyclus kent drie categorieën, input van de afdeling calculatie, het calculatieproces zelf en de output van de afdeling calculatie. Deze gesprekscyclus geeft weer welke personen betrokken zijn bij dit onderzoek. Ook is er in de gesprekscyclus te zien welke personen bij welke onderzoekstappen betrokken zijn.

Figuur 1 - Gesprekscyclus onderzoek

## 1.6 Onderzoekomgeving

Het onderzoek richt zich op de afdeling calculatie. De afdeling calculatie bestaat momenteel uit 3 calculators die hun medewerking verlenen in dit onderzoek. De manager planontwikkeling geeft aansturing aan de afdeling calculatie en zorgt voor de input hiervoor. De output van de afdeling calculatie is de afdeling productie welke gebruik maakt van de gegevens die aangereikt worden. De afdeling productie wordt aangestuurd door “hoofd productie”. Dit zijn tevens de personen die deelnemen aan dit onderzoek. Deze personen worden in onderstaand organogram weergegeven.



Figuur 2 - Organogram Afdeling calculatie

Door de afdeling calculatie worden jaarlijks tientallen projecten gecalculeerd. Deze projecten komen vanuit Janssen de Jong Projectontwikkeling, uit aanbestedingen en tenders. De calculator heeft een breed scala aan werkzaamheden welke zijn onder te verdelen in primaire en secundaire werkzaamheden. In tabel 1 worden deze werkzaamheden benoemd.

|  |  |
| --- | --- |
| Primaire werkzaamheden | Secundaire werkzaamheden |
| Offertes aanvragen | Uitrekenen koperopties |
| Uitrekenen hoeveelheden | Jaarafspraken opstellen |
| Offertes spiegelen | Bijhouden indexering cijfers |
| Afprijzen begrotingen | Basisbegrotingen actualiseren |
| Invullen commerciële begroting |  |
| Invullen prijsaanbieding |  |
| Opstellen risicoanalyse |  |
| Bouwplaatskosten berekenen |  |
| Inschrijfbegroting omzetten tot werkbegroting |  |
| Werkbegroting coderen |  |

Tabel 1 - Werkzaamheden afdeling calculatie

Voor het kunnen uitvoeren van bovenstaande werkzaamheden worden softwarepakketten gebruikt zoals 12Build, ibisTRAD en Microsoft Office Excel. In 12Build worden de offertes aangevraagd bij de onderaannemers. ibisTRAD wordt gebruikt voor het uitrekenen van hoeveelheden voor calculaties en Excel wordt gebruikt voor het opzetten van offertespiegels.

Dit onderzoek richt zich op het verbeteren van de primaire werkzaamheden van de afdeling calculatie. Deze primaire werkzaamheden zijn alle stappen om te komen tot een prijsvorming. Ook richt het onderzoek zich op seriematige woningbouw. Utiliteitsbouw wordt in dit onderzoek uitgesloten.

## 1.6 Leeswijzer

In onderstaande afbeelding wordt de leeswijzer van dit rapport weergegeven. Deze leeswijzer is gebaseerd op het theoretisch model van Six Sigma welk in hoofdstuk 3 wordt toegelicht en in hoofdstuk 2 is gekozen. De stappen DMAIC: “Define, Measure, Analyze, Improve en Control” komen in de opzet van het rapport terug. De Nederlandse vertaling die in dit rapport gebruikt wordt is Definiëren, Meten, Analyseren, Verbeteren en Handhaven. Verder geeft deze leeswijzer inzicht in de hoofdstukken en paragrafen van het rapport. Voorafgaand aan hoofdstuk 1 is het colofon, het voorwoord, de samenvatting, een figuren- en tabellenlijst en een begrippenlijst toegevoegd. Aansluitend op hoofdstuk 6 wordt door de onderzoeker het nawoord geschreven. Ook de bibliografie en de bijlagen sluiten hierop aan.



Figuur 3 - Leeswijzer

# 2. Theoretisch kader

In dit hoofdstuk worden de centrale begrippen onderzocht welke voorkomen in de probleemstelling, vraagstelling en doelstelling (paragraaf 2.1). Om het onderzoek draagvlak te geven wordt in dit hoofdstuk het calculatieproces onderzocht aan de hand van literatuur (paragraaf 2.2). Om het beste resultaat te behalen met procesverbetering wordt in dit hoofdstuk ook aandacht besteed aan de mogelijke theoretische modellen (paragraaf 2.3). Deze modellen worden onderzocht aan de hand van literatuur. Beide paragrafen worden afgesloten met een conclusie die in dit onderzoek gehanteerd worden. Dit hoofdstuk wordt afgesloten met een algemene conclusie (paragraaf 2.4) welke aangeeft tot in hoeverre de hoofdvraag beantwoord is.

## 2.1 Toelichting begrippen

In deze paragraaf worden de begrippen besproken welke voorkomen in de probleemstelling, doelstelling en vraagstelling.

### 2.1.1 Procesverbetering

Procesverbetering is op te splitsen in proces en verbetering hieronder een toelichting wat in dit onderzoek onder procesverbetering wordt verstaan. Davenport (1993) omschrijft een proces als volgt.

*“Een proces is een specifieke ordening van activiteiten die tijd- en plaats overschrijdend zijn met een afgebakend begin, een eind en duidelijk gespecificeerde inputs en outputs.”*

Dorr (2002) omschrijft een proces als volgt:

*“Een proces is een aantal activiteiten in een logische volgorde, gericht op het doelbewust tot stand komen van een product of dienst voor een interne klant.”*

Een proces heeft de volgende kenmerken.

* Een proces heeft ten alle tijden een klant en overschrijdt afdelingsgrenzen
* Een proces heeft altijd een duidelijke ‘trigger’ en een resultaat
* Een proces omvat een bepaalde ordening van activiteiten

Verbetering komt voort uit het woord ‘beter’ welke door Van Dale als volgt wordt omschreven. *“Op een manier die zich gunstig onderscheidt, ergens beter van worden, eraan verdienen”.* Het woord beter kan ook gedefinieerd worden als effectiever en efficiënter dan voorheen. Deze begrippen worden in de volgende paragraaf omschreven.

### 2.1.2 Efficiëntie & Effectiviteit

**Efficiëntie**

Efficiëntie of doelmatigheid is de mate van gebruik van middelen om een bepaald doel te bereiken. Hieraan kan ook het begrip ‘inzet’ toegevoegd worden en is efficiëntie intern gericht. Een proces wordt efficiënt genoemd wanneer het ten opzichte van de norm weinig middelen gebruikt.

In dit onderzoek wordt het begrip efficiëntie gebruikt om aan te geven dat er te veel middelen gebruikt worden om een doel te bereiken. Deze efficiëntie komt in het onderzoek naar voren door het benoemen en beoordelen van de knelpunten in het huidige en nieuwe calculatieproces.

**Effectiviteit**

Effectiviteit of doeltreffendheid geeft aan dat de uitkomst van het proces gerealiseerd wordt. Het resultaat behoort hier ook bij. In tegenstelling tot efficiëntie is effectiviteit extern gericht. Het heeft geen betrekking op het proces zelf, maar wel op de uitkomst van het proces.

In dit onderzoek wordt het begrip effectiviteit gebruikt om aan te geven dat de juiste uitkomst van het proces niet altijd gerealiseerd wordt. Deze effectiviteit komt in het onderzoek naar voren door het benoemen en beoordelen van de knelpunten in het huidige en nieuwe calculatieproces.

## 2.2 Calculatieproces volgens de literatuur

In de literatuur wordt het calculatieproces op verschillende wijze omschreven. In deze paragraaf komen deze calculatieprocessen aan bod en wordt hieruit een conclusie getrokken.

### 2.2.1 Kostenbeheersing in de bouw

Volgens D.H.J. van der Woude bestaat het bouwproces uit een initiatieffase, ontwerpfase, bestedingsfase en uitvoeringsfase. Aan deze fasen zijn calculatiefasen gekoppeld die bestaan uit het opstellen van een raming op basis van kengetallen, elementenbegroting, bouwdeelbegroting en detailbegroting. Hieronder wordt een toelichting gegeven op de fasen van het bouwproces waarin calculatiewerkzaamheden voorkomen.

**Initiatieffase**

Tijdens de initiatieffase worden door een opdrachtgever de mogelijkheden bekeken voor een succesvolle realisatie van een bouwproject. Voor het calculeren is in deze fase het budget van een opdrachtgever van groot belang en kan er door een aannemer een globale raming opgesteld worden op basis van kengetallen. Het voordeel van deze globale raming is dat deze zeer snel opgesteld kan worden maar zijn beperkingen heeft in de globale benadering. (Woude, 2003)

**Ontwerpfase**

Tijdens deze fase wordt het te realiseren bouwproject ontworpen aan de hand van het Programma van Eisen (PvE). Zowel technisch, constructief als installatietechnisch zal er een voorlopig ontwerp (VO) gemaakt worden. Tijdens deze fase wordt gecalculeerd met een elementen- of bouwdeelbegroting. De elementenbegroting bestaat uit elementen ook wel gebouwonderdelen genoemd. De elementenbegroting is een redelijk nauwkeurige begroting met een marge van +/- 5%. Deze manier van begroten heeft het voordeel dat dure elementen direct herkend worden en de elementenbegroting snel opgezet kan worden. De bouwdeelbegroting bestaat uit bouwdelen waaruit een element wordt opgebouwd. Deze methode is daardoor nauwkeuriger dan de elementenbegroting en heeft een marge van +/- 2%. De voordelen van deze bouwdeelbegroting is dat deze redelijk snel opgesteld kan worden en dat dure bouwdelen direct herkenbaar zijn. (Woude, 2003)

**Bestedingsfase**

Tijdens de bestedingsfase worden alle ontwerpresultaten verwerkt in het bestek en de bestektekeningen en ontstaat er het Definitief Ontwerp (DO). Tijdens deze fase wordt er een prijs gebaseerd op een detailbegroting. De detailbegroting heeft een zeer nauwkeurige benadering op regelniveau en kan gebruikt worden als inschrijfbegroting. Deze methode van begroten heeft als beperking dat het een lange begrotingstijd heeft. (Woude, 2003)

### 2.2.2 NEN 2699

De NEN 2699 is van toepassing voor ieder project, waarbij tussen meerdere partijen overeengekomen wordt wanneer er, op welke niveaus gewerkt wordt. De norm geeft op diverse niveaus weer met welke kosten gerekend kan worden om via de juiste weg tot prijsvorming te komen. De niveaus zijn gekoppeld aan de initiatieffase, ontwerpfase en uitvoeringsfase van het bouwproces en worden hieronder toegelicht. (Normalisatie-instituut, 2013)

**Initiatieffase**

Tijdens de initiatieffase komen het initiatief, de haalbaarheid en de projectdefinitie naar voren. Tijdens deze fasen draait het daarom ook om de haalbaarheid voor het te realiseren project. Het budget vanuit opdrachtgever is hierbij van belang. Aan de initiatieffase zijn twee niveaus gekoppeld, niveau 1 en 2. Niveau 1 maakt onderscheid in rubrieken zoals grondkosten, bouwkosten en inrichtingskosten. Dit is een uiterst globale benadering en alleen in te vullen aan de hand van referentieprojecten. Niveau 2 maakt onderscheidt in de bouwkundige werken en installatietechnische werken. (Normalisatie-instituut, 2013)

**Ontwerpfase**

De ontwerpfase kent meerdere niveaus van ontwerp. Het gaat in deze fase om een Structuurontwerp (SO), Voorlopig Ontwerp (VO), Definitief Ontwerp (DO) en Technisch Ontwerp (TO). De fase sluit af met de prijs-/contractvorming. Tijdens de ontwerpfase komen de niveaus 3, 4, 5 en 6 van het calculeren aan bod. Bij niveau 3 wordt onderscheidt gemaakt tussen fundering, skelet en afbouw. Niveau 4 maakt onderscheid tussen vloeren op grondslag, funderingsconstructies en paalfunderingen. Niveau 5 geeft invulling aan de technische oplossingen en niveau 6 vormt een begroting aan de hand van de STABU-specificaties. Niveau 3 en 4 zijn vrij globale benaderingen aan de hand van elementen. Welke snel opgesteld kunnen worden aan de hand van referentieprojecten. Niveau 5 en 6 zijn gedetailleerde niveaus gebaseerd op uitwerkingen per regel. (Normalisatie-instituut, 2013)

**Uitvoeringsfase**

In de uitvoeringsfase wordt het bouwproject daadwerkelijk gerealiseerd. Deze fase kent het uitvoering gereed ontwerp. De niveaus 5 en 6 duiden op een gedetailleerde begroting die op regelniveau wordt opgezet. Dit niveau is daarom ook geschikt als inschrijfbegroting voor een aanbesteding. De niveaus 5 en 6 hebben de beperking dat het opstellen veel tijd in beslag neemt. (Normalisatie-instituut, 2013)

### 2.2.3 Prijsvorming

Uit de Jellema serie het boek “Contracteren” worden door Ing. M. van Duin verschillende soorten begrotingen omschreven met toepassing op een bouwfase. Hieronder worden deze begrotingen toegelicht en aangegeven bij welke fase van het bouwproces ze behoren.

**Ontwerpbegroting**

Bij het formuleren van de projectdefinitie zal de opdrachtgever het beschikbare bouwbudget vaststellen. De aannemer kan met behulp van diverse begrotingsvormen het budget bewaken tijdens de ontwerpfase. De keuze van de begrotingsvorm in de ontwerpfase is sterk afhankelijk van de aanwezige informatie van het bouwproject. De begrotingsvormen worden onderscheiden in hoofdgroepen, elementclusters, elementen en gematerialiseerde elementen. Deze begrotingsvormen komen overeen met de eerdergenoemde begrotingsvormen uit de NEN2699. (Duin, 2004)

**Inschrijfbegroting**

De inschrijfbegroting dient als begroting voor het inschrijven op een bouwproject (aanbesteding). Voor het bepalen van de prijs van de inschrijfbegroting dienen de uren, het materieel, het materiaal en de kosten van de onderaannemer uitgerekend te worden. Deze gegevens worden verkregen door bestedingsdocumenten. De bestedingsdocumenten zijn het bestek, bestektekeningen en nota’s van inlichtingen. De kostengegevens van de onderaannemer worden verkregen door offerte aanvragen te versturen. (Duin, 2004)

**Uitvoeringsbegroting**

De uitvoeringsbegroting is de interne begroting van de aannemer en wordt gebruikt tijdens de uitvoeringsfase voor het bewaken van het budget en daarom is elke regel voorzien van een bewakingscode. De uitvoeringsbegroting is opgedeeld in de volgende fasen, de uitvoeringsfasen, productiedelen per fase en werknemers per productiedeel. De uitvoeringsbegroting is taakstellend voor de uitvoering. Hierin worden eventuele bedrijfskosten en winst niet mee opgenomen. (Duin, 2004)

### 2.2.4 Conclusie calculatieproces

Het calculatieproces is in paragraaf 2.1 door drie auteurs toegelicht en wordt in onderstaande tabel met elkaar vergeleken.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Kostenbeheersing  (Woude, 2003) | NEN2699  (Normalisatie-instituut, 2013) | Prijsvorming  (Duin, 2004) |
| Initiatieffase | -Raming (kengetallen) | -Niveau 1 en 2 (raming) | -Investeringskosten |
| Ontwerpfase | -Elementenbegroting  -Bouwdeelbegroting | -Niveau 3 (Elementenclusters)  -Niveau 4 (Elementen)  -Niveau 5 (Inschrijfbegroting)  -Niveau 6 (Detailbegroting) | -Elementenclusters  -Elementen  -Inschrijfbegroting  -Detailbegroting |
| Bestedingsfase | -Inschrijfbegroting  -Detailbegroting | - | - |
| Uitvoeringsfase | -Uitvoeringsbegroting | -Niveau 6 (Werkbegroting) | -Werkbegroting |

Tabel 2 - Vergelijk calculatieproces

Bovenstaande tabel geeft weer dat de bestedingsfase maar door een auteur erkend wordt terwijl de begrotingen bij de andere auteurs genoemd worden in de ontwerpfase. Op de bouwdeelbegroting en investeringskosten zijn bovenstaande auteurs het erover eens welke soorten prijsvorming en fasen het calculatieproces omvat.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Initiatieffase | Ontwerpfase | Uitvoeringsfase |
| Raming | Elementenclusters | Werkbegroting |
| -kengetallen | Elementen |  |
| -referentiebegrotingen | Inschrijfbegroting |  |
|  | Detailbegroting |  |

Tabel 3 – Calculatieproces

Bovenstaande tabel 2 geeft weer welke fasen het calculatieproces doorloopt en welk type begroting in deze fase wordt toegepast. **Deze fasen en type begrotingen komen terug in het nieuwe stroomdiagram van het calculatieproces.** Tevens geeft deze tabel antwoord op deelvraag 1: “**Hoe wordt het calculatieproces volgens de literatuur omschreven?”**

## 2.3 Theoretische modellen voor procesverbetering

Er bestaan veel verschillende methoden voor het uitvoeren van procesverbetering. In deze paragraaf worden de verschillende methoden met elkaar vergeleken. De methoden die in deze paragraaf worden behandeld zijn, LEAN-manufacturing (LEAN), Six Sigma en Total Productive Maintenance (TPM). Voor deze methoden is gekozen omdat iedere methode een andere invalshoek heeft. De methoden hebben onderling overeenkomsten en verschillen. De overeenkomsten worden hieronder benoemd.

* Bedrijfsprocessen worden stapsgewijs verbeterd via een cyclisch proces van meten, analyseren, verbeteren en borgen.
* Alle methoden hebben als uitgangspunt het vergroten van de waarde toevoeging.
* De stapsgewijze verbeterprojecten worden uitgevoerd door multidisciplinaire teams, waardoor afdeling overschrijdend samenwerken wordt gestimuleerd.
* Werknemers worden gestimuleerd om zelf verbeteringen aan te dragen en door te voeren.

Naast deze overeenkomsten zijn er per methode ook diverse verschillen die hieronder per methode genoemd wordt.

### 2.3.1 LEAN Manufacturing

LEAN is ontwikkeld vanuit de invalshoek logistiek management en richt zich primair op het reduceren van verspilling. LEAN hanteert zeven categorieën van verspillingen die zoveel mogelijk uit het proces worden verwijderd. De zeven categorieën zijn: Overproductie, voorraden, fabricagefouten, fabricageverstoringen, wachttijden, transport en onnodige (zoek)bewegingen. Manieren om dit te bereiken is zoveel mogelijk vraag gestuurd produceren. Een belangrijke tool binnen LEAN is Value Stream Mapping (VSM). VSM brengt middels een stroomdiagram de bedrijfsprocessen in kaart, welke waarde toevoegen en welke niet.

Voor bedrijven is LEAN interessant wanneer er flow gestuurd geproduceerd of gewerkt kan worden. Vooral als er sprake is van bewerkingsstappen in een productieproces. (Eden, 2013)

### 2.3.2 Six Sigma

Six Sigma is ontwikkeld vanuit de invalshoek kwaliteitsmanagement. Six Sigma concentreert zicht op het reduceren van variaties in de kwaliteit van producten en processen. De term Six Sigma verwijst naar een foutkans van slechts 0,000034%. De cyclus die door Six Sigma gehanteerd wordt is DMAIC en staat voor Define, Measure, Analyze, Improve en Control.

Een uitgangspunt voor Six Sigma is dat de kwaliteit van de producten/processen meetbaar is. Six Sigma wordt vooral toegepast bij producten/processen waarvan de specificaties tussen bepaalde grenzen moeten liggen. (Eden, 2013)

### 2.3.3 Total Productive Maintenance

TPM is ontwikkeld vanuit de invalshoek productiviteit. Bij TPM draait alles om het verbeteren van de machinebeschikbaarheid en de productiviteit. Stap voor stap wordt de Overall Equipement effectiveness (OEE) verbeterd van de machines. De stappen die worden genomen worden de acht managementpilaren genoemd en zijn: stapsgewijs verbeteren, autonoom onderhoud, gepland onderhoud, training en standaardisatie, early management, kwaliteitsmanagement, optimalisatie van kantoorprocessen en veiligheid en milieu. De OEE is gedefinieerd als het product van onder meer de machine beschikbaarheid, de machineprestatie en de fractie correct gefabriceerde producten.

TPM blijkt alleen een adequaat middel wanneer er sprake is van een complex en duur machinepark, waarvan de capaciteit ontoereikend is, of als de onderhoudskosten van de machines de pan uit rijzen. (Eden, 2013)

### 2.3.4 Conclusie theoretische modellen voor procesverbetering

In de onderstaande tabel worden de drie methoden met elkaar vergeleken en door middel van een rode arcering aangegeven welke onderdelen niet tot dit onderzoek behoren op basis van de informatie uit hoofdstuk 1. De methode met de minst rode arcering is de meest toepasselijke methode voor dit onderzoek. In onderstaande tabel wordt duidelijk dat Six Sigma het meest van toepassing is op dit onderzoek. Dit blijkt uit het type proces waar dit onderzoek over gaat en welke punten gereduceerd dienen te worden. In het volgende hoofdstuk wordt de methode Six Sigma uitgebreid toegelicht en invulling gegeven hoe deze methode wordt uitgevoerd in dit onderzoek.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| LEAN Manufacturing | Six Sigma | Total Productive Maintenance |
| INVALSHOEK | | |
| Logistiek management | Kwaliteitsmanagement | Productiviteit |
|  |  |  |
| ONDERZOEKSDOEL & STAPPEN | | |
| Reduceren van verspilling | Reduceren variaties in kwaliteit | Verbeteren machinebeschikbaarheid |
| Overproductie | Foutkans van 0,000034% | Stapsgewijs verbeteren |
| Voorraden | Define | Autonoom onderhoud |
| Fabricagefouten | Measure | Gepland onderhoud |
| Fabricageverstoringen | Analyze | Training en standaardisatie |
| Wachttijden | Improve | Early management |
| Transport | Control | Kwaliteitsmanagement |
| Onnodige zoekbewegingen | Kwaliteit producten en processen | Optimalisatie van kantoorprocessen |
|  |  | Veiligheid en milieu |
|  |  |  |
| FOCUS ONDERZOEK | | |
| Value Stream Mapping | Kwaliteit producten en processen | Hoge onderhoudskosten |
| Bewerkingsstappen | Producten/processen binnen bepaalde grenzen | Complex en duur machinepark |
| Productieproces |  |  |

Tabel 4 - Vergelijk methoden

Bovenstaande tabel geeft weer welke begrippen wel en niet met dit onderwerp hebben te maken en geeft daarmee ook antwoord op deelvraag 2: “**Welk theoretisch model is het meest geschikt om een calculatieproces te verbeteren?” In hoofdstuk 3 wordt invulling gegeven aan de Six Sigma methodiek. Ook wordt er een toelichting gegeven hoe diverse modellen in dit onderzoek worden toegepast met de Six Sigma methodiek.**

## **2.4 Conclusie Theoretisch kader**

In deze conclusie wordt nagegaan tot in hoeverre er antwoord is gegeven op de hoofdvraag en welk aanvullend onderzoek er nog verricht moet worden.

### 2.4.1 Literatuuronderzoek

Na het onderzoek in dit theoretisch kader is er gedeeltelijk een antwoord gevonden op de hoofdvraag welke gesteld wordt in paragraaf 1.4.

**Waar in het calculatieproces bevinden zich de knelpunten en hoe kunnen deze worden verbeterd?**

Allereerst is er onderzoek gedaan naar de begrippen die in hoofdstuk 1 aan bod komen. Het gaat om de begrippen procesverbetering, efficiëntie en effectiviteit. In het theoretisch kader is antwoord gegeven op de betekenis van de begrippen en hoe deze in dit onderzoek toegepast worden.

In paragraaf 2.2 wordt het calculatieproces aan de hand van de literatuur op verschillende wijze omschreven. Dit geeft aan dat er meer mogelijkheden zijn om een calculatieproces vorm te geven. Hieruit is de conclusie getrokken dat er ook overeenkomsten zijn in de verschillende processen en dat deze overeenkomsten worden aangehouden voor het nieuwe calculatieproces. Ook komt in dit onderzoek naar voren hoe de fasen ingericht kunnen worden.

Naast het calculatieproces zijn ook verschillende methoden onderzocht voor het verbeteren van een proces. De methoden die aan bod zijn gekomen zijn, LEAN Manufacturing, Six Sigma en Total Productive Maintenance. Deze drie methoden zijn alle drie gericht op procesverbetering maar hebben een andere invalshoek. In dit onderzoek is de conclusie gekomen na een vergelijking dat Six Sigma de meest geschikte methode is om in dit onderzoek te gebruiken.

### 2.4.2 Aanvullend onderzoek

Na het literatuuronderzoek blijft er een gedeelte van de hoofdvraag onbeantwoord. Dit gedeelte heeft betrekking op de deelvragen 3 t/m 6.

Het aanvullend onderzoek richt zich op de afdeling calculatie bij JJB. Om het proces te kunnen verbeteren is er draagvlak gecreëerd in dit theoretisch kader. Verdere invulling van dit onderzoek zoals het verbeteren van het calculatieproces in combinatie met de Six Sigma methodiek wordt in het theoretisch kader geen antwoord op gegeven.

Ook wordt er geen antwoord gegeven op de punten die verbeterd moeten worden en hoe deze verbeterd kunnen worden. Dit is enerzijds invulling van de Six Sigma methodiek en anderzijds veldonderzoek. De informatie hiervoor dient opgedaan te worden bij de afdeling calculatie van JJB en wordt middels de gesprekscyclus die wordt besproken in paragraaf 1.5 uitgevoerd.

# 3. Six Sigma onderzoeksmethodiek

In voorgaand hoofdstuk is uit de literatuur gebleken dat Six Sigma de meest toepasselijke methode is voor dit onderzoek om het calculatieproces te verbeteren. In dit hoofdstuk wordt de Six Sigma onderzoeksmethodiek omschreven en hoe Six Sigma wordt ingevuld met verschillende modellen. Allereerst wordt een korte toelichting gegeven over Six Sigma en wordt de Six Sigma onderzoeksmethodiek gevisualiseerd (figuur 4). In de daaropvolgende paragrafen worden de modellen die worden toegepast in de Six Sigma onderzoeksmethodiek toegelicht.

De Six Sigma methodiek is in 1986 ontwikkeld door Motorola en wordt sinds 2000 erkend door vele topondernemingen ter wereld door de enorme successen. Enkele voorbeelden hiervan zijn, General Electric, Dupont, Bank of America en Honeywell. Voor de uitvoering van Six Sigma tijdens een onderzoek wordt gebruik gemaakt van meerdere onderzoekstappen. Afhankelijk van welk onderzoek er uitgevoerd wordt kan er een keuze gemaakt worden uit deze diverse methoden. Een van deze methoden is het stappenplan DMAIC dat bestaat uit de stappen, Define, Measure, Analyze, Improve en Control. Hieronder wordt de uitleg van dit stappenplan weergegeven. (Gygi, DeCarlo, & Williams, 2007)

**Define (definiëren)** De eerste stap in dit onderzoek is het probleem in kaart brengen. Dit probleem dient goed afgebakend te zijn om op een effectieve wijze resultaat te behalen (paragraaf 1.6). Daarnaast dienen de betrokken medewerkers geselecteerd te worden waarmee dit onderzoek wordt uitgevoerd (paragraaf 1.6).

**Measure (meten)** Tijdens de tweede stap dient de huidige situatie gevisualiseerd te worden en verdere voorbereidingen om een analyse uit te kunnen voeren (hoofdstuk 4).

**Analyze (analyseren)** De derde stap is het analyseren van de huidige situatie. Het identificeren van knelpunten in het processchema. Deze knelpunten analyseren en de oorzaak achterhalen (hoofdstuk 4).

**Improve (verbeteren)** Bij het verbeteren worden bij elk knelpunt mogelijke oplossingen genoemd en een beslissing gemaakt welke oplossing het beste erbij past (hoofdstuk 5).

**Control (handhaven)** Als laatste stap worden de verbeteringen geïmplementeerd op de werkvloer. Naast het implementeren dient er een systeem opgezet te worden voor het handhaven en waarborgen (hoofdstuk 5).



Figuur 4 - Six Sigma onderzoeksmethodiek

In het bovenstaande figuur 4 wordt gevisualiseerd hoe de stappen uitgevoerd worden in dit onderzoek. In de witte kaders worden de onderzoekstappen toegelicht. In de blauwe kaders wordt weergegeven welke modellen er gebruikt worden om een stap uit te voeren. (Gygi, DeCarlo, & Williams, 2007)

## 3.1 Meten & Analyseren

Zoals wordt weergegeven in de leeswijzer en de onderzoeksmethodiek worden in deze paragraaf de modellen in combinatie met Six Sigma besproken om het calculatieproces te kunnen meten en analyseren.

### 3.1.1 Huidige situatie in kaart brengen

Het Six Sigma stroomdiagram ontstaat door het modelleren van een proces. Bij Six Sigma is het van belang dat het proces tot in detail wordt uitgewerkt. Hiermee bedoelt men de activiteiten, bronnen, besluiten en afhankelijkheden. Op deze manier kan een proces voldoende worden gedefinieerd en geanalyseerd. Voor het opstellen van een stroomdiagram wordt gebruik gemaakt van basispictogrammen die in figuur 5 worden weergegeven. Met deze pictogrammen is het mogelijk om elke processtap weer te geven. (Gygi, DeCarlo, & Williams, 2007) Op deze wijze wordt ook het calculatieproces in kaart gebracht. Dit calculatieproces loopt vanaf de overdracht van de projectgegevens vanuit de opdrachtgever, tot de overdracht van projectgegevens vanuit de afdeling calculatie aan de afdeling productie.

Figuur 5 - Basispictogrammen stroomdiagram

### 3.1.2 Knelpunten identificeren

Na het opzetten van het stroomdiagram worden de knelpunten geïdentificeerd als aanvulling op de reeds vastgestelde constateringen. Dit wordt uitgevoerd middels een individueel gesprek met 3 calculators. Ter voorbereiding aan het gesprek is een korte toelichting en het processchema doorgestuurd. Tijdens deze individuele gesprekken wordt het processchema doorlopen en bij elke processtap de volgende vraag gesteld: “Wat kan er fout gaan tijdens deze processtap?” Met het doorlopen van het processchema en het beantwoorden van de eerdergenoemde vraag volgt een lijst met knelpunten. Deze knelpunten worden verwerkt in de FMEA-knelpuntenanalyse met de daarbij behorende gegevens. Deze gegevens zijn het knelpuntnummer, de bijbehorende processtap en de faalwijze/knelpunt.

### 3.1.3 Knelpunten analyseren

FMEA staat voor Failure Mode & Effects Analyz. De FMEA biedt een gestructureerde benadering voor het ontdekken van faalwijzen binnen een proces. Voor deze faalwijzen worden de effecten berekend zodat er een mogelijkheid is deze effecten te reduceren of zelfs te voorkomen. De FMEA wordt ingevuld op basis van het Six Sigma stroomdiagram. De primaire elementen die behoren tot de FMEA zijn in tabel 5 weergegeven.

|  |  |
| --- | --- |
| ELEMENT | DEFINITIE |
| Hevigheid van het effect (E) | Het toekennen van een score aan de hevigheid van het effect bij faalwijzen |
| Frequentie van voorkomen (F) | Evalueer en ken een frequentiescore toe aan de kans op falen |
| Kans op detectie (D) | Ken een waarschijnlijkheid score toe aan de kans dat de bestaande controles de oorzaken detecteren en dus voorkomen dat het falen zelf of het effect invloed heeft |

Tabel 5 - Uitleg RPN-score

Deze primaire elementen worden aan elkaar gekoppeld door het risicoprioriteitsnummer (RPN). De RPN is een indicator die de hoogte van de prioriteit weergeeft en wordt uitgevoerd met de volgende formule: RPN = Ernst x Frequentie x Detectie = E x F x D (Draijer, 2016)



Figuur 6 - Voorbeeld knelpuntenanalyse

Het analyseren van de knelpunten wordt aan de hand van meerdere gesprekken uitgevoerd. Voor elk knelpunt zijn het gevolg, de oorzaak en detectie benoemd. Deze onderdelen zijn in 3 gesprekken beoordeeld, een gesprek met de calculators, een gesprek met de Manager Planontwikkeling en een gesprek met Hoofd Productie. Uit deze analyse komen per gesprek een score per knelpunt en een totaalscore uit. Deze score geeft de hoogte van de prioriteit weer van de belanghebbende.

### 3.1.4 Wenselijke veranderingen

Naast het identificeren van de knelpunten worden ook de wenselijke veranderingen van de calculators benoemd. Deze wenselijke veranderingen komen tot stand tijdens een individueel gesprek waarbij bij elke processtap de volgende vraag wordt gesteld: “Wat is een wenselijke verandering bij deze processtap?” Deze wenselijke veranderingen worden opgesomd en per processtap met elkaar vergeleken. Wanneer een wenselijke verandering door meerdere calculators benoemd wordt, wordt deze samengevoegd tot een wenselijke verandering. Daarnaast worden de wenselijke veranderingen met de knelpunten vergeleken. Wanneer een wenselijke verandering overeenkomt met een knelpunt, dan wordt de wenselijke verandering niet verder opgenomen in dit onderzoek. De wenselijke veranderingen worden gekenmerkt met een letter en aangegeven bij welke processtap de wenselijke verandering behoort.

## 3.2 Verbeteren en Handhaven

Zoals wordt weergegeven in de leeswijzer en de onderzoeksmethodiek worden in deze paragraaf de modellen in combinatie met Six Sigma besproken om het calculatieproces te kunnen verbeteren en handhaven.

### 3.2.1 Mogelijke oplossingsrichtingen

Wanneer de knelpunten zijn vastgesteld, met daaraan gekoppeld de gevolgen, oorzaken en detectie, kunnen de oplossingsrichtingen in kaart worden gebracht. Deze oplossingsrichtingen worden gekoppeld aan de knelpunten die uit de vorige onderzoekstappen in dit onderzoek naar voren komen. De oplossingen worden aan de hand van de oplossingstabel ingevuld. In figuur 7 wordt een voorbeeld van deze oplossingstabel weergegeven.



Figuur 7 - Voorbeeld oplossingsrichtingen

De tabel die in figuur 7 wordt weergegeven dient als volgt ingevuld te worden:

* De belangen van de criteria dienen ingevuld te worden bij elk knelpunt met een score
* Bij elk knelpunt dienen 3 oplossingen gegeven te worden.
* Bij de weging dient het belang van de gekozen criteria beoordeeld te worden
* Elke oplossing dient beoordeeld te worden aan de hand van de criteria met een score

De oplossingen worden tijdens drie individuele gesprekken met de calculators aangedragen. Deze oplossingen worden met elkaar vergeleken. Wanneer een oplossing dubbel genoemd is worden deze oplossingen samengevoegd. Dit leidt tot een ingevulde oplossingstabel welke beoordeeld kan worden. De beoordeling vindt plaats volgens bovenstaande uitleg tijdens drie gesprekken, een gesprek met de calculators, een gesprek met de Manager Planontwikkeling en een gesprek met Hoofd Productie. Hieruit komen volgens de 3 verschillende invalshoeken de scores voor de oplossingsrichtingen en zijn per knelpunt de beste oplossingen te selecteren.

### 3.2.2 Oplossingsrichtingen bepalen

De uitkomst van de oplossingsrichtingen wordt berekend met behulp van een score en weergegeven in de beslissingstabel. De totale som die bij elke oplossing hoort is: (belang criteria 1 \* beoordeling oplossing 1, 2 en 3) + (belang criteria 2 \* beoordeling oplossing 1, 2 en 3) + (belang criteria 3 \* beoordeling oplossing 1, 2 en 3) + (belang criteria 4 \* beoordeling oplossing 1, 2 en 3) + (belang criteria 5 \* beoordeling oplossing 1, 2 en 3).

De beslissingstabel wordt ingevuld met bovenstaande stappen, scores en sommen. De oplossing met de hoogste score wordt volgens onderstaande afbeelding in de laatste kolom weergegeven. (Mulders, 2014)

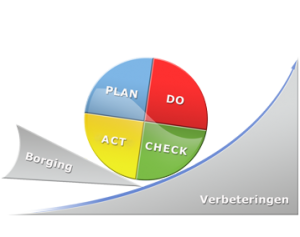


Figuur 8 - Voorbeeld beslissingstabel

### 3.2.3 Uitwerking oplossingen

Na de beoordeling van de oplossingsrichtingen komen er per knelpunt de gewenste oplossingen uit. Deze oplossingen worden verwerkt als processtappen en mogelijk op te stellen producten. De oplossingen worden zo concreet mogelijk opgesteld om invulling te geven aan de toepassing. Naast deze oplossingen worden de wenselijke veranderingen ook uitgewerkt. Dit resulteert in een nieuw processchema, mogelijke aanpassingen in bestaande producten en mogelijke nieuwe producten.

### 3.2.4 Handhaven & Borgen

[](http://school-monitor.nl/dev/wp-content/uploads/2014/09/pdca-e1411654048179.png)Elk proces bestaat uit een aantal aspecten die tezamen het resultaat moeten opleveren. Deze aspecten zijn input, activiteiten, output, controle aan norm en bijsturing. Het belangrijkste hierbij is dat de output moet voldoen aan de normen die gesteld zijn. Wanneer dit niet zo is, moet er bijgestuurd worden. Dit is het regelkringprincipe welke bewaakt dat de resultaten ook daadwerkelijk behaald worden. Een voorbeeld van een regelkringprincipe is de PDCA-cyclus zoals weergegeven in figuur 9. Deze PDCA-cyclus bestaat uit Plan, Do, Check en Act die hieronder worden toegelicht. (Mulders, 2014)

Figuur 9 - Voorbeeld PDCA-cyclus

**Plan:** In de planningsfase worden afspraken gemaakt over de te bereiken resultaten. De wijze waarop dit gaat plaatsvinden wordt in een planning opgenomen. Het is belangrijk om te voldoen aan de randvoorwaarden en uitgangspunten die zijn vastgelegd.

**Do:** Het realiseren van de output, ofwel zorgen dat het resultaat bereikt wordt. Hiervoor worden de activiteiten uitgevoerd die staan opgenomen in de planning.

**Check:** Hierbij worden de gemeten resultaten vergeleken met de normen die vooraf opgesteld zijn. Het is van belang dat de afwijkingen worden geanalyseerd en de oorzaken worden vastgesteld

**Act:** Bij deze stap wordt het proces bijgestuurd door de proceseigenaar. Dit wordt gedaan op basis van de resultaten op de prestatie-indicatoren uit de Check-stap. In het geval dat het resultaat onder of boven de norm uitkomt, moet er worden bijgestuurd. (Mulders, 2014)

# 4 Meten & Analyseren

Aan de hand van voorgaande informatie en de onderzoeksmethodiek (figuur 4) wordt het calculatieproces van JJB met betrekking tot procesverbetering bestudeerd. In dit hoofdstuk wordt het calculatieproces gemeten en geanalyseerd. Dit start met de huidige situatie in kaart brengen (paragraaf 4.1). Aan de hand van de huidige situatie worden knelpunten geïdentificeerd (paragraaf 4.2), geanalyseerd en beoordeeld (paragraaf 4.3). In paragraaf 4.4 worden de wenselijke veranderingen benoemd. Het hoofdstuk sluit af met een afbakening van de knelpunten (paragraaf 4.5) en een conclusie in paragraaf 4.6.

## 4.1 Huidige situatie in kaart brengen

De eerste stap in het onderzoek is het huidige calculatieproces van JJB in kaart brengen. Dit proces is opgezet volgens het Six Sigma stroomdiagram. In het huidige KAM-handboek worden ook documenten gepresenteerd over het huidige calculatieproces. Deze KAM-documenten zijn te vinden in bijlage 2.1. Om een compleet, correct en zo duidelijk mogelijk huidig proces op te zetten is ervoor gekozen om de KAM-documenten samen te voegen tot een stroomdiagram welke de werkelijkheid weergeeft. Naast het gebruik van de KAM-documenten is er ook gebruik gemaakt van de ervaring die is opgedaan tijdens de werkzaamheden op de afdeling calculatie en de input van de calculators.

Onderstaand is een weergave van het huidige proces toegevoegd. Er is middels kleuren en pictogrammen onderscheid gemaakt tussen de diversen processtappen. Bij de processtappen waar beslissingen gemaakt worden, wordt middels het gebruik van pijlen en tekst uitleg gegeven. Voor een weergave op ware grootte wordt verwezen naar bijlage 2.2. Het Six Sigma stroomdiagram geeft hiermee antwoord op deelvraag 3: “Hoe verloopt het huidige calculatieproces?”

Het stroomdiagram wordt gebruikt als onderlegger voor de vraagstellingen die gehanteerd worden in dit onderzoek.



Figuur 10 - Six sigma stroomdiagram, huidig calculatieproces

## 4.2 Knelpunten identificeren

De tweede stap in het onderzoek is het identificeren van de knelpunten in het huidige calculatieproces. Deze knelpunten zijn geïdentificeerd aan de hand van de eerste ronde individuele gesprekken uit de gesprekscyclus.

### 4.2.1 Uitvoering

Het identificeren van knelpunten vindt plaats in 3 gesprekken met de calculators. Tijdens deze gesprekken wordt aan de hand van het huidige calculatieproces de processtappen doorlopen en antwoord gegeven op onderstaande vraag:

1. Wat kan er fout gaan tijdens deze processtap?

Het resultaat van deze gesprekken is uitgewerkt in Excel-lijsten. Per calculator is deze lijst opgesteld. Naast de lijsten van de calculators is er een lijst toegevoegd met de knelpunten welke voortkomen uit het vooronderzoek welke in opdracht van het Management Team is gehouden bij JJB. Om dubbele knelpunten te voorkomen zijn deze vier lijsten met elkaar vergeleken en is hier een resultaat uitgekomen. In bijlage 2.3 worden de volledige lijsten van de calculators en het vooronderzoek weergegeven waarna er in bijlage 2.4 een vergelijking is opgesteld welke leidt tot het resultaat.

### 4.2.2. Resultaat

In deze sub paragraaf wordt het resultaat beschreven. De knelpunten zijn gekenmerkt met een nummer. Deze knelpunten zijn afkomstig uit het vergelijk welke in bijlage 2.4 is weergegeven.

|  |  |
| --- | --- |
| Knelpuntnr. | Knelpunt |
| 1 | Projectgegevens zijn niet volledig bij aanvang van het calculatieproces |
| 2 | De projectgegevens wijzigen tijdens het calculatieproces |
| 3 | De randvoorwaarden van het ToPlan concept zijn niet eenduidig |
| 4 | De raming is achterhaald en onvoldoende onderbouwd |
| 5 | Er wordt geen gebruik gemaakt van elementenbegrotingen |
| 6 | Geen actueel gebruik van kengetallen |
| 7 | Externe calculaties zijn onvolledig en niet betrouwbaar |
| 8 | Te snel een volledige begroting op willen stellen |
| 9 | Er zijn onvoldoende actuele prijzen en jaarafspraken |
| 10 | Er is geen inkoopstrategie en onvoldoende ketenpartners |
| 11 | Offertes van de onderaannemers zijn niet volledig |
| 12 | ~~Offertes worden in een te vroeg stadium aangevraagd~~ |
| 13 | Er wordt geen basisspiegel gehanteerd, waardoor de offertes dubbel gespiegeld worden |
| 14 | ~~Er wordt geen prijzenboek gehanteerd~~ |
| 15 | De coderingen voor het bewaken zijn onvolledig en niet eenduidig |
| 16 | Er vind geen terugkoppeling plaats vanuit de afdeling productie |

Tabel 6 – Knelpunten

Knelpunt 12 en 14 zijn rood gearceerd en doorgestreept omdat deze knelpunten toegevoegd kunnen worden bij andere knelpunten.

Knelpunt 12 wordt toegevoegd bij knelpunt 8 “Te snel een volledige begroting op willen stellen”.

Knelpunt 14 wordt toegevoegd bij knelpunt 9 “Er zijn onvoldoende actuele prijzen en jaarafspraken”.

De overgebleven knelpunten worden in de volgende paragrafen geanalyseerd en uiteindelijk afgebakend.

## **4.3 Knelpunten analyseren**

Na het benoemen van de knelpunten in het huidige calculatieproces, worden de knelpunten geanalyseerd en beoordeeld. Aan de hand van de RPN-score wordt een indicatie van de prioriteit weergegeven.

### 4.3.1 Uitvoering

Het huidige calculatieproces dient als onderlegger voor het analyseren van de knelpunten. De knelpuntenanalyse is uitgevoerd met de knelpunten die tijdens het eerste gesprek en in sub paragraaf 4.2.2 benoemd zijn. Deze knelpunten zijn overgenomen in de FMEA-knelpuntenanalyse zoals in figuur 11 wordt weergegeven.



Figuur 11 – FMEA-knelpuntenanalyse

In bovenstaande figuur zijn de processtappen waarbinnen de knelpunten zich bevinden en de knelpunten benoemd. Dit vormt de basis voor de verdere uitwerking van de FMEA-knelpuntenanalyse. De kolommen die op dit moment nog ingevuld dienen te worden, zijn hieronder toegelicht in tabel 7.

|  |  |
| --- | --- |
| Kolommen | Vraag |
| Gevolg | Wat zijn de mogelijke gevolgen van het knelpunt? |
| Oorzaak | Wat zijn de oorzaken van het knelpunt? |
| Detectie | Wat voorkomt dat de faalwijze kan optreden? |
| Score gevolg | Wat is de ernst van de gevolgen die eruit voortkomen? |
| Score oorzaak | Wat is de kans dat de oorzaak optreedt? |
| Score detectie | Wanneer wordt het gedetecteerd? |
| RPN-score | De RPN-score is de vermenigvuldiging van de bovenstaande 3 scores.  E x F x D. De hoogte van de score geeft de prioriteit van het knelpunt aan. |

Tabel 7 - Uitleg FMEA-knelpuntenanalyse

Het analyseren van knelpunten door het benoemen van het gevolg, de oorzaak en detectie wordt middels een groepsgesprek met de calculators uitgevoerd. Het beoordelen van de knelpunten met een score wordt uitgevoerd in een groepsgesprek met de calculators, een individueel gesprek met de manager Planontwikkeling en een individueel gesprek met het hoofd productie. Ter voorbereiding zijn documenten opgesteld en verstuurd (bijlage 2.5). De documenten zijn een korte toelichting en een uitleg hoe de knelpunten beoordeeld moeten worden.

De score van een knelpunt komt als volgt tot stand:

Ernst van het gevolg \* frequentie oorzaak \* kans op detectie

Deze scores worden in sub paragraaf 4.3.3 weergegeven per knelpunt en per invalshoek.

### 4.3.3 Resultaat

Het resultaat van de knelpuntenanalyse is verwerkt in de FMEA-knelpuntenanalyse. De uitkomst van het groepsgesprek is te vinden in bijlage 2.6, de uitkomst van de individuele gesprekken is te vinden in bijlage 2.7. In onderstaande tabel worden de scores van de gesprekken naast elkaar gezet ter vergelijking van de 3 verschillende invalshoeken, namelijk de calculators, manager planontwikkeling en het hoofd van de afdeling productie.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Knelpunt | Calcula-tors | Manager planontw. | Hoofd productie |
| 1 | Projectgegevens zijn niet volledig bij aanvang van het calculatieproces | 280 | 252 | ? |
| 2 | De projectgegevens wijzigen tijdens het calculatieproces | 240 | 32 | 40 |
| 3 | De randvoorwaarden van het ToPlan-concept zijn niet eenduidig | 50 | 252 | 48 |
| 4 | De raming is achterhaald en onvoldoende onderbouwd | 128 | 30 | ? |
| 5 | Er wordt geen gebruik gemaakt van elementenbegrotingen | 98 | 144 | ? |
| 6 | Geen actueel gebruik van kengetallen | 144 | 576 | ? |
| 7 | Externe calculaties zijn onvolledig en niet betrouwbaar | 240 | 48 | ? |
| 8 | Te snel een volledige begroting op willen stellen | 196 | 96 | 40 |
| 9 | Er zijn onvoldoende actuele prijzen en jaarafspraken | 72 | 168 | 126 |
| 10 | Er is geen inkoopstrategie of voldoende ketenpartners | 84 | 256 | ? |
| 11 | Offertes van de onderaannemers zijn niet volledig | 288 | 252 | 252 |
| 12 | Er wordt geen basisspiegel gehanteerd, waardoor de offertes dubbel gespiegeld worden | 392 | 252 | 576 |
| 13 | De coderingen voor het bewaken zijn onvolledig en niet eenduidig | 240 | 80 | 72 |
| 14 | Er vind geen terugkoppeling plaats vanuit de afdeling productie | 350 | 180 | 294 |
| TOTAAL | **RPN-score** | **2802** | **2618** | **1448** |

Figuur 12 - Knelpunten vergelijking

De score van de knelpunten uit drie verschillende invalshoeken wordt gezien als een score die de inefficiëntie en ineffectiviteit beoordeeld van de huidige situatie. Deze score wordt aan het einde van dit onderzoek vergeleken met de nieuwe score uit de FMEA-knelpuntenanalyse en geeft een indicatie van de mate van verbetering.

In de derde kolom bij de beoordeling van het hoofd productie zijn enkele knelpunten beoordeeld met een “?” omdat er vanuit het hoofd productie geen inzicht op is.

## 4.4 Wenselijke veranderingen

In de vorige paragraaf is geanalyseerd bij welke processtappen knelpunten voorkomen, wat de score van het knelpunt is en wat het inhoudelijk betekend. Naast het identificeren en analyseren van de knelpunten worden in deze paragraaf gekeken naar de wenselijke veranderingen ten opzichte van het huidige calculatieproces.

### 4.4.1 Uitvoering wenselijke veranderingen

Om de wenselijke veranderingen in kaart te brengen is er een individueel gesprek gehouden met de calculators. Dit gesprek is gebaseerd op het processchema, bij elke processtap de volgende vraag gesteld.

* Wat zijn wenselijke veranderingen ten opzichte van het huidige processchema?

De antwoorden zijn per processtap genoteerd en per individu is er een totaallijst opgesteld met de wenselijke veranderingen volgens onderstaande figuur. De totale lijst per calculator wordt weergegeven in bijlage 2.8



Figuur 13 - Wenselijke veranderingen per calculator

De wenselijke veranderingen zijn met elkaar vergeleken en gekenmerkt volgens onderstaande figuur. Het totaaloverzicht wordt weergegeven in bijlage 2.9.



Figuur - Vergelijk wenselijke veranderingen

### 4.4.2 Resultaat wenselijke veranderingen

Na het afleggen van drie individuele gesprekken zijn de uitkomsten met elkaar vergeleken. De dubbele uitkomsten per processtap zijn gefilterd en daaruit is een lijst met wenselijke veranderingen ontstaan. Hieronder worden deze wenselijke veranderingen omschreven.

|  |  |
| --- | --- |
| Kenmerk | Wenselijke verandering |
| A | Duidelijkheid over de overeenkomst die gemaakt wordt met de opdrachtgever |
| B | De projectgegevens dienen een duidelijk status te hebben betreffende compleetheid |
| C | Inzichtelijk maken met welke projectgegevens gecalculeerd gaat worden |
| D | Het in beeld brengen welke gegevens nodig zijn om een type calculatie te maken |
| E | Het verbeteren van de huidige raming zodat deze te controleren en makkelijk bij te stellen is |
| F | Projecten op voorhand beoordelen met benodigde calculatietijd |
| G | Verbeteren en uitbreiden onderbouwing van een raming |
| H | Het toepassen van elementen die doorberekend worden op regelniveau |
| I | Referentie bepalen voor een eenduidig bouwplan (Concept) |
| J | De nodige risico's meenemen in de begroting en voldoende uitsluiten waar geen gegevens van zijn |
| K | Begrotingen scherper prijzen door meer offertes aan te vragen |
| L | Op voorhand selecteren van calculatiebureaus waarmee we een samenwerking willen aangaan en zorgen dat er duidelijkheid is over een eenduidige werkmethode |
| M | Begroting dient continu gestandaardiseerd te worden met prijzen en nieuwe elementen |
| N | Meer ketenpartners selecteren om marktconforme prijzen te blijven hanteren |
| O | Specificeren eisen en wensen en complete gegevens verstrekken wanneer mogelijk. |
| P | Vraagspecificatie duidelijk benoemen in de offerte aanvraag. |
| Q | Standaardbegrotingen beter voorbereiden aan de voorkant |
| R | Duidelijke afspraken tussen inkoop en calculatie over het opstellen van een spiegel, het toevoegen van standaard teksten |
| S | Offertespiegels standaardiseren |
| T | Het tijdig actualiseren van de prijzen en het centraal bewaken van deze prijzen |
| U | In een eerder stadium een uitvoeringsplanning opzetten voor het bepalen van de bouwkosten |
| V | Ramingen altijd volgens het 4 ogenprincipe controleren |
| W | Calculator beter betrekken bij overleg en prijsafronding |
| X | Terugkoppeling met een collega met kennis vanuit de productie |
| Y | Duidelijk afspreken wat er in de begroting aangepast moet worden |
| Z | Dusdanig aanpassen dat deze overeen komt met de staartkosten van andere documenten, commerciële begroting eenmaal per werk maken |
| AA | De kosten en percentage moet exact overeenkomen met andere documenten die voor een project gegenereerd worden |
| AB | Processchema opstellen voor de afdeling calculatie |
| AC | Coderingen door calculators aan laten passen voor overdracht werk |

Tabel 8 - Resultaat wenselijke situatie

De overgebleven wenselijke veranderingen worden in de volgende paragraaf afgebakend. De afgebakende wenselijke veranderingen zijn terug te zien in paragraaf 4.6. Deze wenselijke veranderingen worden verder opgenomen in dit onderzoek.

## 4.5 Afbakening Meten & Analyseren

Nadat er in de vorige paragrafen de knelpunten en wenselijke veranderingen zijn geïdentificeerd is het van belang dat deze worden afgebakend. In deze paragraaf wordt de afbakening toegelicht specifiek op de knelpunten en wenselijke veranderingen. De afbakening op de knelpunten en wenselijke veranderingen wordt volgens onderstaande volgorde en afbakening uitgevoerd.

* Allereerst worden de knelpunten en wenselijke veranderingen die met elkaar overeenkomen gefilterd. Bij het overeenkomen van deze twee wordt het knelpunt toegepast en komt de wenselijke verandering te vervallen.
* Daarna wordt gekeken of de overgebleven knelpunten en wenselijke veranderingen binnen het onderzoek vallen zoals omschreven wordt in hoofdstuk 1.

### 4.5.1 Overeenkomst knelpunten en wenselijke veranderingen

Om de overeenkomsten te vinden tussen de knelpunten en wenselijke veranderingen is er een tabel opgesteld met aan de linkerzijde de nummering van de knelpunten en aan de rechterzijde de nummering van de wenselijke veranderingen. De knelpunten en wenselijke veranderingen zijn horizontaal aan elkaar gekoppeld. In figuur 15 is een voorbeeld van deze tabel te zien. Voor de volledige weergave wordt verwezen naar bijlage 2.10.



Figuur 15 - Vergelijk knelpunten met wenselijke veranderingen

De uitkomsten van deze afbakening worden overgenomen in de volgende afbakening welke aangeeft of de knelpunten en wenselijke veranderingen bij dit onderzoek behoren.

### 4.5.2 Uitkomsten binnen dit onderzoek

Naast het afbakenen van de knelpunten en wenselijke veranderingen die overeenkomen worden de overgebleven punten ook afgebakend op de aanleiding, probleemstelling, doelstelling en afbakening zoals omschreven in hoofdstuk 1. In figuur 16 wordt een voorbeeld van de tabel weergegeven. Voor een volledige weergave wordt verwezen naar bijlage 2.11.



Figuur 16 - Uitkomsten binnen dit onderzoek

Het resultaat van deze afbakening wordt opgenomen in de conclusie paragraaf 4.6. Deze knelpunten en wenselijke veranderingen worden gehandhaafd in het verdere onderzoek.

## 4.6 Conclusie huidige situatie

In hoofdstuk 4 is er kennis gemaakt met de knelpunten en wenselijke veranderingen die door de calculators zijn aangedragen door het houden van gesprekken. Het huidige proces is in kaart gebracht met behulp van een Six Sigma stroomdiagram, KAM-handboek, eigen ervaring en input van de calculators. Daarna zijn de knelpunten geïdentificeerd op basis van het stroomdiagram. Na het identificeren zijn deze knelpunten geanalyseerd en geprioriteerd door middel van de FMEA-knelpuntenanalyse. Naast de knelpunten is er ook een gesprek gehouden voor het in kaart brengen van de wenselijke veranderingen. Uiteindelijk zijn deze punten afgebakend volgens paragraaf 4.5.

Tijdens deze stap van het onderzoek komt naar voren dat de knelpunten en wenselijke veranderingen veelal te maken hebben met de prijsvorming en werkzaamheden die onnodig veel tijd kosten. Bij de wenselijke veranderingen komt naar voren dat er meer aandacht besteed moet worden aan standaardisatie en communicatie. De onderstaande knelpunten en wenselijke veranderingen zijn in dit onderzoek van belang en dienen als basis voor de volgende stappen in dit onderzoek. Vanaf dit punt worden onderstaande knelpunten en wenselijke veranderingen gehanteerd met bijbehorende nummering.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Nr. | Processtap | Knelpunt |
| 1 | Overdracht projectgegevens | Projectgegevens zijn niet volledig bij aanvang van het calculatieproces |
| 2 | Projectgegevens | De projectgegevens wijzigen tijdens het calculatieproces |
| 3 | Raming | De raming is achterhaald en onvoldoende onderbouwd |
| 4 | Raming | Er wordt geen gebruik gemaakt van elementenbegrotingen |
| 5 | Opstellen raming | Geen actueel gebruik van kengetallen |
| 6 | Extern calculeren | Externe calculaties zijn onvolledig en niet betrouwbaar |
| 7 | Opstellen begroting | Te snel een volledige begroting op willen stellen |
| 8 | Onderaannemers selecteren | Er zijn onvoldoende actuele prijzen en jaarafspraken |
| 9 | Offertes onderaannemers | Offertes van de onderaannemers zijn niet volledig |
| 10 | Offertespiegels | Er wordt geen basisspiegel gehanteerd, waardoor de offertes dubbel gespiegeld worden |
| 11 | Werkbegroting coderen | De coderingen voor het bewaken zijn onvolledig en niet eenduidig |
| 12 | Werkbegroting | Er vind geen terugkoppeling plaats vanuit de afdeling productie |
| A | Inplannen benodigde calculatietijd | Projecten op voorhand beoordelen met benodigde calculatietijd |
| B | Goedkeuring ramingsovereenkomst | De nodige risico's meenemen in de begroting en voldoende uitsluiten waar geen gegevens van zijn |
| C | Uitrekenen hoeveelheden voor een begroting | Standaardbegrotingen beter voorbereiden aan de voorkant |
| D | Controleren begroting middels 4 ogen principe | Ramingen altijd volgens het 4 ogenprincipe controleren |
| E | Overleg directie | Calculator beter betrekken bij overleg en prijsafronding |
| F | Overleg directie | Terugkoppeling met een collega met kennis vanuit de productie |
| G | Begroting aanpassen | Duidelijk afspreken wat er in de begroting aangepast moet worden |
| H | Opstellen commerciële begroting | Dusdanig aanpassen dat de commerciële begroting overeenkomt met de staartkosten van andere documenten, commerciële begroting eenmaal per werk maken |
| I | Commerciële begroting | De kosten en percentage moet exact overeenkomen met andere documenten die voor een project gegenereerd worden |
| J | Opstellen werkbegroting | Processchema opstellen voor de afdeling calculatie om te weten welke werkzaamheden bij de calculatie liggen |

Tabel 9 - Definitieve knelpunten en wenselijke veranderingen

De knelpunten en wenselijke veranderingen die zijn opgenomen in bovenstaande tabel geeft antwoord op deelvraag 4: “Waar in het calculatieproces van JJB bevinden zich de knelpunten en wenselijke veranderingen?”

# 5. Verbeteren en handhaven

In hoofdstuk 4 is het huidige calculatieproces geanalyseerd tevens zijn er knelpunten en wenselijke veranderingen benoemd. In dit hoofdstuk wordt er aandacht besteed aan het oplossen en toepassen van de knelpunten en wenselijke veranderingen.

## 5.1 Weergave mogelijke oplossingsrichtingen

In deze paragraaf komen de mogelijke oplossingen aan bod. Deze oplossingsrichtingen zijn per knelpunt aan de hand van een individueel gesprek met de calculators benoemd. De oplossingsrichtingen zijn verwerkt in de oplossingstabel zoals in figuur 16 wordt weergegeven. De volledige uitwerking van deze individuele gesprekken worden weergegeven in bijlage 3.1.



Figuur 17 - Mogelijke oplossingsrichtingen

Na de individuele gesprekken zijn de oplossingsrichtingen met elkaar vergeleken en per knelpunt de oplossingsrichtingen samengevoegd. Dit leidt per knelpunt tot enkele oplossingsrichtingen waar in dit onderzoek verder mee wordt gewerkt. Het resultaat van deze oplossingsrichtingen wordt weergegeven in bijlage 3.2.



Figuur 18 - Vergelijking oplossingsrichtingen

De oplossingsrichtingen worden in dit onderzoek gebruikt voor een beoordeling die in paragraaf 5.2 wordt besproken. In bovenstaand figuur 18 wordt een voorbeeld weergegeven hoe de oplossingsrichtingen met elkaar vergeleken zijn en samengevoegd.

## 5.2 Oplossingsrichtingen beoordelen

Na het benoemen van de mogelijke oplossingsrichtingen, dienen de oplossingsrichtingen beoordeeld te worden om tot de meest geschikte oplossing te komen. Het beoordelen van deze oplossingen wordt in deze paragraaf toegelicht.

De oplossingen zijn beoordeeld tijdens een groepsgesprek met de calculators, een individueel gesprek met de manager planontwikkeling en een individueel gesprek met het hoofd productie. Ter voorbereiding op de gesprekken is er een uitleg opgezet (bijlage 3.3). De oplossingen dienen aan criteria te voldoen die zijn opgesteld aan de hand van de beheeraspecten geld, tijd, kwaliteit, organisatie en informatie en worden hieronder toegelicht.

**Geld** De oplossing zorgt voor kostenbesparing. De oplossing zorgt uiteindelijk voor een beter financieel resultaat.

**Tijd** De oplossing zorgt voor tijdsbesparing. De oplossing zorgt ervoor dat processtappen sneller worden doorlopen zonder het verliezen van kwaliteit.

**Kwaliteit** De oplossing is eenvoudig toepasbaar. De oplossing of het uiteindelijke product is gebruikersvriendelijk zodat dit ook toegepast wordt.

**Organisatie** De oplossing draagt bij aan de structuur. De oplossing biedt meer structuur tijdens het calculatieproces.

**Informatie** De oplossing zorgt voor duidelijkheid. Miscommunicatie en onduidelijkheden worden door de oplossing voorkomen.

De beoordeling is uitgevoerd met de scores 1 tot en met 5. 1 = zeer laag, 2 = laag, 3 = gemiddeld, 4 = hoog en 5 = zeer hoog. Allereerst is het belang van de beheeraspecten per knelpunt beoordeeld met een score. Daarna zijn de oplossingen beoordeeld met de score op de vijf beheeraspecten. In onderstaande figuur 19 wordt hiervan een voorbeeld gegeven.



Figuur 19 - Beoordeling oplossingsrichtingen

De volledige beoordelingen zijn weergegeven in bijlage 3.4. Deze beoordelingen zijn verwerkt in beslissingstabellen die worden weergegeven in bijlage 3.5. De beslissingstabel maakt een keuze uit de oplossingsrichtingen per knelpunt met de volgende formule:

*(belang criteria 1 \* beoordeling oplossing 1, 2 en 3) + (belang criteria 2 \* beoordeling oplossing 1, 2 en 3) + (belang criteria 3 \* beoordeling oplossing 1, 2 en 3) + (belang criteria 4 \* beoordeling oplossing 1, 2 en 3) + (belang criteria 5 \* beoordeling oplossing 1, 2 en 3).*

De drie beslissingstabellen geven weer welke oplossingen toegepast dienen te worden om het calculatieproces te verbeteren. Deze oplossingen worden in onderstaand figuur 20 per knelpunt weergegeven. Per invalshoek is de oplossing met de hoogste score gehanteerd. Dit is te zien in de laatste drie kolommen.



Figuur 20 - Oplossingen per knelpunt

De oplossingen die in bovenstaande tabel genoemd zijn worden in volgende paragraaf verder uitgewerkt en toegepast als producten en/of processtappen. De oplossingen die in bovenstaande tabel worden weergegeven zijn het antwoord op deelvraag 5: “Wat zijn de mogelijke oplossingsrichtingen die leiden tot verbetering van het calculatieproces bij JJB?”

## 5.3 Uitwerking oplossingsrichtingen

Nu de oplossingsrichtingen onderzocht zijn en er een definitieve keuze is gemaakt welke oplossingen gebruikt worden in dit onderzoek worden de oplossingen uitgewerkt. In deze paragraaf worden de oplossingen uitgewerkt en een toelichting gegeven op de toepassing. De oplossingen worden toegepast als processtappen en/of mogelijke producten. Naast de oplossingen wordt ook de uitwerking van de wenselijke veranderingen (paragraaf 4.6) in sub paragraaf 5.3.2 toegelicht.

### 5.3.1. Toepassing oplossingen

In de onderstaande tabel worden de knelpuntnummers benoemd welke gekoppeld zijn aan de knelpunten en daarbij behorende oplossingen zoals in paragraaf 5.2 omschreven. Bij elke oplossing wordt aangegeven of dit wordt toegepast met een procestap of een mogelijk product. De knelpunten met meerdere oplossingen zijn samengevoegd in een regel voor de toepassing.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Knelpunt | Product | Processtap |
| 1 | Projectgegevens zijn niet volledig bij aanvang van het calculatieproces | Vraagspecificatie | Invullen vraagspecificatie door opdrachtgever |
| 2 | De projectgegevens wijzigen tijdens het calculatieproces | Processchema opdrachtgever | Planningsoverleg bouwmethoden bespreken, processchema communiceren |
| 3 | De raming is achterhaald en onvoldoende onderbouwd | Basisraming | Basisraming toevoegen aan de basisgegevens van de afdeling calculatie |
| 4 | Er wordt geen gebruik gemaakt van elementenbegrotingen | Elementenboek | Elementenboek toevoegen aan de basisgegevens van de afdeling calculatie |
| 5 | Geen actueel gebruik van kengetallen | Kengetallenoverzicht | Overzicht toevoegen aan de basisgegevens van de afdeling calculatie |
| 6 | Externe calculaties zijn onvolledig en niet betrouwbaar | Invuldocument externe calculaties | Invuldocument invullen om een extern calculatiebureau te laten calculeren |
| 7 | Te snel een volledige begroting op willen stellen | Fasedocument | Fasedocument communiceren met opdrachtgever |
| 8 | Er zijn onvoldoende actuele prijzen en jaarafspraken | Prijzenboek | Prijzenboek toevoegen aan de basisgegevens van de afdeling calculatie |
| 9 | Offertes van de onderaannemers zijn niet volledig | Standaard offerteaanvragen | - |
| 10 | Er wordt geen basisspiegel gehanteerd, waardoor de offertes dubbel gespiegeld worden | Standaard offertespiegel uitbreiden | Overdracht offertespiegels toevoegen aan processchema |
| 11 | De coderingen voor het bewaken zijn onvolledig en niet eenduidig | Basiscodebestand | - |
| 12 | Er vind geen terugkoppeling plaats vanuit de afdeling productie | - | Calculator betrekken bij projectevaluaties |

Tabel 10 - Toepassing oplossingen

Bovenstaande producten worden toegelicht in paragraaf 5.4. De toelichting op het nieuwe processchema met genoemde processtappen wordt beschreven in paragraaf 5.5.

### 5.3.2. Toepassing wenselijke veranderingen

In deze sub paragraaf worden de toepassingen toegelicht van de wenselijke veranderingen die in paragraaf 4.4 zijn opgesteld. In onderstaande tabel wordt eerste kolom het nummer van de wenselijke verandering benoemd. In de tweede kolom komt de omschrijving van de wenselijke verandering terug. De derde kolom geeft een korte toelichting en de vorm van de toepassing of het in een product verwerkt kan worden of in het nieuwe processchema.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Nr. | Wenselijke verandering | Product | Processtap |
| A | Projecten op voorhand beoordelen met benodigde calculatietijd | Uitbreiden agendapunten planningsoverleg | - |
| B | De nodige risico's meenemen in de begroting en voldoende uitsluiten waar geen gegevens van zijn | Standaardbegrotingen uitbreiden met aparte risicoregel om risico’s te kunnen omschrijven | - |
| C | Standaardbegrotingen beter voorbereiden aan de voorkant | Standaardmeetstaten uitwerken en koppelen aan de basisbegroting | - |
| D | Ramingen altijd volgens het 4 ogenprincipe controleren | - | Ramingen en begrotingen ten alle tijden door een andere calculator controleren |
| E | Calculator beter betrekken bij overleg en prijsafronding | - | Calculator uitnodigen voor prijsafronding/prijsaanbieding |
| F | Terugkoppeling met een collega met kennis vanuit de productie | - | Begroting laten controleren door productiemedewerker |
| G | Duidelijk afspreken wat er in de begroting aangepast moet worden | - | - |
| H | Dusdanig aanpassen dat de commerciële begroting overeenkomt met de staartkosten van andere documenten, commerciële begroting eenmaal per werk maken | Standaard afsprakenformulier opstellen | - |
| I | De kosten en percentage moet exact overeenkomen met andere documenten die voor een project gegenereerd worden | Standaard afsprakenformulier opstellen | - |
| J | Processchema opstellen voor de afdeling calculatie om te weten welke werkzaamheden bij de calculatie liggen | Processchema | - |

Tabel 11 - Toepassing wenselijke veranderingen

De toepassingen van de wenselijke veranderingen worden in paragraaf 5.4 als producten toegelicht en in paragraaf 5.5 als processtappen.

## 5.4 Toelichting producten

In deze paragraaf wordt toelichting gegeven op de producten die toegepast gaan worden in de nieuwe werkwijze van de afdeling calculatie.

**Product gekoppeld aan: Knelpunt 1**

**Producttoepassing:** Vraagspecificatie

**Toelichting:** Voor aanvang van elke fase dient een opdrachtgever of ontwikkelaar de mogelijkheid te krijgen om alle gegevens in te vullen die aanwezig zijn. Aan de hand van deze gegevens moet de afdeling calculatie kunnen bepalen welk type prijsvorming afgegeven gaat worden.

**Product gekoppeld aan: Knelpunt 2**

**Producttoepassing:** Processchema opdrachtgever

**Toelichting:** Voor aanvang van het calculatieproces dient de opdrachtgever op de te zijn van het processchema. Hierbij dient inzichtelijk te zijn in welke fasen er gecalculeerd kan worden en welke prijsaanbieding gemaakt wordt. Hierbij horen de deadlines die gelden van documenten die aangeleverd moeten worden op moment van calculeren.

**Product gekoppeld aan: Knelpunt 3**

**Producttoepassing:** Basisraming

**Toelichting:** De basisraming dient voorzien te zijn van formules en kengetallen waarmee op korte termijn een globale prijs kan worden afgegeven volgens opgave bovengenoemd processchema.

**Product gekoppeld aan: Knelpunt 4**

**Producttoepassing:** Elementenboek

**Toelichting:** Het elementenboek moet een verzameling zijn van de reeds gecalculeerde projecten waarin alle elementen worden opgenomen zodat men er elementen uit kan selecteren die eventueel nodig zijn voor nieuwe begrotingen.

**Product gekoppeld aan: Knelpunt 5**

**Producttoepassing:** Kengetallenoverzicht

**Toelichting:** Er dient een overzicht gemaakt te worden voor het verzamelen van kengetallen uit reeds gecalculeerde projecten. Deze kengetallen moeten de nodige gegevens bevatten om te weten hoe en wanneer het kengetal gebruikt kan worden.

**Product gekoppeld aan: Knelpunt 6**

**Producttoepassing:** Invuldocument externe calculaties

**Toelichting:** Formulier wat ingevuld moet worden en naar een extern bureau gestuurd wordt met de projectgegevens. Dit formulier moet voorzien zijn van de te kiezen onderaannemers/ketenpartners, tijdsbestek, begrotingsmethode en eventueel het basiscodebestand.

**Product gekoppeld aan: Knelpunt 7**

**Producttoepassing:** Fasedocumenten

**Toelichting:** Na elke fase dient er een document gehanteerd en ingevuld te worden waarin is opgenomen welke documenten gebruikt zijn voor de calculatie, welke marge de calculatie heeft, de uitgangspunten die door de calculatie zijn genomen en eventuele uitsluitsels die niet in de calculatie zijn opgenomen. Dit document wordt met de prijsvorming overhandigd aan de opdrachtgever.

**Product gekoppeld aan: Knelpunt 8**

**Producttoepassing:** Prijzenboek

**Toelichting:** Voor alle jaar-, prijsafspraken dient een prijzenboek opgesteld te worden zodat men snel inzichtelijk heeft wat de meest actuele prijzen zijn die in een begroting gebruikt kunnen worden. Het prijzenboek wordt gesorteerd op de STABU-codering en wordt uitgewerkt op regelniveau.

**Product gekoppeld aan: Knelpunt 9**

**Producttoepassing:** Standaard offerteaanvragen

Toelichting: Offerteaanvragen uitbreiden met teksten afkomstig uit bestekken en inkoopspecificatie om aan de voorkant de meeste zaken duidelijk te hebben.

**Product gekoppeld aan: Knelpunt 10**

**Producttoepassing:** Standaard offertespiegel

**Toelichting:** De spiegel is momenteel vooral gericht op de afdeling calculatie. Met uitbreiding van vaste afspraken en STABU-teksten biedt de spiegel volledigheid voor beide afdelingen, dit kost minder tijd voor de invulling.

**Product gekoppeld aan: Knelpunt 11**

**Producttoepassing:** Basiscodebestand

**Toelichting:** Het basiscodebestand opnieuw inrichten en verduidelijken bij alle betrokken afdelingen. Iemand verantwoordelijk maken voor het bijhouden en aanpassen van dit document.

**Product gekoppeld aan: Wenselijke verandering C**

**Producttoepassing:** Standaardmeetstaten

**Toelichting:** Standaardmeetstaten opzetten waardoor er minder hoeveelheden uitgerekend moeten worden en er sneller gecalculeerd wordt. Deze meetstaten koppelen aan de basisbegrotingen.

**Product gekoppeld aan: Wenselijke verandering H & I**

**Producttoepassing:** Standaardformulier jaarafspraken

**Toelichting:** Dit formulier dient te worden voorzien zijn van alle jaarafspraken die intern gelden. Denk hierbij aan arbeidskosten, aansluitkosten, opslagen, percentages en standaardhoeveelheden voor begrotingen en optiebegrotingen.

**Product gekoppeld aan: Wenselijke verandering J**

**Producttoepassing:** Processchema

**Toelichting:** Het uitwerken van een processchema welke voor de calculators dient als leidraad om te zien welke werkzaamheden er door de calculators uitgevoerd moeten worden voor de overdracht naar de afdeling productie.

De producten die worden toegelicht zijn onder te verdelen in twee categorieën basisproducten en project specifieke producten. Deze categorieën worden hieronder toegelicht.

**Basisproducten**

De basisproducten zijn in beheer van de afdeling calculatie. Deze producten dienen jaarlijks actueel gehouden te worden. De producten vormen de basis voor elk nieuw project dat gecalculeerd dient te worden.

**Project specifieke producten**

De project specifieke producten kunnen ingezet worden per project afhankelijk van de noodzaak. De producten worden in de basismap van projecten gevoegd en bij elk nieuw project meegenomen in de projectmappenstructuur.

## 5.5 Toelichting nieuw processchema

Naast de producten is er ook een nieuw processchema ontstaan uit de oplossingen en wenselijke veranderingen. In deze paragraaf wordt ingegaan op de processtapepen welke zijn toegevoegd in het bestaande processchema, wat resulteert in een nieuw processchema. (zie bijlage 3.6)

### 5.5.1 Nieuwe processtappen

De nieuwe processtappen zijn ontstaan door de gekozen oplossingen en de wenselijke situatie en genoemd in paragraaf 5.2 en 5.3.

**Processtap gekoppeld aan: Knelpunt 1**

**Processtap:** Vraagspecificatie

**Toelichting:** Op voorhand moet de opdrachtgever de vraagspecificatie in vullen waarin de nodige gegevens staan zodat er gestart kan worden met calculeren.

**Processtap gekoppeld aan: Knelpunt 6**

**Processtap:** Invuldocument externe calculaties

**Toelichting:** Het project specifiek invullen van het document voor externe calculatiebureaus. Bij akkoord wordt de calculatie uitbesteed aan het gewenste calculatiebureau.

**Processtap gekoppeld aan: Knelpunt 7**

**Processtap:** Fasedocument

**Toelichting:** Na elke fase wordt dit fasedocument ingevuld om de opdrachtgever van de juiste informatie over de prijsvorming te voorzien.

**Processtap gekoppeld aan: Knelpunt 10**

**Processtap:** Overdracht offertespiegel

**Toelichting:** Voor de offertespiegel dient een overdracht te komen tussen de afdeling calculatie en inkoop.

**Processtap gekoppeld aan: Knelpunt 12**

**Processtap:** Projectevaluatie

**Toelichting:** Na de overdracht van een begroting dienen er een of meerdere evaluaties plaats te vinden waaruit verbeterpunten komen voor de afdeling calculatie.

### 5.5.2 Calculatiefasen (nieuwe situatie)

In tegenstelling tot het huidige stroomdiagram is het nieuwe stroomdiagram opgesplitst in meerdere fasen. Dit komt naar voren uit de oplossing dat er gewerkt gaat worden met ramingen en elementenbegrotingen. De prijsvorming van deze calculaties komt niet overeen met de tot nu toe gebruikte detail-/inschrijfbegroting. Hieronder worden de fasen weergegeven en toegelicht. Voor de volledige weergave van het nieuwe stroomdiagram wordt verwezen naar bijlage 3.6.

**Basis (onderleggers)**

Voor de start van het calculatieproces is het van belang dat er de juiste onderleggers liggen voor het opstellen van calculaties. Actualiteit van deze basis is van groot belang. De basis van de afdeling calculatie bestaat uit de volgende documenten: ramingen, elementenboek, begrotingen, kengetallen, prijzenboek, basiscodebestand en jaarlijks vaste afspraken. Het opzetten van deze onderleggers is een continu proces. Na het calculeren en uitvoeren van een project dient dit altijd geëvalueerd te worden om de basisdocumenten bij te werken en actueel te houden. Hoe vollediger deze de onderleggers zijn, des te efficiënter er gecalculeerd kan worden in de diverse fasen en bij ieder nieuw te calculeren project.

**Initiatieffase**

De initiatieffase is de eerste fase in het calculatieproces en wordt door de afdeling calculatie ingevuld met behulp van een raming. In deze fase is men zoekende naar het juiste ontwerp en zijn de gegevens die aangereikt worden vaak incompleet of vatbaar voor wijzigingen. De prijsvorming is daardoor een globale benadering. De hoeveelheden kunnen bepaald worden door kengetallen die afkomstig zijn van referentieprojecten en minimale projectgegevens die aangereikt worden. Door deze globale benadering zijn concrete uitgangspunten noodzakelijk. Deze uitgangspunten dienen bij de prijsafgifte duidelijk vermeld te worden om misverstanden in de overeenkomst te voorkomen. Na het ontvangen van de vraagspecificatie wordt de fase gestart met het gebruiken van de juiste kengetallen uit het prijzen- en elementenboek en afgesloten met een fasedocument waarin alle uitgangspunten in vermeld staan.

**Ontwerpfase**

Na de initiatieffase wordt gestart met de ontwerpfase. In deze fase begint de architect met het ontwerp op basis van het programma van eisen. Tijdens deze fase wordt door de afdeling calculatie gebruik gemaakt van de elementen op meerdere niveaus. De benaming zegt het al dat deze begroting bestaat uit elementen. In deze fase wordt gekozen voor elementen om het eerder gestelde budget te toetsen aan de diverse ontwerpen. Daarnaast kunnen de dure elementen herkent en aangepast worden om de realisatie niet in gevaar te brengen. Deze fase wordt aan de hand van de vraagspecificatie gestart met het elementenboek. Het elementenboek bevat alle mogelijke elementen die tot op heden gebruik en uitgevoerd zijn. Aan de hand van dit elementenboek kan de elementenbegroting geselecteerd worden. Deze elementen zijn tot in detail voorzien van alle gegevens. Per element de hoeveelheden worden ingevuld. Bij een definitief ontwerp wordt gebruik gemaakt van de inschrijf-/detailbegroting. Bij de detailbegroting worden de hoeveelheden aan de hand van een bestek en tekeningen op regelniveau uitgetrokken. Dit vergt veel tijd maar dit is de meest gedetailleerde begroting die gemaakt kan worden. Het opstellen van de detailbegroting start zoals in andere fase ook met de vraagspecificatie. Na deze vraagspecificatie worden vanuit de basisbegrotingen regels en meetstaten gekopieerd om aan een volledige begroting te komen. Deze fase wordt afgesloten met een fasedocument waarin alle uitgangspunten vermeld staan om misverstanden te voorkomen.

**Uitvoeringsfase**

In deze fase wordt de inschrijf-/detailbegroting omgezet naar een werkbegroting. Deze werkbegroting wordt tijdens de uitvoering gehanteerd voor het bewaken van het budget. Voor het bewaken van het budget is de werkbegroting voorzien van een codering die afkomstig is uit het eerdergenoemde basiscodebestand.

**Evaluatie**

Ten slotte is er de evaluatie aan toegevoegd. De evaluatie vindt plaats na de oplevering van de realisatiefase tijdens een PLC-overleg. De evaluatie biedt de afdeling calculatie de mogelijkheid om de basis aan te vullen met mogelijke gegevens zoals, prijzen, kengetallen elementen en overige verbeterpunten.

Met de uitwerkingen en toelichtingen van de nieuwe processtappen en mogelijke producten wordt antwoord gegeven op deelvraag 6: “Hoe kunnen deze oplossingsrichtingen worden toegepast in het calculatieproces en geïmplementeerd bij JJB?”

## 5.6 Handhaven & Borgen

In hoofdstuk 3.7 is de PDCA-cyclus besproken. De werking van de PDCA-cyclus is zichtbaar in het Six Sigma stroomdiagram van het nieuwe processchema dat wordt weergegeven in bijlage 3.6. Bij deze weergave behoort onderstaande toelichting

**Plan:** In het nieuwe calculatieproces wordt op voorhand bekeken wat een te calculeren project inhoudt en hoeveel tijd er voor nodig is. De stappen zijn zichtbaar in de initiatieffase. Tijdens deze stappen dient de keuze gemaakt te worden of er genoeg personele capaciteit is of ervoor wordt gekozen om het een extern calculatiebureau te laten calculeren. Daarnaast is het van belang om aan de voorzijde de afspraken goed vast te leggen met de opdrachtgever. Deze afspraken gaan over de tijd en het product wat er wordt verwacht van de opdrachtgever, maar ook wat er op basis van aangereikte gegevens gecalculeerd kan worden.

**Do:** Het uitvoeren van werkzaamheden om te komen tot een prijsvorming wordt verstaan onder het begrip ‘Do’. Hierbij kan het gaan om een opstellen van een raming met enkele werkzaamheden of een volledige detailbegroting opstellen waar meer tijd voor nodig is. Het is van belang bij deze stap om de processtappen in de juiste volgorde en allemaal uit te voeren zodat er geen producten, overleggen en goedkeuringen gemist worden.

**Check:** De stap ‘Check’ wordt in het nieuwe processchema weergegeven als de evaluatiefase. Deze fase is voor de afdeling calculatie van groot belang om verbeteringen door te voeren. Bij deze stap is het van belang dat niet alleen de calculators eraan meewerken, maar dat het hele projectteam opmerkingen maakt op de resultaten van de afdeling calculatie. Zodoende is het mogelijk om zoveel mogelijk verbeterpunten te constateren en grote stappen vooruit te maken.

**Act:** Nadat er constateringen zijn gedaan door het projectteam en calculators, dienen de calculators bij de projectevaluatie te worden zodat het projectteam onderling de verbeterpunten kan communiceren. Het is van belang dat de calculator na de projectevaluatie de tijd neemt om de verbeterpunten door te voeren en op te nemen in de onderleggers/basis (fase 1). Deze verbeterpunten zorgen op ten duur voor een grote database van gegevens waardoor het calculeren efficiënter gaat verlopen.

Figuur 21 – PDCA-cyclus calculatieproces

Figuur 22 - cyclus calculatieproces

# 6. Conclusie, Discussie & Aanbevelingen

In dit hoofdstuk wordt teruggeblikt op het onderzoek, wordt de conclusie omschreven en zijn er aanbevelingen gedaan voor nader onderzoek.

## 6.1 Conclusie

De analyse die door JJB is gehouden, duidt op werkelijkheid. Knelpunten die naar voren zijn gekomen duiden op een inefficiënt en ineffectief proces wat leidt tot een lage productiviteit en een proces waar verbeteringen nodig zijn. In dit rapport wordt deze constatering onderbouwd met een uitgebreid onderzoek naar knelpunten en oplossingen. Hiermee wordt ook antwoord gegeven op onderstaande hoofdvraag.

**Waar in het calculatieproces bevinden zich de knelpunten en hoe kunnen deze worden verbeterd?**

De hoofdvraag is uitgezet in 6 deelvragen welke in de verschillende hoofdstukken zijn terug gekomen.

Om het onderzoek draagvlak te geven zijn de centrale begrippen toegelicht, is er literatuuronderzoek gedaan naar het calculatieproces en methoden ten behoeve van procesverbetering. Uit dit literatuuronderzoek komt naar voren dat er diverse manieren zijn om het calculatieproces te faseren. Hieruit is een onderbouwde keuze gemaakt en wordt het calculatieproces opgesplitst in drie fasen. Deze fasen zijn de initiatieffase, ontwerpfase en uitvoeringsfase.

Daarnaast is uit het literatuuronderzoek naar voren gekomen dat er meerdere methoden zijn om processen te verbeteren. De methoden zijn: Lean, Six Sigma en Total Productive Maintenance. Meerdere onderwerpen van deze methoden zijn opgesomd en beoordeeld of deze geschikt zijn voor dit onderzoek. Uit dit literatuuronderzoek is gekomen dat Six Sigma de beste methode is om het calculatieproces te verbeteren.

Na het creëren van draagvlak voor het onderzoek is er verder gegaan met het aanvullend onderzoek. Om te kunnen bepalen waar verbeteringen mogelijk zijn is er een huidige situatie opgezet van het calculatieproces bij JJB aan de hand van het Six sigma stroomdiagram. Het huidige calculatieproces is geanalyseerd op knelpunten en wenselijke veranderingen. De knelpunten zijn beoordeeld met een score volgens de FMEA-knelpuntenanalyse. Deze score geeft de prioriteit van het knelpunt aan. De scores geven weer dat de 3 invalshoeken niet dezelfde prioriteit bij knelpunten hebben. Dit zorgt voor een objectievere beoordeling van de huidige situatie.

Na het analyseren van het huidige calculatieproces is verder gegaan met het onderdeel verbeteren en handhaven. Voor ieder knelpunt zijn oplossingsrichtingen benoemd tijdens individuele gesprekken. Deze oplossingsrichtingen zijn met elkaar vergeleken en hieruit is een lijst met oplossingsrichtingen gekomen. Deze oplossingsrichtingen zijn beoordeeld met een score op de criteria tijd, geld, kwaliteit, organisatie en informatie. Ook deze scores geven weer dat de scores uit de 3 invalshoeken niet gelijk zijn en er bij sommige knelpunten meerdere oplossingsrichtingen van belang zijn.

Tenslotte is bij elke gekozen oplossingen een uitwerking bepaald. Deze uitwerking is in de vorm van een verbetering van een bestaand product, een mogelijk nieuw product en/of een processtap die toegevoegd wordt aan het nieuwe processchema welke is opgesteld en wordt weergegeven in bijlage 3.6. Om deze verbeteringen door te kunnen voeren is er een PDCA-cyclus opgezet welke is gericht op het nieuwe calculatieproces. Deze PDCA-cyclus wordt omschreven en weergegeven met de belangrijkste aandachtspunten.

Naast dat er antwoord gegeven is op de hoofdvraag, is de huidige en nieuwe situatie ook beoordeeld aan de hand van de FMEA-knelpuntenanalyse. In hoofdstuk 4 is de FMEA-knelpuntenanalyse uitgevoerd met de calculators in een groepsgesprek, met de manager planontwikkeling in een individueel gesprek en met het hoofd productie in een individueel gesprek. De uitwerking van deze beoordelingen wordt weergegeven in bijlage 2.6. Na afronding van het onderzoek is deze FMEA-knelpuntenanalyse nogmaals beoordeeld aan de hand van de drie gesprekken. Deze beoordeling wordt weergegeven in bijlage 3.7. In onderstaand figuur 23 worden de totaalscores genoemd met het verschil van verbetering.



Figuur 23 - Resultaat RPN-score

Bovenstaande score is ontstaan uit de FMEA-knelpuntenanalyse van de huidige situatie en de nieuwe situatie. Tussentijds in het onderzoek zijn er knelpunten afgebakend die in de huidige situatie wel zijn opgenomen. Voor deze knelpunten geldt dat de score uit de huidige situatie is aangehouden. Het verschil van score tussen de manager planontwikkeling en het hoofd productie is ontstaan omdat het hoofd productie geen inzicht heeft in alle knelpunten en hierdoor zes knelpunten niet beoordeeld heeft. Dit is in de huidige en nieuwe situatie aangehouden. De RPN-score geeft een indicatie welke verbetering er vanuit drie invalshoeken heeft plaats gevonden.

**Resultaat tot op heden**

Tijdens het onderzoek zijn enkele oplossingen al toegepast. Zo is er een processchema opgesteld welke inzichtelijk is voor de opdrachtgever. Dit processchema geeft in globale lijnen weer in welke fase welk type prijsvorming afgegeven kan worden. In samenspraak met JJPO is hier akkoord op gegeven en wordt dit vanaf heden toegepast.

Naast het processchema is er ook een nieuwe offertespiegel opgesteld. Deze offertespiegel is uitgebreid met een inkoopplanning en basistekst zodat het voor de afdeling calculatie en inkoop toegepast kan worden. De bevindingen zijn positief en het kost minder tijd om een offertespiegel op te stellen. Ook wordt er meer rekening gehouden met aspecten van beide afdelingen.

Het gedateerde basiscodebestand is geactualiseerd. Er is een selectie gemaakt uit het basiscodebestand waardoor het eenduidig is geworden. Basisbegrotingen op de afdeling calculatie zijn vanaf heden gecodeerd. Dit betekent dat niet alle regels van een project gecodeerd moeten worden maar nog gemiddeld 5% van de begrotingen. De bevindingen zijn positief en het levert enorm veel tijd op.

Als laatste zijn er nieuwe meetstaten opgesteld. Deze meetstaten zijn gebaseerd op een STABU-hoofdstuk. De meetstaten zijn gekoppeld aan de basisbegrotingen en gebaseerd op standaard formules die ten alle tijden voor een STABU-hoofdstuk van toepassing zijn. Dit zorgt voor minder rekenwerk omdat het grotendeels automatisch wordt uitgevoerd.

Dit alles leidt tot een gedegen onderzoek waarin een antwoord is gegeven op het verbeteren van het calculatieproces. Dit wordt weergegeven aan de hand van de beantwoordde vraagstellingen, een verbeterde RPN-score en tot op heden positieve bevindingen van de reeds in gebruik genomen producten.

## 6.2 Discussie

Dit onderzoek is uitgevoerd aan de hand van de Six Sigma methodiek. Deze methodiek heeft naast de goede resultaten ook invloed gehad op het onderzoek. Zo wordt er in de inleiding gesproken over het verhogen van de productiviteit. De Six Sigma methodiek geeft hier niet direct antwoord op terwijl de resultaten aantonen dat de productiviteit tot op heden toch gestegen zijn. De oorzaak hiervan is dat het onderzoek gebaseerd is op gesprekken met het onderzoeksteam en niet op verspillingen op basis van tijd. De verbeteringen die in dit onderzoek worden benoemd zorgen voor een efficiënter en effectiever calculatieproces wat na invoering kan leiden tot een hogere productiviteit.

In het theoretisch kader is het begrip calculatieproces onderzocht. Er worden in de literatuur verschillende calculatieprocessen benoemd. De uitkomst van dit literatuuronderzoek is een calculatieproces welke strookt met de verwachtingen. Het opsplitsen van het calculatieproces biedt voor de afdeling calculatie voordelen. Dit wordt erkent in het veldonderzoek waar een duidelijk onderscheidt gemaakt wordt in het gebruik van ramingen, elementen en detailbegrotingen.

Naast de Six Sigma methodiek is er gekozen om dit onderzoek uit te voeren bij de afdeling calculatie van JJB. Omdat de afdeling calculatie op dit moment uit drie calculators bestaat is het geen breed maar wel een diepgaand onderzoek. Naast de afdeling calculatie is er ook voor gekozen om de manager planontwikkeling (input) en hoofd productie bij dit onderzoek te betrekken. In het onderzoek komt bij de analyse van de knelpunten naar voren dat het moeilijk is om het onderzoek op deze wijze nog breder uit te voeren. De oorzaak hiervan is dat er voor gekozen is de knelpunten te identificeren aan de hand van het huidige calculatieproces van JJB. Het onderzoek had uitgebreid kunnen worden door knelpunten op te nemen vanuit betrokken partijen van het calculatieproces zoals opdrachtgevers, onderaannemers en kostendeskundigen.

De beoordeling van het onderzoeksteam wordt weergegeven aan de hand van de RPN-score. Deze score is een indicator voor de prioritering van de knelpunten en oplossingsrichtingen. In het onderzoek is ervoor gekozen om individuele gesprekken te houden voor het verzamelen van gegevens. Groepsgesprekken zijn gehouden voor de beoordeling van de gegevens. Zodoende is een onderlinge discussie gecreëerd tussen de calculators om tot een juiste score per knelpunt te komen. De RPN-score is door zijn indicatie een subjectieve benadering. Toch geven alle drie de invalshoeken weer dat de totale RPN-score een verbetering plaats vindt van +/- 54 procent. De belangen per knelpunt zijn voor de drie invalshoeken verschillende maar de totale verbetering komt neer op eenzelfde percentage.

**Vervolgonderzoek**

Aan de hand van bovenstaande discussie wordt advies gegeven om vervolgonderzoek uit te voeren.

Een soortgelijk vervolgonderzoek met als doelstelling het calculatieproces verbeteren op basis van het aspect tijd. Een objectieve benadering van de doorlooptijd toevoegen aan de huidige situatie.

Een uitgebreider onderzoek met soortgelijke methode. Het onderzoek uitbreiden met beoordelingen van externe partijen zoals opdrachtgever, onderaannemer en kostendeskundigen. Niet alleen het calculatieproces als huidige situatie hanteren maar ook bevindingen van externe partijen.

## 6.3 Aanbevelingen

**Implementatie**

Het meest belangrijke na de afronding van dit onderzoek is dat de verbeterpunten worden doorgevoerd. Dit onderzoek heeft geresulteerd tot meerdere nieuwe producten en een nieuw processchema. Het is daarom belangrijk dat er een degelijke implementatie plaats vindt. Bij deze implementatie is het van belang dat er een overzicht wordt gemaakt van de in te voeren producten. Bij dit overzicht moet komen te staan hoeveel tijd het kost om producten op te stellen, actueel te houden en wie er voor verantwoordelijk is.

Bij het processchema is het van belang dat er voldoende aandacht aan wordt besteed door alle betrokken partijen. Daarnaast dienen ook externe partijen op de hoogte te zijn van het nieuwe processchema zodat er geen miscommunicatie door kan ontstaan. Het processchema wordt ingevoerd wanneer de producten gereed zijn en dient vanaf dat moment bewaakt te worden. Deze bewaking moet door een werknemer van de afdeling calculatie uitgevoerd worden om er sturing aan te kunnen geven.

**Inkoopstrategie**

Afdeling inkoop is in dit onderzoek niet meegenomen. Op dit moment zijn er te veel onduidelijkheden over de huidige strategie. Vragen als “Wie neemt welke taken op zich?” of “Wie is verantwoordelijk voor het actualiseren” zijn tot op heden niet beantwoordt. Er wordt te weinig gecommuniceerd over dit onderwerp waardoor er niet doorgepakt wordt. Zonder overleg worden ook de verkeerde beslissingen gemaakt wat leidt tot negatieve cijfers en frustratie voor beide partijen.

Het is belangrijk dat een persoon de verantwoordelijk krijgt en in samenspraak met de directie een visie uitreikt zodat het hele bedrijf achter de keuzes staat die gemaakt gaan worden. Er dient een onderzoek gehouden te worden waarin de onderaannemers waarmee gewerkt wordt, worden beoordeeld op diverse criteria die JJB belangrijk vindt. Reeds uitgevoerde projecten kunnen geëvalueerd worden en op basis daarvan kunnen ketenpartners geselecteerd worden.

**Randvoorwaarden ToPlan Concept niet eenduidig**

In 2014 is er door JJB een ToPlan concept ontwikkeld welke invulling geeft aan de seriematige woningbouw. De technische omschrijving is ook in 2014 tot stand gekomen. Door de tijd heen zijn er veel onderdelen veranderd van het ToPlan concept. Dit heeft te maken met kwaliteit, tijd en geld. Echter wordt er niet snel genoeg op geacteerd waardoor er geen beslissingen genomen kunnen worden. Dit resulteert in negatieve cijfers en dubbele werkzaamheden.

Het huidige ToPlan concept dient geanalyseerd te worden. Na het bouwen van +/- 600 woningen kan dit geëvalueerd worden. De resultaten van deze evaluatie dienen terugkoppelen naar de desbetreffende afdelingen en tijd inplannen om deze zaken op te pakken en verbeteren. Duidelijke en onderbouwde keuze maken is van groot belang. Ook actualiteit en een inkoopstrategie spelen hierbij een rol.

**Capaciteit op de afdeling calculatie**

In dit onderzoek is naar voren gekomen dat er te weinig tijd is om alle werkzaamheden uit te voeren. Voor het doorvoeren van de verbeteringen in dit onderzoek is daarom ook geen tijd. Er dient overwogen te worden om enkele projecten niet aan te nemen om tijd te krijgen voor een juiste basis op de afdeling calculatie. Tijdelijke externe krachten inhuren die zorgen voor minder werkdruk, is een mogelijkheid om aan een goede basis te kunnen werken. Ook hier geldt dat het op het begin investeren is maar uiteindelijk voordelig uitpakt.

# Nawoord / Reflectie

*Alvorens er gestart werd met de afstudeerperiode ben ik opzoek gegaan naar een onderwerp voor mijn afstudeerperiode. Tijdens mijn loopbaan bij Janssen de Jong Bouw Zuid B.V. ben ik werkzaam op de afdeling calculatie. Vanaf het begin zag ik dat er op de afdeling verbeteringen mogelijk zijn. Dit werd bevestigd door een analyse die door Janssen de Jong Bouw Zuid B.V. is afgelegd. Deze constateringen hebben ertoe geleid dat mijn afstudeeronderzoek het onderwerp procesverbetering heeft gekregen gericht op de afdeling calculatie.*

**Inhoudelijk**

Het afstudeeronderzoek is gestart met het schrijven van de inleiding. Dit vond ik zelf het moeilijkste hoofdstuk om vorm te geven. Omdat ik aan het begin van de periode veel heb willen onderzoeken kreeg ik geen concrete inleiding geschreven en heb ik het meerdere malen moeten aanpassen. Wat ik hiervan geleerd heb, is aan het begin van de afstudeerperiode goed in kaart brengen wat je wil onderzoeken en dit uiteenzetten in een mindmap. Dan is er ook een mogelijkheid om sommige onderdelen door te strepen en niet mee te nemen in het onderzoek en is het mogelijk om een goede probleem-, doel-, en vraagstelling te formuleren.

Naderhand ben ik gestart met het invullen van het theoretisch kader. In het begin was het voor mij niet duidelijk wat er van mij verwacht werd en omschreven moest worden in het theoretisch kader. Na het bestuderen van vele boeken, artikelen en websites lukte het niet om hier invulling aan te geven. Naderhand zijn er enkele deelvragen toegevoegd aan de inleiding die omschreven moesten worden in het theoretisch kader. Wat ik hiervan geleerd heb, is om het onderwerp duidelijk in beeld te brengen en in het theoretisch kader een onderzoek te houden welke informatie de literatuur op dit moment biedt.

Het praktijkonderzoek is goed verlopen. Dit mede dankzij een goede voorbereiding. Tijdens gesprekken met collega’s moest er soms bijgestuurd worden in de onderdelen die ik had voorbereid maar deze zijn uiteindelijk goed afgerond. Dit is voor mij een goede input geweest. Het toepassen van diverse modellen ging ook goed omdat ik aan de voorzijde goed onderzocht heb hoe de modellen zijn opgezet en moeten worden toegepast. Wat ik van dit praktijkonderzoek geleerd heb, is door goede voorbereidingen te treffen en modellen eigen te maken gesprekken goed verlopen.

Uiteindelijk heb ik een conclusie geschreven van het onderzoek. Tijdens het schrijven van de conclusie ben ik erachter gekomen dat er te weinig samenhang zit in de scriptie en heb ik begrippen als effectiviteit en efficiëntie meerdere malen terug laten komen in de conclusie van de onderzoeken. Dit was voor mij een leermoment omdat ik het idee had dat ik geen antwoord gaf op de hoofdvraag.

**Samenwerking**

Het afstudeeronderzoek is gestart met het houden van afstudeerateliers door Avans Hogeschool. Deze afstudeerateliers werden gehouden met 5 medestudenten. Het is fijn om scripties van medestudenten te bekijken en erover te discussiëren. Mijn mening is wel dat als je na drie jaar lang met medestudenten in de klas hebt gezeten, het mogelijk is om die afspraak even goed onderling te maken. Ik haal namelijk meer informatie/kennis uit de individuele gesprekken met de afstudeerbegeleiders.

De begeleiding bij Janssen de Jong Bouw Zuid B.V. is mij goed bevallen. Door enkele functiewijzigingen heb ik tussentijds andere begeleiders toegewezen gekregen. Deze begeleiders hebben destijds ook een hbo-studie gevolgd en hebben mij goed kunnen helpen met het schrijven van de scriptie.

Met deze scriptie ligt er een goede basis voor tal van verbeteringen die er op de afdeling calculatie doorgevoerd kunnen worden. Tevens sluit het goed aan bij de ontwikkelingen die Janssen de Jong Bouw Zuid B.V. de komende jaren nog gaat doormaken.

# Bibliografie

Draijer, H. (2016). *FMEA.* Opgehaald van Hadrion: www.hadrion.nl/fmea

Duin, M. v. (2004). *Jellema, Contracteren.* Utrecht: ThiemeMeulenhoff.

Eden, J. v. (2013, Oktober). *introductie*. Opgehaald van Proces verbeteren: http://www.procesverbeteren.nl/introductie\_ext.php

Faber, M. (1993). *Een onderzoeksplan schrijven.* Bussum: Coutinho.

Gort, R. (2015). *LEAN vertaald naar projecten.* LEAN vertaald.

Gygi, C., DeCarlo, N., & Williams, B. (2007). *Lean Six Sigma voor Dummies.* BBNC uitgevers.

Herpen, P. v. (2009). *Efficient en optimaal werken? Dat kan!* 's-Hertogenbosch: Patricia van Herpen.

Houx, M. (2010). *Procesverbetering binnen Janssen de Jong Bouw Venlo.* Belfeld: Mark Houx.

Janssen de Jong Bouw Zuid. (2016, juni). *ons DNA*. Opgehaald van Janssen de Jong Bouw Zuid: http://www.janssendejongbouw.nl/ons-dna/

Janssen de Jong Bouw Zuid bv. (2016, Januari). *Expertise - Toplan woning*. Opgehaald van Janssen de Jong Bouw: http://www.janssendejongbouw.nl/expertises/toplan-woning/

Janssen de Jong Groep. (2016, juni). *Wie zijn wij?* Opgehaald van Janssen de Jong Groep: http://www.jajo.com/nl/over-ons

Kierkels, B. (2015). *Partnerselectie ketensamenwerking voor ontwikkelende aannemers.* Eindhoven: Bart Kierkels.

Lean Six Sigma. (2016). *Woordenboek*. Opgehaald van Six Sigma: http://www.sixsigma.nl/woordenboek/procesverbetering

Mulders, M. (2014). *111 Managementmodellen.* Groningen: Noordhoff Uitgevers.

Nieuwenhuis. (2010). *123management*. Opgehaald van 123management: Een organisatiestructuur is opgebouwd uit drie substructuren:

Normalisatie-instituut, N. (2013). *NEN2699 investerings- en exploitatiekosten van onroerende zaken - Begripsomschrijvingen en indeling.* Delft: Nederlands Normalisatie-instituut.

Sigma, L. S. (2016). *wat is LEAN*. Opgehaald van sixsigma: http://www.sixsigma.nl/wat-is-lean

Tillema, K. (2002). *Technieken voor procesverbetering.* Deventer: Kluwer.

Tolsma, J., & Wit, D. d. (2005). *Effectief procesmanagement.* Delft: Uitgeverij Eburon.

Woude, D. v. (2003). *Kostenbeheersing in de bouw.* Waltman uitgever.