

MASTER

Methode voor het beheersen van de documentenstromen voor de coördinatie van uitvoeringsactiviteiten

Roffel, A.F.

Award date:
2016

[Link to publication](#)

Disclaimer

This document contains a student thesis (bachelor's or master's), as authored by a student at Eindhoven University of Technology. Student theses are made available in the TU/e repository upon obtaining the required degree. The grade received is not published on the document as presented in the repository. The required complexity or quality of research of student theses may vary by program, and the required minimum study period may vary in duration.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain

Methode voor het beheersen van de documentenstromen voor de coördinatie van uitvoeringsactiviteiten

Definitief – 14 september 2016

Eindrapport



Begeleidingsscommissie	
prof. dr. ir. T.A.M. Salet	TU/e
dr.ir. E.W. Vastert	TU/e
ing. C.M. de Bruijn	TU/e
ir. G. van Aperen	BESIX
ir. T. Zandbergen	BESIX

Student	
Arnout Roffel	0754516

Vak

7RR37 – Afstudeerproject Construction Technology

Auteur

A.F. Roffel
ID-nummer 0754516
Edenstraat 10A
5615GA Eindhoven
06-12808905
a.f.roffel@student.tue.nl

Opleiding

Architecture, Building and Planning
Construction Technology

Technische Universiteit Eindhoven
Den Dolech 2
5600 MB Eindhoven, Nederland

Gastbedrijf

Besix Nederland Branch
Projectlocatie OV Terminal Station Utrecht
Mineurslaan 15 Utrecht

Begeleidingscommissie

prof. dr. ir. T.A.M. Salet	Hoogleraar, leerstoel Material related Structural Design - Concrete Structures, faculteit Bouwkunde, TU/e
dr. ir. E.W.Vastert	Universitair docent vakgroep Uitvoeringstechniek, faculteit Bouwkunde, TU/e
ing. C.M. de Bruijn	Universitair docent vakgroep Uitvoeringstechniek, faculteit Bouwkunde, TU/e
ir. G. van Aperen	bedrijfsbegeleider BESIX Nederland – projectleider ruwbouw OVT, Besix Nederland Branch
ir. T. Zandbergen	medebegeleidster BESIX Nederland – documentenbeheerster OVT, Besix Nederland Branch

Datum

Definitief – 14 september 2016

Dit rapport is het verslag van een eindstudie die is gedaan voor het doctoraal examen van de Masteropleiding Architecture, Building and Planning. Het rapport heeft daarbij mede gediend als toetssteen voor de beoordeling van de studieprestatie. In het rapport voorkomende conclusies, resultaten, berekeningen en dergelijke kunnen verder onderzoek vereisen alvorens voor extern gebruik geschikt te zijn. Wij beschouwen dit rapport daarom als een intern rapport dat niet zonder onze toestemming voor externe doeleinden mag worden gebruikt.

Master of Science opleiding 'Architecture, Building and Planning'

Master track Construction Technology/Building Technology

Faculteit Bouwkunde

Technische Universiteit Eindhoven

Samenvatting

De aanleiding voor dit rapport is het afstudeerwerk van de specialisatie 'Construction Technology' aan de faculteit Bouwkunde van de Technische Universiteit Eindhoven. Het doel van dit eindrapport is het beschrijven van het gehele afstudeerwerk met de onderzoeksresultaten en uitwerking van deze resultaten tot een ontwerp.

Een observatie en analyse is uitgevoerd op de projectlocatie OV Terminal Utrecht bij het gastbedrijf Besix. Dit traject richt zich op de voorbereidende werkzaamheden welke benodigd zijn voorafgaand aan de uitvoering, de engineeringfase. Om het uitvoeringsproces ongestoord en beheerst te kunnen laten verlopen, dat wil zeggen, zonder onnodige kosten of vertragingen en met voldoende informatie, dient het uitvoeringsproces vooraf te kunnen worden gecoördineerd. Hiervoor zijn diverse documenten nodig, zodat de werkzaamheden binnen de werkvoorbereiding voorafgaand aan de uitvoering kunnen worden gepland en op elkaar afgestemd kunnen worden.

Het proces van verstrekking, opstellen, goedkeuring en controle van deze documenten verloopt verstoord doordat de goedkeuring van documenten voor productie en uitvoering vertraging oploopt en doordat er wijzigingen in de documenten worden doorgevoerd. Dit verstoorde proces van gegevensfasering van documenten leidt ertoe dat men te laat kan bijsturen in de voorbereiding. Dit uit zich in tijdsvertraging, conflicten in de uitvoering, verhoogde kosten en fouten.

Om meer duidelijkheid te kunnen verkrijgen over het proces van documentenbeheersing en de gevolgen in tijd en kosten van vertraging of wijziging van de documenten, is voor dit afstudeerwerk de onderstaande doelstelling opgesteld:

“Het ontwikkelen van een methode waarmee de gevolgen, uitgedrukt in tijd en kosten, van vertragingen en wijzigingen binnen de gegevensfasering van documenten tijdens de afstemming van de voorbereiding (engineeringfase) van bouwfase A duidelijk kunnen worden gemaakt, om zodoende de coördinatie van de uitvoeringsactiviteiten op basis van de beschikbare documenten tijdig te kunnen beheersen en het ad hoc bijsturen van de uitvoering te voorkomen, zodat mogelijke conflicten in de uitvoering met bijbehorende fouten en herstelkosten welke veroorzaakt worden door deze specifieke vertragingen en wijzigingen worden vermeden.”

Hoofdstuk 2 beschrijft de resultaten van het onderzoek, startend met een beschrijving van de uitvoeringsactiviteiten, de documenten en de wijze van documentenbeheer die bij de OVT van toepassing is. Er wordt afgesloten met een beschrijving van de mogelijkheden om de vertraging van bouwactiviteiten en de gegevensfasering van deze documenten te visualiseren. Hierbij wordt ingegaan op de vertraging in tijd en de samenhangende kosten en de koppeling tussen de gegevensfasering van de documenten en de bouwplanning.

De onderzoeksresultaten vormen de invoer voor de methode, welke wordt gevisualiseerd in een hulpmiddel. Deze resultaten vormen daarbij de basis voor de verwerking en uitvoer van de methode.

Voor de ontwikkeling van het hulpmiddel is in hoofdstuk 3 een Programma van Eisen vastgelegd aan welke eisen en wensen deze moet of kan voldoen. De functionele eisen zijn dat het hulpmiddel de gevolgen van vertraging van documenten en de voortgang van deze documenten duidelijk kan maken. Deze eisen komen voort uit zowel de doelstelling als de onderzoeksresultaten. In dit hoofdstuk wordt ook verantwoord op welke manier de gevolgen in tijd en kosten van de vertraging van documenten kunnen worden gevisualiseerd in het ontwerp.

Het ontwerp van het hulpmiddel is verder uitgewerkt in een Programmastructuur met modules, waarmee van invoer via verwerking de uitvoer kan worden gevisualiseerd. In een drietal stroomschema's zijn de stappen in dit proces gedetailleerd vastgelegd. Deze Programmastructuur en stroomschema's zijn terug te vinden in hoofdstuk 4.

Ten slotte wordt in hoofdstuk 5 afgesloten met de toetsing van het ontwerp aan het Programma van Eisen. Hierbij is aan de hand van de Programmastructuur, de stroomschema's en de uitwerking van het ontwerp aangetoond dat de gevolgen van vertraging van documenten en de voortgang van de documenten duidelijk gemaakt kunnen worden. Met deze informatie kan het interne proces van documentenbeheersing ongestoord en beheerst verlopen. Tevens is aannemelijk gemaakt dat de uitwerking en gebruik van de methode van het hulpmiddel zowel financieel als technisch haalbaar is. De doelstelling voor het ontwikkelen van de methode is daarmee behaald.

Wel zou een proef van de methode met een geprogrammeerde uitwerking bij een vergelijkbaar project nodig zijn om het hulpmiddel verder te ontwikkelen en de werking te valideren. Voor deze toetsing is contact gelegd met een software ontwikkelaar welke ervaring heeft met dergelijke programma's.

De vernieuwing van de methode is dat er een koppeling wordt gemaakt tussen de gegevensfasering van de documenten en de uitvoeringsplanning. Hierdoor kan de gegevensfasering van de documenten worden gevolgd/bewaakt en kan er bij vertraging of wijziging duidelijk worden gemaakt welke gevolgen in tijd dat heeft voor de verdere gegevensfasering of uitvoering. Ook kan er een inschatting worden gemaakt van de kosten die de vertraging met zich meebrengt. De uitgewerkte methode kan daarbij onafhankelijk van de bouwfases worden toegepast.

Summary

The cause for this report is the graduation project of the specialization Construction Technology, part of the Faculty Architecture, Building and Planning of the Eindhoven University of Technology. The goal of this report is to describe the graduation project with the research results which are specified in a design.

An observation and analysis is being conducted on the project location OV Terminal Utrecht (the railway station) in collaboration with guest company Besix. The main focus are the activities needed for preparing the execution phase, i.e. the engineering phase. In order to manage the execution process without disruptions, without excessive costs or delay, there should be the possibility to organize the execution phase properly. Several documents are needed, in order to plan and synchronize the activities in the engineering phase, in preparation of the execution phase.

The process of providing, draft, validation and checking of these documents is being disrupted, because the validation of these documents for production and execution are delayed, and because changes in these documents are being made. This disrupted process of phasing of the data of documents leads to a delayed possibility to take measures in the engineering phase. The effects are time delay, conflicts in the execution phase, out-of-budget costs and errors.

The following graduation objective has been set to gain more clarity in the process of document management and the effects in time and costs of delay or changes of the documents:

“To develop a method, which can clarify and show the effects, described in time and costs, of delay and changes in the phasing of the data of documents, during the engineering phase of building phase A,

so the coordination of the building activities, based upon the available documents, can be controlled in time and will prevent ad hoc measures in the execution phase,

and therefore will prevent possible conflicts, plus the related mistakes and costs for restauration, in the execution phase caused by the delay and changes.”

Chapter 2 describes the results of the research, starting with a description of the building activities, documents and the method of handling the document as it is applied in the OVT project. The chapter concludes with a description of possibilities for visualizing delay of building activities and the phasing of the data of these document. Specific the delay in time and related costs, the link between the phasing of the data of the documents and the building schedule are handled. These research results are used as input method, which is been visualized in a tool. The process and output of the method are based upon the research results.

The Design brief in chapter 3 prescribes the requirements which should or may be met, when developing the tool. Functional requirements of the tool are visualizing the effect of document delay and monitoring these documents. These requirements are based on the research objective and research results. The method for visualizing the time and coherent cost effects of the delay of documents are justified.

The design of the tool is further specified in a Program structure, which describes how the input can be processed to visualize the output. Three flowcharts describes these steps in further detail in chapter 4.

Chapter 5 concludes with the validation of the Design according to the Design brief. This chapter shows proof, according to the Program structure, the flowcharts and the visualization of the design, that the effects of delay of the documents and the progress of these documents can be clarified. Using this information, the internal process of document management can be handled without disruptions. Also, it is made assumable, that the design and use of the method of the tool is financially and technically feasible. So, the graduation objective for developing the method is being met. On a side note, for further development and validation of the tool a pilot project with a programmed tool should be performed. For the validation of the tool a software development company has been contacted.

The innovation of the method is the link between the phasing of data of the documents and the execution schedule. Therefore, the phasing of the data of the documents can be monitored and , in case of delay or changes, the effect in time can be clarified. Also, it is possibly to make a estimate of the costs of the delay. The designed method can be applied independent of the building phases.

Inhoud

Samenvatting	5
Summary	7
Inhoud	9
Voorwoord	11
1. Inleiding.....	12
1.1. Inleiding bouwproject OVT Utrecht	12
1.2. Aanleiding	14
1.3. Verkenning van probleem.....	16
1.4. Maatschappelijke relevantie en wetenschappelijke waarde.....	21
1.5. Afbakening naar Probleemstelling.....	23
1.6. Doelstelling	29
1.7. Leeswijzer.....	31
2. Onderzoeksresultaten.....	33
2.1. Uitvoeringsactiviteiten in Bouwfase A.....	33
2.2. Documentenbeheer bouwfase A	38
2.3. Weergave van activiteiten in de tijd	41
2.4. Vertragen en versnellen.....	44
3. Ontwerp	56
3.1. Doelstelling voor ontwerp	56
3.2. Functionele en overige eisen/wensen in Programma van Eisen	58
3.3. Verantwoording van Programma van Eisen naar Ontwerp	64
3.3.1. Verantwoording visualisatie Ontwerp	68
4. Uitwerking methode naar visualisatie als hulpmiddel.....	75
4.1. Programmastructuur hulpmiddel	75
4.2. Beschrijving stroomschema's programmastructuur.....	80
4.3. Beschrijving werkwijze verwerking van invoer naar uitvoer	84
5. Evaluatie.....	90
5.1. Aanpak toetsing	90
5.2. Toetsen van uitwerking hulpmiddel aan Programma van Eisen.....	90

5.3. Terugkoppeling naar probleemstelling/doelstelling.....	95
5.4. Aanbevelingen	98
Literatuurlijst.....	100

Bijlagen

Bijlage A. SADT schema van bestaande proces	
Bijlage B. Voorbeeld bouwplanning MS Project	
Bijlage C. Voorbeeld Documenten- en Beslissingenschema	
Bijlage D. Voorbeeld documentenlijst SDMS	
Bijlage E. Voorbeeld documentenlijst Excel als uitvoer van SDMS	
Bijlage F. Oorzaken van vertraging	
Bijlage G. Maatregelen om activiteiten te kunnen versnellen	
Bijlage H. Beoordeling visualisatiemogelijkheden planning	
Bijlage I. SADT schema	
Bijlage J. BPMN schema's van processtappen	
Bijlage K. Stroomschema's werkwijze verwerking met voorbeelden	
Bijlage L. Powerpointsheets als visualisatie van hulpmiddel	
Bijlage M. Tijdsonderbouwing vergelijking bestaande en nieuwe proces	

Voorwoord

Dit eindrapport is opgesteld als afsluitend onderdeel van het afstudeertraject bij de masterstudie 'Architecture, Building and Planning' met als afstudeerrichting Uitvoeringstechniek aan de Technische Universiteit Eindhoven.

Het afstudeerproject is uitgevoerd bij het gastbedrijf Besix Nederland. Ik wil graag mijn dank uitspreken aan ir. Gert van Aperen, projectleider ruwbouw en bedrijfsbegeleider, en ir. Tess Zandbergen, documentenbeheerster, voor het bieden van de mogelijkheid van het afstuderen bij OVT Utrecht en de ondersteuning die zij geboden hebben bij het afstudeerwerk.

Daarnaast wil ik graag dr. ir. Eric Vastert en ing. Cor de Bruijn, docenten aan de vakgroep Uitvoeringstechniek aan de TU Eindhoven, bedanken voor de input, feedback en begeleiding vanuit de Technische Universiteit Eindhoven.

Voor de toetsing van het de uitwerking van de methode als hulpmiddel heb ik veel gehad aan de feedback van software-ontwikkelaar van Meijel. In het bijzonder wil ik mijn dank uitspreken aan Theo van Meijel voor zijn input.

Ten slotte wil ik mijn dank uitspreken aan de medewerkers van Besix voor hun bijdrage aan het afstudeerwerk.

Zoals elk bij elk bouwproject kunnen er zich omstandigheden voordoen, die vooraf nog niet waren voorzien. Op dezelfde manier heb ik dat ondervonden bij de uitvoering van het afstudeerproject. Door persoonlijke omstandigheden heeft dit mij veel tijd en inspanning gekost, maar uiteindelijk heb ik mede dankzij de steun van mijn omgeving dit kunnen overwinnen. Daarvoor wil ik iedereen bedanken voor hun ondersteuning, begeleiding en begrip. Door deze ervaringen heb ik niet alleen de eindstreep van het afstudeertraject zien naderen, maar heb ik aan mezelf kunnen bouwen, en kan dit rapport als de oplevering van dit geheel worden beschouwd.

Arnout Roffel
masterstudent Uitvoeringstechniek
Technische Universiteit Eindhoven
Eindhoven, september 2016

1. Inleiding

Dit hoofdstuk vormt de inleiding van het eindrapport. Na een beschrijving van het bouwproject OVT Utrecht en de aanleiding voor het afstudeerwerk wordt het gevonden probleem in paragraaf 1.3 omschreven. In paragraaf 1.5 wordt deze verkenning van het probleem verder afgebakend tot de probleemstelling. Op basis van de probleemstelling is in hoofdstuk 1.6 een doelstelling opgesteld, waarin een doel wordt gesteld om het bij het onderzoekstraject geconstateerde probleem op te lossen. De leeswijzer in hoofdstuk 1.7 beschrijft vervolgens hoe in dit rapport de doelstelling is uitgewerkt.

1.1. Inleiding bouwproject OVT Utrecht

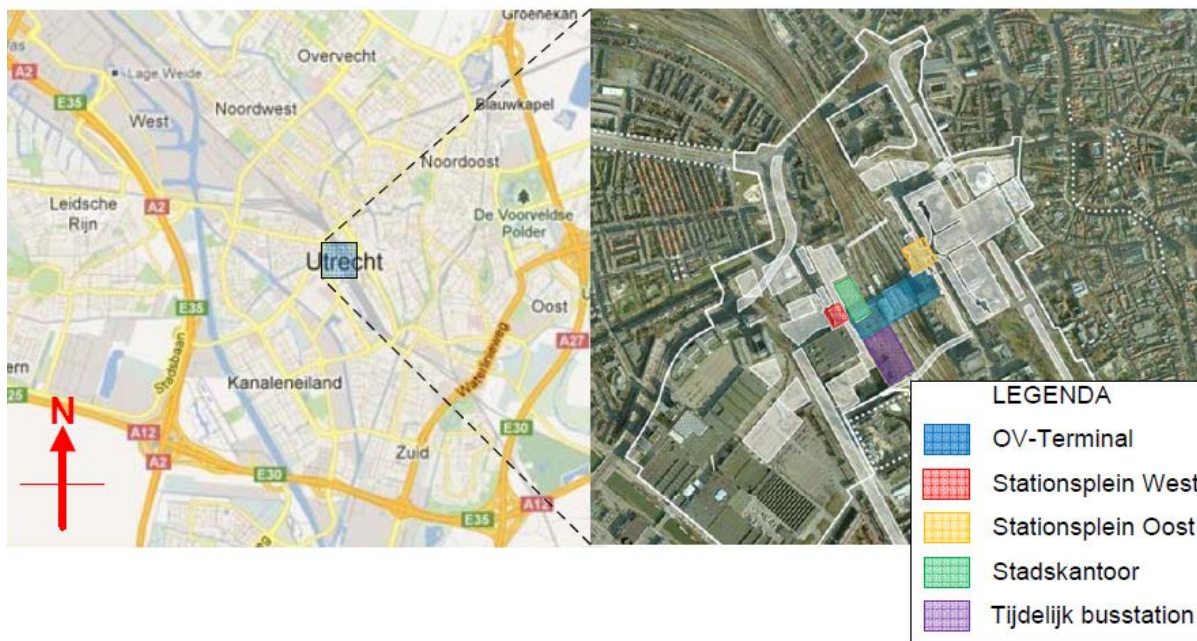
Het jaarlijks aantal reizigers dat van *Station Utrecht Centraal* gebruik maakt zal naar verwachting in de komende 20 jaar van 50 miljoen tot bijna 100 miljoen uitgroeien. Het aantal te verwerken reizigers per dag groeit dan van 210.000 naar 360.000. Omdat het huidige gebouw onvoldoende capaciteit heeft voor die hoeveelheid reizigers zal het stationsgebouw worden vernieuwd en uitgebreid worden zodat het trein-, tram- en busvervoer verwerkt kan worden. In opdracht van *ProRail* voert *Besix* diverse sloopwerkzaamheden, spoorwerkzaamheden, aanpassingen aan de ruwbouw van het bestaande station en de nieuwbouwwerkzaamheden van de nieuwe stationshal inclusief commerciële ruimten uit.

De werkzaamheden van de nieuwe *OV-terminal* zijn gestart in het najaar van 2010 en zullen naar verwachting tot en met eind 2016 duren.



Afbeelding 1 Visualisatie nieuwe OV Terminal te Utrecht (Bron: *Movares*)

De OV Terminal wordt uitgevoerd nabij het centrumgebied van de stad Utrecht, in een omgeving waar veel bouwactiviteiten plaatsvinden, zie Afbeelding 2. Deze bouwprojecten zijn onderdeel van CU2030, het Masterplan van de gemeente Utrecht waarin de visie en ambitie voor het (her)ontwikkelen van het Stationsgebied is vastgelegd. Een doelstelling die in het Masterplan is vastgelegd is de ontwikkeling van een nieuw levendig centrum van Utrecht door van het Stationsgebied en de historische binnenstad één geheel te maken.



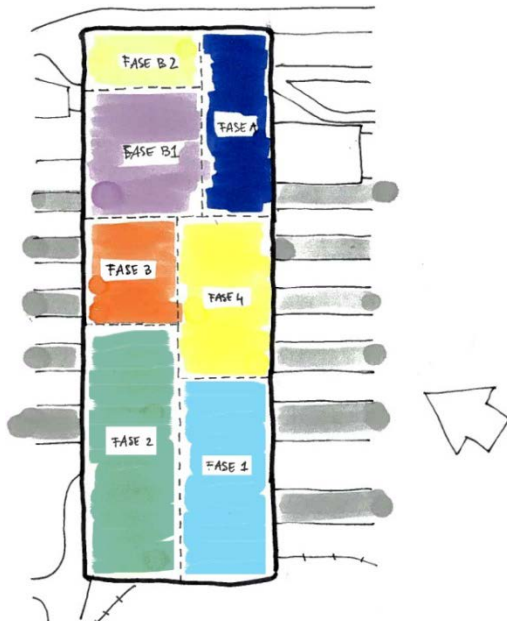
Afbeelding 2 Situatie omgeving OV Terminal

Achtergrond bouwfasering

De OV Terminal Utrecht wordt in zes fases opgebouwd, genummerd 1, 2, 3, 4, A en B, zie Afbeelding 3. Deze fasering is afgestemd op het behouden van een veilig en comfortabel reizigersgebied en zorgt ervoor dat er nog voldoende doorstroomcapaciteit behouden blijft. Ten aanzien van werkzaamheden in of nabij het reizigersgebied dient rekening te worden gehouden met aanvullende regels en omstandigheden, wat voor beperkingen kan zorgen.

Voor dit project geldt dat er op elk perron altijd één vaste trap, één roltrap en één lift beschikbaar moet zijn. Daarnaast dienen er voorzorgsmaatregelen te worden genomen voor het hijsen van materialen in de buurt van het reizigersgebied en bij bovenleidingen van de treinen.

De uitvoering van werkzaamheden zal starten in bouwfase 1, waarmee de stationshal aan de zuidwestzijde richting het Beatrixtheater wordt uitgebreid. Tegelijkertijd wordt aan de zuidoostzijde bouwfase A uitgevoerd. Vervolgens zullen bouwfase 2 en B worden uitgevoerd, welke bestaan uit de sloop van de Jaarbeurstraverse en verdere verbouwing en uitbreiding van de stationshal. Hierna zullen de verbouwingen in fase 3 en 4 worden uitgevoerd, waarmee de nieuwbouw aan de west- en oostzijde (bouwfase 1/2 en bouwfase A/B) als één geheel aan elkaar wordt verbonden. Er dient tijdens de bouwactiviteiten rekening te worden gehouden met de buitendienststelling van perrons en Trein Vrije Perioden, waarbij de veiligheidsaspecten en voorschriften voor bouwen bij het spoor in acht dienen te worden genomen.



Afbeelding 3 Fasering OV Terminal

Tijdens het afstudeerproject is een observatie en analyse uitgevoerd gericht op bouwfase 1. De verdere uitwerking van een hulpmiddel, als mogelijke visualisatie van de methode welke in de doelstelling wordt omschreven, heeft betrekking op bouwfase A.

1.2.Aanleiding

Alle ondernemingen zijn in beginsel gericht op het garanderen van de continuïteit en het behalen van winst. Als gevolg van de huidige economische crisis worden ook bouwondernemingen gedwongen om kritisch naar de eigen bedrijfsprocessen te kijken. Aan de ene zijde komt de winstgevendheid onder druk te staan doordat de huidige bouwproductie krimpt en met als gevolg dat de omzet daalt. Er wordt bij aanbestedingen met kleine winstpercentages scherp ingeschreven, soms zelfs onder de kostprijs, met als doel de continuïteit op de langere termijn te waarborgen door het hebben en behouden van een gevulde orderportefeuille.

Naast deze ontwikkeling is er een focus op het beperken van faalkosten, de kosten die onnodig ten behoeve van het eindproduct worden gemaakt. Deze kosten kunnen onder andere worden veroorzaakt door het inefficiënt verlopen van het bouwproces, het niet voldoen aan de gestelde kwaliteitseisen of het feit dat er herstel of vervanging nodig is. Naast het gebruikelijke project- en procesmanagement worden er nieuwere methoden en technieken ingezet om het bouwproces te beheersen. Zo wordt BIM gebruikt om een integrale samenwerking en informatieverstrekking mogelijk te maken en worden productieprocessen "Lean" ingericht om fouten en verspilling weg te nemen.

Motivatie keuze van het afstudeeronderwerp

Tijdens de opleiding Bouwkunde aan de Hanzehogeschool Groningen ben ik mij gaan verdiepen in de proces- en projectgerichte kant van het bouwproces, waarbij ik mij door middel van stages en afstudeerprojecten heb gericht op het (uitvoerings)technische aspect. Na het afstuderen heb ik voor de master Uitvoeringstechniek gekozen, om mij hierin verder te kunnen verdiepen. Ik heb me hierbij gericht op verschillende activiteiten waarbij zowel de organisatorische als technische aspecten aan bod zijn gekomen. Tijdens het projectvak 'Innovatie op locatie' heb ik in groepsverband een

oplossing gepresenteerd voor een uitvoeringstechnisch probleem bij de OV Terminal in Utrecht. Hierbij is een oplossing bedacht voor het monteren van de staalconstructie in bouwfase 2, waarbij de dakconstructie gedeeltelijk onder de overkraging van het naastgelegen Stadskantoor Utrecht ligt. Tijdens deze projectweek heb ik gezien dat het bouwproject OVT Utrecht veel complexe kenmerken en omstandigheden kent. Dit bleek onder andere uit de aard van de werkzaamheden, de beperkende omstandigheden rondom het spoor en de bouwfaserings. Mijn interesse was hierbij gewekt, en toen daarbij de mogelijkheid zich voordeed om het o bij de OV Terminal uit te kunnen voeren, heb ik gekozen voor dit onderwerp.

1.3. Verkenning van probleem

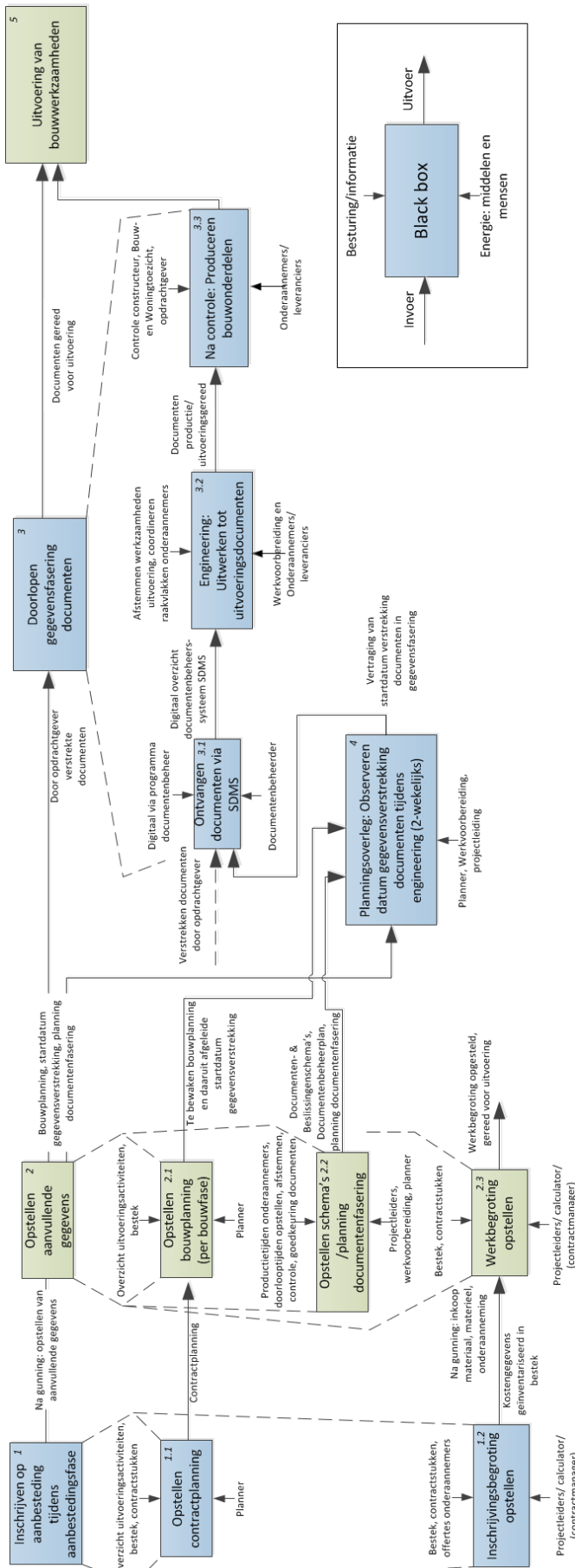
Door middel van observatie en analyse is onderzocht welke knelpunten zich bij het bouwproject OVT hebben voorgedaan. In deze paragraaf worden deze knelpunten verder behandeld en in twee probleempunten omschreven. In paragraaf 1.5 wordt vervolgens afgebakend naar een probleemstelling, waarbij de keuzes voor afbakening zijn verantwoord. In paragraaf 1.6 wordt de doelstelling omschreven, waarbij dit rapport beschrijft op welke manier deze doelstelling is uitgewerkt om de probleemstelling op te lossen.

Op de projectlocatie OV Terminal Utrecht is bij het gastbedrijf Besix een observatie uitgevoerd. Hierbij is het proces van afstemming en coördinatie binnen de werkvoorbereidingsfase en uitvoeringsfase geobserveerd en geanalyseerd. Hierbij is in kaart gebracht welke knelpunten zich voordoen tijdens de planning en bij het opstellen van documenten zoals tekeningen en werkplannen, waarbij deze ook moeten worden afgestemd met de onderaannemers. De gevolgen die de knelpunten in deze voorbereiding hebben voor de uitvoering zijn daarbij ook geanalyseerd. De observatie heeft zich specifiek gericht op de voorbereidende werkzaamheden welke plaatsvinden voorafgaand aan de uitvoering van bouwfase A, binnen de eigen projectorganisatie van het bouwbedrijf.

De geconstateerde knelpunten zijn in een analyseschema gestructureerd. Bovenin staan daarbij de oorzaken, onderin de gevolgen. Dit analyseschema omvat een aantal knelpunten voor de drie probleemhouders (Besix, Prorail en Leveranciers & onderaannemers). Met name zijn de gevolgen voor Besix omvangrijk.

Om het uitvoeringsproces ongestoord en beheerst te kunnen laten verlopen, dat wil zeggen, zonder onnodige kosten of vertragingen, dient het uitvoeringsproces vooraf te kunnen worden gepland. Hiervoor zijn diverse documenten en gegevens nodig, zodat de werkzaamheden binnen de werkvoorbereiding/engineering en voorafgaand aan de uitvoering kunnen worden gepland en op elkaar kunnen worden afgestemd. Vanaf het moment dat de documenten door de opdrachtgever worden verstrekt, kan worden gestart met de verdere engineering en afstemming van de uitvoering tijdens de werkvoorbereiding.

Onderstaande Afbeelding 4 geeft het bestaande proces weer (grotere versie in bijlage A). Na de aanbesteding worden een bouwplanning en een voor de verschillende productgroepen een schema/planning van de documentenfasering opgesteld. Voorafgaand aan de uitvoering worden er documenten door de opdrachtgever verstrekt, welke worden ontvangen in een documentenbeheersysteem SDMS. Voor alle verschillende productgroepen gelden een aantal stappen, waarbij in overleg met onderaannemers en gerelateerd aan andere raakvlakken tekeningen worden opgesteld, daarna gecontroleerd en goedgekeurd, zodat uiteindelijk de productie voor uitvoering gereed is. Dit kan worden omschreven als de gegevensfasering. De startdatum dat gegevens verstrekt zouden moeten worden, is afgeleid uit de bouwplanning en de schema's van de documentenfasering. In het tweewekelijkse planningsoverleg wordt deze datum van gegevensverstrekking van de documenten geobserveerd. Na het doorlopen van de gegevensfasering wordt gestart met de uitvoering.



Afbeelding 4 SADT-schema van bestaande proces

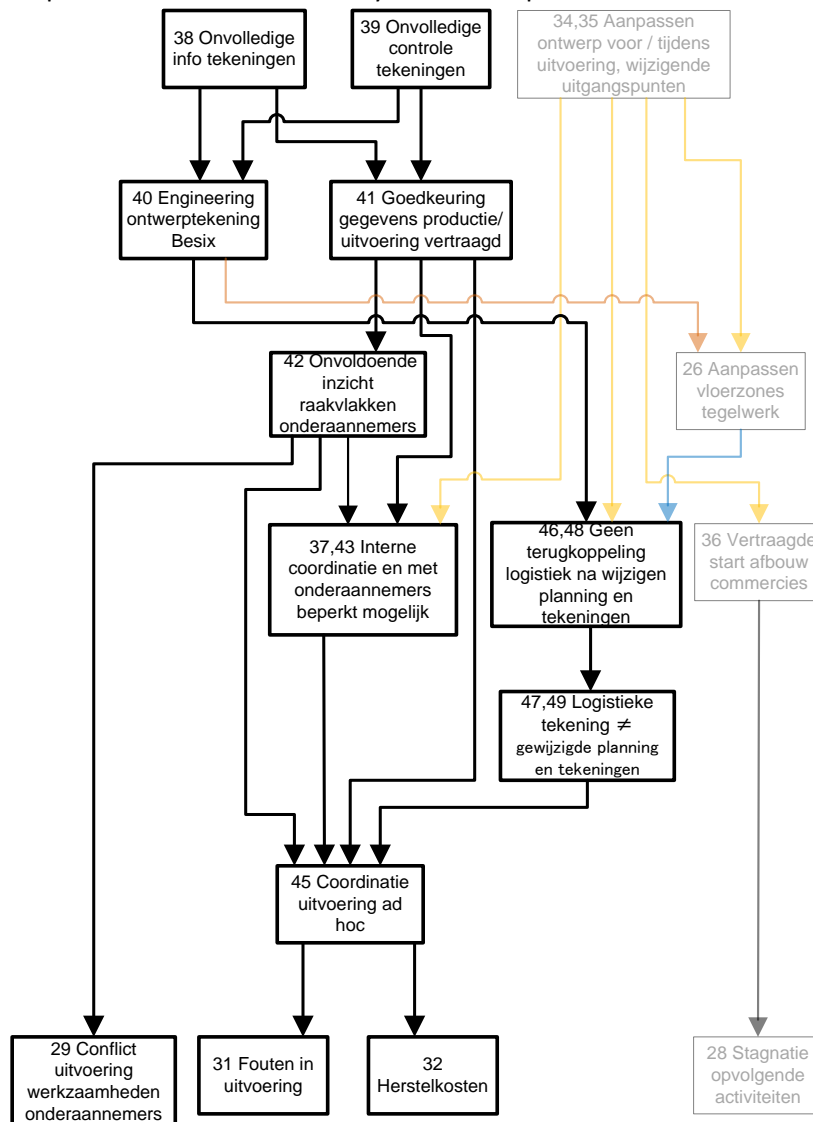
Het blijkt dat tijdens de werkzaamheden in deze engineeringfase/afstemmingsfase zich diverse problemen voordoen met betrekking tot de documentenvoorziening, welke in twee onderdelen zijn te onderscheiden.

Probleempunt 1

Ten eerste speelt het probleem dat documenten, welke tijdens de engineeringfase benodigd zijn, vertraagd worden verstrekt of onvolledig zijn. De onvolledige informatie op tekeningen en het niet (volledig) verwerken van vragen en opmerkingen bij de tekeningcontrole heeft tot gevolg dat deze tekeningen niet tijdig worden goedgekeurd.

Het afstemmen van de verschillende werkzaamheden in de uitvoering, bestaande uit de eigen uitvoeringswerkzaamheden en die van de onderaannemers, is hierdoor beperkt mogelijk, omdat met onvolledige informatie wordt gewerkt. Ook is het niet volledig duidelijk hoe de werkzaamheden van Besix en de werkzaamheden van onderaannemers (de verschillende productgroepen) zich onderling tot elkaar verhouden. Bovendien is onvoldoende duidelijk welke invloed de vertraging van documenten in de engineeringfase/afstemmingsfase heeft op de uitvoering. Het gaat hierbij zowel om de gevolgen in tijd als de gevolgen van de vertraging op de kosten.

Dit probleem wordt in het analyseschema op onderstaande Afbeelding 5 weergegeven.



Afbeelding 5 Analyseschema van oorzaken en gevolgen van probleempunt 1: Afstemming werkzaamheden na vertraagde en/of onvolledige documentenstroom

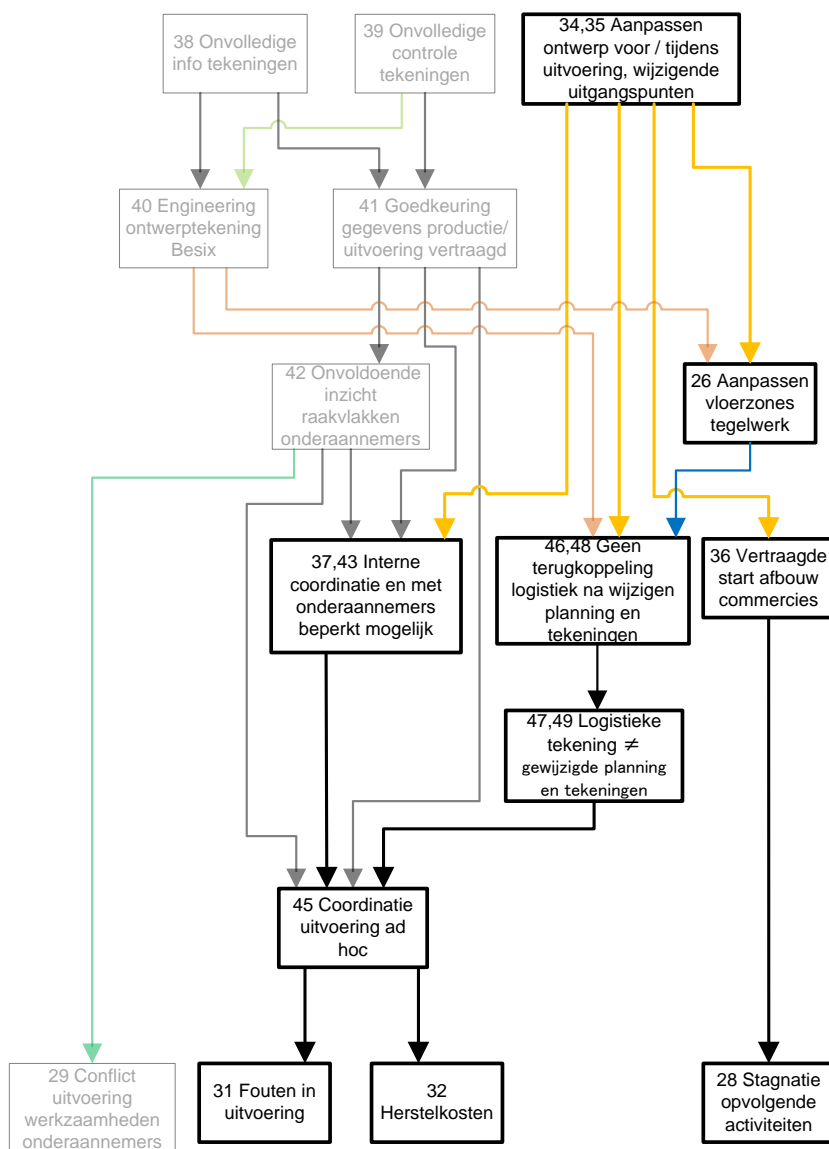
Probleempunt 2

Ten tweede worden er nog diverse wijzigingen en aanpassingen gemaakt, tijdens de fase van afstemming/werkvoorbereiding, welke niet tijdig worden verwerkt en daarnaast ontbreekt duidelijkheid over de gevolgen van deze wijzigingen en aanpassingen voor de uitvoering. Voor en tijdens de uitvoering worden wijzigingen door de opdrachtgever opgegeven. Hierbij veranderen de randvoorwaarden die aan de uitvoering worden gesteld. De gevolgen die de wijzigingen hebben op de werkzaamheden in de uitvoering, specifiek die van mogelijke vertraging in tijd en oplopen van kosten, zijn hierbij onvoldoende duidelijk.

Als gevolg van de wijzigingen kunnen ook de eigen uitvoeringswerkzaamheden en die van onderaannemers slechts beperkt worden gecoördineerd.

Dit is bijvoorbeeld merkbaar geweest tijdens het opstellen van het logistiek plan voor bouwfase A, waarbij tekeningen en plannen niet aangepast werden na wijzigingen, waardoor met verouderde informatie werd gewerkt. Ook de aanpassingen in de vloerzones voor het tegelwerk hebben tot gevolg gehad dat de uitvoering van de afbouw van commerciële units pas later kon starten en opvolgende activiteiten vertraging hebben opgelopen.

Dit probleem wordt in het analyseschema op onderstaande Afbeelding 6 weergegeven.



Afbeelding 6 Analyseschema van oorzaken en gevolgen van probleempunt 2: Wijzigingen en aanpassingen worden niet tijdig verwerkt

Met aanpassingen van het ontwerp voor en tijdens de uitvoering worden fundamentele wijzigingen in het ontwerp bedoeld, zoals bijvoorbeeld de verandering van een in het werk gestorte betonbalk in plaats van een prefab betonbalk. Met wijzigende uitgangspunten wordt bedoeld op veranderingen van de scope, zoals het een maand eerder op moeten leveren van een bouwonderdeel.

De merkbare gevolgen van beide problemen is dat de coördinatie van de uitvoering ad hoc verloopt, waardoor er fouten en conflicten in de uitvoering ontstaan, waarbij herstelkosten worden gemaakt. Bovendien is een kwaliteitsverlies te verwachten, omdat de uitvoeringsactiviteiten in minder tijd moeten worden uitgevoerd. De gevolgen van de veroorzaakte bouwvertraging zijn daarnaast aanzienlijk, zo worden de tijdsafhankelijke kosten bij een maand bouwvertraging, afhankelijk van de grootte, geschat tussen de 500.000 en 1 miljoen euro.

Met betrekking tot bovengenoemde problemen zijn er drie probleemhouders te identificeren:

- Besix;	als hoofdaannemer verantwoordelijk voor de coördinatie en uitvoering van de werkzaamheden op de bouwplaats en het aansturen van de onderaannemers.
- Prorail;	als opdrachtgever bij het project betrokken en tevens verantwoordelijk voor het dagelijks toezicht. De directie zorgt ervoor dat de aannemer tijdig kan beschikken over/toegang heeft tot: <ul style="list-style-type: none"> • vergunningen, ontheffingen die volgens het bestek vereist zijn; • het bouwterrein; • de benodigde tekeningen en andere gegevens.
- Onderaannemers en leveranciers;	afhankelijk van de opdracht is deze probleemhouder belast met het leveren en/of uitvoeren van werkzaamheden in de uitvoering. Stelt materiaal, materieel en personeel ter beschikking, waarbij Besix de coördinatie over deze werkzaamheden voert.

1.4. Maatschappelijke relevantie en wetenschappelijke waarde

Maatschappelijke relevantie

De maatschappelijke relevantie blijkt uit het feit dat verschillende gevolgen van het beschreven probleem worden aangepakt. Door het vroegtijdig verkrijgen van duidelijkheid over de effecten van vertraging in de gegevensfasering op de aansluitende uitvoeringsfase kunnen de gevolgen mogelijk beperkt of vermeden worden. Er is getracht een methode te ontwikkelen, welke voor meerdere bouwfasen toepasbaar is. Zo kan de kennis die is opgedaan tijdens het afstudeerwerk ingezet worden bij toekomstig uit te voeren bouwfasen of bouwprojecten. Het is specifiek relevant voor de afdelingen werkvoorbereiding, planning en uitvoering van het projectteam van de OVT Utrecht.

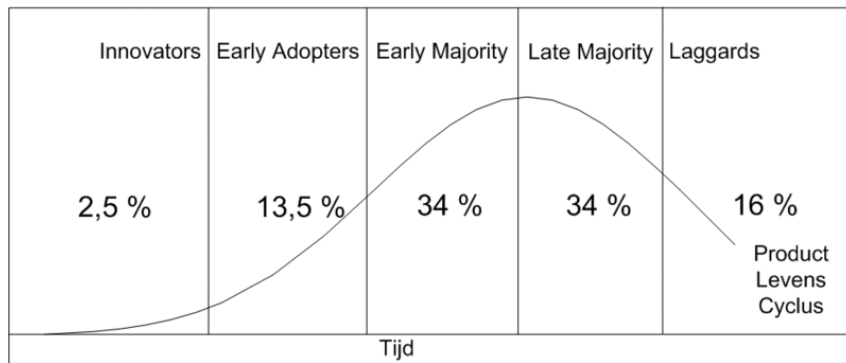
Door het uitwerken van het afstudeerwerk kunnen er mogelijk minder conflicten en vertragingen in de uitvoering optreden. Daarnaast wordt er duidelijkheid verkregen over hoe het ad hoc coördineren van de uitvoering voorkomen kan worden. Het is mogelijk dat hierdoor fouten in de uitvoering minder voorkomen en dat hierdoor herstelkosten worden beperkt. Bij deze gevolgen dient te worden opgemerkt dat het alleen invloed kan hebben op de gevolgen die veroorzaakt worden door onvoldoende afstemming met de uitvoering. Vertragingen, fouten en conflicten in de uitvoering als gevolg van andere oorzaken zoals bijvoorbeeld vertraagde directieleveringen kunnen met behulp van dit afstudeerwerk niet aangepakt worden.

Wetenschappelijke waarde

De wetenschappelijke waarde beschrijft op welke manier de doelstelling bijdraagt aan het vergroten van de wetenschappelijke kennis. Aangezien het afstudeerwerk zich richt op het beheersen van een deel van het bouwproces en de coördinatie daarvan wordt de wetenschappelijke kennis in dit perspectief vergroot. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de reikwijdte van het afstudeerwerk. De in de probleemstelling en doelstelling geformuleerde knelpunten worden aangepakt. Het kan echter wel voorkomen dat door onvoorziene omstandigheden, niet aangepakte knelpunten of oorzaken buiten de invloed van Besix deze gevolgen alsnog optreden. De reikwijdte van het afstudeerwerk is door middel van de aanpak van de probleemstelling en doelstelling omschreven.

Gezien de huidige ontwikkelingen waarin de bouwproject- en procesbeheersing plaatsvindt, is een blik op de toekomst nuttig om een voorspelling te doen over het wetenschappelijk kader waarbinnen het afstudeerwerk zich kan ontwikkelen. Huidige trends zijn veranderende (geïntegreerde) samenwerkings- en aanbestedingsvormen, ondersteund door automatisering met BIM (Bouw Informatie Model). De levensduur van een product wordt door socioloog Rogers beschreven in de innovatietheorie (Rogers, 2003) door vijf stadia van ontwikkeling te omschrijven, zoals op Afbeelding 7 wordt weergegeven. Door middel van zijn theorie, wordt het duidelijk hoe een product of idee zich onder de afnemers ontwikkelt, zoals in onderstaande Afbeelding 6 is weergegeven. Het model is ook uit te drukken in termen van volwassenheid van het product, de fasen zijn dan: introductie, groei, volwassenheid, verzadiging en teruggang. Op dit moment zijn de geïntegreerde samenwerking- en aanbestedingsvormen en de ontwikkeling van BIM nog niet volledig door de massa opgenomen, al is de verwachting dat dit zich in een stijgende lijn onder een groot aantal partijen verspreid. Door de theorie kan worden onderbouwd dat de invoer van deze trend op een gegeven moment zijn volwassenheid zal bereiken, waarna deze zal afnemen. Het is mogelijk dat er een nieuwe ontwikkeling zal intreden, al is het onduidelijk in welk tempo de huidige

en toekomstige ontwikkeling zal doorzetten. De verwachting is dat de methode die bij dit afstudeerwerk wordt ontwikkeld dezelfde trendlijn zal kunnen volgen.



Afbeelding 7 Innovatietheorie van Rogers, de vijf stadia met het percentage afnemers (Rogers, 2003)

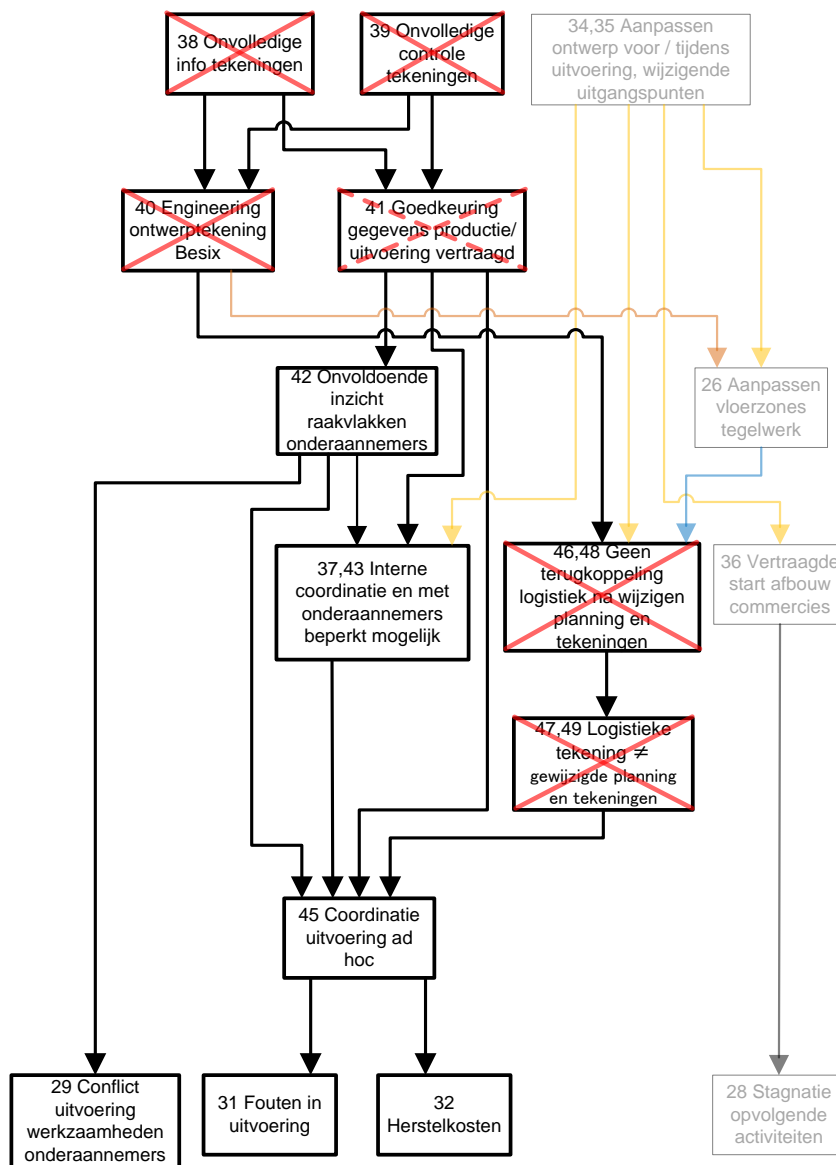
1.5.Afbakening naar Probleemstelling

Door het afbakenen van de probleemstelling worden een aantal oorzaken, welke in de in paragraaf 1.3 omschreven analyseschema's zijn beschreven, niet aangepakt. Zo worden een aantal knelpunten uitgesloten omdat deze niet representatief zijn voor de andere bouwfases en daarmee een te kleine bijdrage leveren aan het probleem. Wat overblijft zijn de knelpunten waarop voldoende invloed uit te oefenen is, waarop de afgebakende probleemstelling en doelstelling is gebaseerd.

Afbakening van probleem 1

Met betrekking tot het eerste probleem, weergegeven in het analyseschema in Afbeelding 5, vallen een aantal knelpunten buiten de afbakening. Deze zijn met een rood kruis in dit analyseschema in Afbeelding 8 weergegeven.

- De eerste twee knelpunten hierin, 38 en 39 (“Onvolledige info tekeningen” en “Onvolledige controle tekeningen”) vallen buiten de afbakening omdat de invloed die Besix beperkt is omdat het een extern proces is waarop alleen opdrachtgever Prorail direct invloed heeft. De indirecte invloed die Besix op deze knelpunten heeft bevindt zich op een hoger niveau binnen de projectleiding en valt dus buiten de afbakening.
- Knelpunt 40 (“Engineering ontwerptekening Besix”) valt buiten de afbakening, omdat het opstellen van de ontwerptekening van bouwfase A door Besix, een noodgedwongen oplossing is geweest. Besix heeft de tekening gemaakt, omdat een volledige ontwerptekening niet door de architect en/of constructeur is verstrekt. Deze tekening omvat een gedetailleerde plattegrond met daarin opgenomen de commerciële ruimten en dient in principe alleen intern te worden gebruikt. Het feit dat deze tekening wordt opgesteld door Besix lijkt niet representatief te zijn voor de andere bouwfases. Mede om deze reden is de bijdrage van dit knelpunt aan het eerste probleem slechts beperkt.
- Knelpunt 41 (“Goedkeuring gegevens productie/uitvoering verdrag”) valt gedeeltelijk buiten de afbakening, daar waar het gaat om het externe proces van goedkeuring, controle en acceptatie door, opdrachtgever Prorail en de afdeling Bouw- en Woningtoezicht van de Gemeente Utrecht. Vertraging van de goedkeuring door de opdrachtgever valt buiten de invloedssfeer van Besix en is daarom niet uit te sluiten.
Dat gedeelte van dit knelpunt waar Besix zelf invloed op kan uitoefenen valt wél binnen de afbakening. Het gaat hierbij om het tijdig opstellen en indienen van de tekeningen en andere documenten door Besix, zoals werkplannen en het afstemmen van deze documenten met de onderaannemers/leveranciers. Om deze reden valt knelpunt 41 gedeeltelijk binnen de afbakening, wat wordt aangegeven door het kruis met streepjeslijn in het analyseschema.

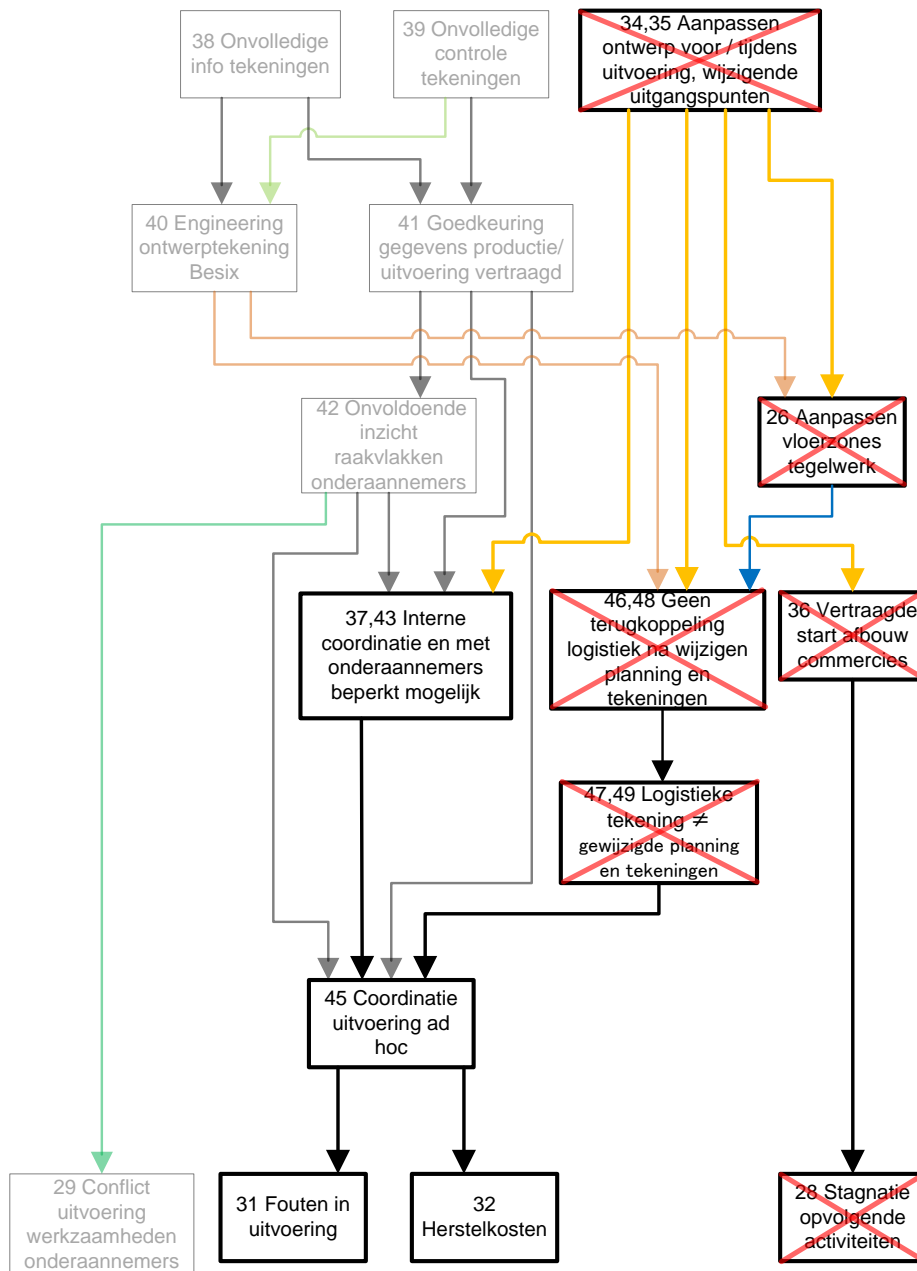


Afbeelding 8 Afbakening van probleem 1. Knelpunten met een rood kruis vallen buiten het aan te pakken probleem. Knelpunt 41 valt hier gedeeltelijk buiten.

- Knelpunt 46 en 48 (“Geen terugkoppeling logistiek na wijzigingen planning en tekeningen”) valt buiten de afbakening omdat het hierbij met name gaat om de logistieke tekening en planning welke in overleg met Prorail en NS Retail wordt opgesteld. Om deze reden is Besix slecht gedeeltelijk probleemhouder van dit knelpunt. Daarnaast gaat dit knelpunt specifiek over de inrichting van de commerciële ruimten en is daarmee niet representatief voor de andere bouwfasen.
- Knelpunt 47 en 49 (“Logistieke tekeningen komt niet overeen met gewijzigde planning en tekeningen”) valt buiten de afbakening omdat het een direct gevolg is van knelpunten 46 en 48, waarvan hierboven is omschreven waarom het buiten de afbakening valt.

Afbakening van probleem 2

Met betrekking tot het tweede probleem, weergegeven in het analyseschema in Afbeelding 6, vallen een aantal knelpunten buiten de afbakening. Deze zijn met een rood kruis in dit analyseschema in Afbeelding 9 weergegeven.



Afbeelding 9 Afbakening van probleem 2. Knelpunten met een rood kruis vallen buiten het aan te pakken probleem.

- Het eerste knelpunt hierin, 34/35 ("Aanpassen ontwerp voor/tijdens uitvoering, wijzigende uitgangspunten") valt buiten de afbakening. De aanpassingen aan het ontwerp en de wijzigende uitgangspunten worden door de opdrachtgever Prorail opgelegd, of komen naar voren door onverwachte omstandigheden tijdens de werkvoorbereiding of uitvoering. Om deze redenen kan er door Besix onvoldoende invloed op het knelpunt worden uitgeoefend. Echter, is het zeker van belang voor de interne coördinatie van de werkvoorbereiding en uitvoering, dat de gevolgen van aanpassingen aan het ontwerp en wijzigende uitgangspunten in kaart worden gebracht.

- Knelpunt 26 (“Aanpassen vloerzones tegelwerk”) valt buiten de afbakening omdat het slechts een beperkte rol speelt binnen het probleem. De verwachte impact die het op het probleem in bredere zin zal hebben, is daarmee ook klein. Het kan hoogstens als aandachtspunt voor de andere bouwfasen worden overwogen.
 - Knelpunt 46 en 48 (“Geen terugkoppeling logistiek na wijzigingen planning en tekeningen”) en knelpunt 47 en 49 (“Logistieke tekeningen komt niet overeen met gewijzigde planning en tekeningen”) vallen buiten de afbakening. De reden hiervoor is bij de afbakening van het vorige/eerste probleem omschreven.
 - Knelpunt 36 (“Vertraagde start afbouw commerciële ruimten”) valt buiten de afbakening omdat het zeer specifiek over de commerciële ruimten gaat. Het aanpakken van het probleem heeft betrekking op een breder kader, waar de commerciële ruimten slechts een onderdeel van zijn.
- Knelpunt 28 (“Stagnatie opvolgende activiteiten”) valt buiten de afbakening, omdat het een direct gevolg is van knelpunt 36. Echter, er valt wel te verwachten dat door het aanpakken van knelpunt 45 (“Coördinatie uitvoering ad hoc”) vertraging in het algemeen beperkt zou kunnen worden.

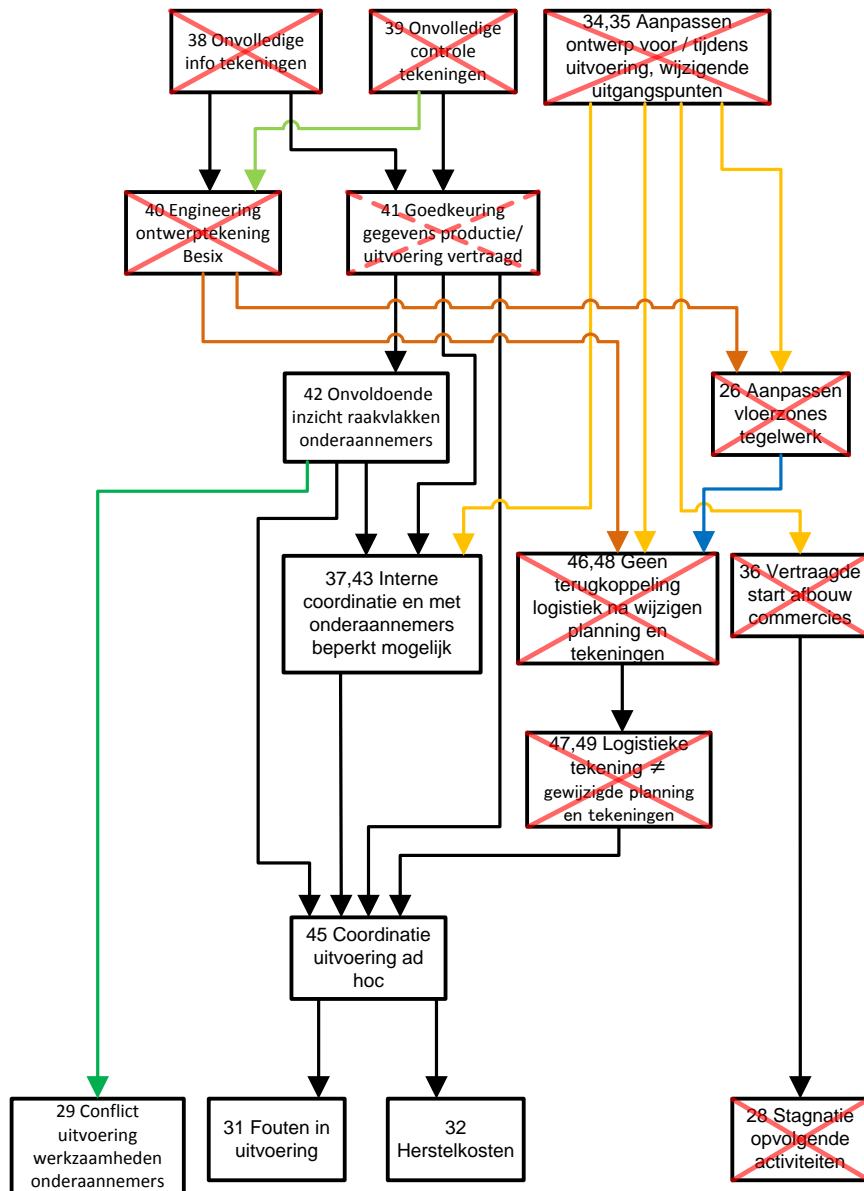
De verwachting is dat niet alle gevolgen, zoals fouten en conflicten in de uitvoering kunnen worden uitgesloten, echter is de kans dat deze voorkomen bij een beheerst proces kleiner. Uiteraard kan het voorkomen dat er door onvoorziene omstandigheden vertraging of stagnatie optreedt in de uitvoering. Dit leidt ertoe dat er extra geld en tijd benodigd is voor een wijzigende werkwijze. Onvoorziene omstandigheden van deze aard vallen buiten het kader van het afstudeerwerk.

Afgebakende probleemstelling

Door middel van afbakening van de verschillende knelpunten binnen de twee beschreven problemen blijven er een aantal knelpunten binnen het analyseschema in Afbeelding 10 over, welke het op te lossen probleem vormen.

De kern van het probleem is dat de interne coördinatie voor het afstemmen van de eigen werkzaamheden en die van de onderaannemers voorafgaand aan de uitvoering (dus in de engineeringfase) slechts beperkt mogelijk is en er daarbij onvoldoende duidelijkheid is over de onderlinge raakvlakken van de eigen werkzaamheden en de werkzaamheden van de onderaannemers. Dit wordt veroorzaakt doordat het proces van documentenbeheersing verstoord verloopt, omdat de goedkeuring van de ingediende documenten voor productie en uitvoering vertraging oploopt en dat er in de fase van voorbereiding en tijdens uitvoering aanpassingen aan het ontwerp worden opgelegd of de uitgangspunten wijzigen. Voor het verstrekken, goedkeuren en controleren van de benodigde documenten geldt voor elk document een gegevensfasering, waarbij de verschillende productgroepen als bouwonderdelen op elkaar worden afgestemd.

Als gevolg van de verstoorde documentenbeheersing/gegevensfasering verloopt de afstemming/coördinatie van de werkzaamheden in de uitvoering ad hoc, wat leidt tot fouten en conflicterende werkzaamheden in de uitvoering, met bijbehorende herstelkosten. Onderdeel van de beperkte interne coördinatie tijdens deze engineeringfase is ook dat er onvoldoende duidelijk is wat de invloed van een vertraagde afgifte of goedkeuring van documenten is op de vertraging in tijd en de kosten van de werkzaamheden in de uitvoering. Het is aan te nemen dat het ad hoc coördineren van de uitvoering ook kan leiden tot vertraging van andere bouwactiviteiten.



Afbeelding 10 Analyseschema van het op te lossen probleem, omschreven in de probleemstelling

Knelpunt 41 “Goedkeuring gegevens productie/uitvoering vertraagd” vormt een oorzaak van het omschreven probleem waarop gedeeltelijk invloed is uit te oefenen. Door middel van het aanpakken van de interne documentenstroom tijdens de engineeringfase, kunnen de hieruit voortvloeiende gevolgen op de coördinatie/afstemming van de uitvoering worden beheerst.

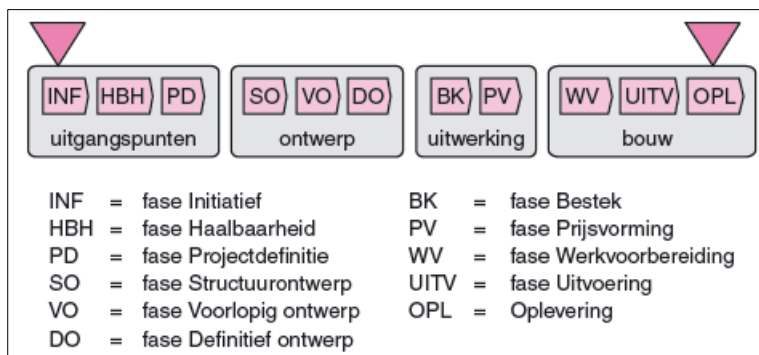
Het knelpunt 42 “Onvoldoende inzicht raakvlakken onderaannemers” zal daarnaast moeten worden aangepakt, om zodoende meer duidelijkheid te krijgen over de mogelijkheden voor het vormen van een gestroomlijnd voorbereidingsproces. Ook is te verwachten dat door het aanpakken van deze oorzaken de mogelijkheden voor de interne coördinatie van eigen werkzaamheden en die van de onderaannemers (knelpunt 37 en 43) groter worden om daarmee het ad hoc bijsturen (knelpunt 45) te beperken.

Het afstudeerwerk richt zich specifiek op de problematiek van de documentenbeheersing binnen de fase van Werkvoorbereiding en de gevolgen daarvan op de Uitvoeringsfase, zoals weergegeven in

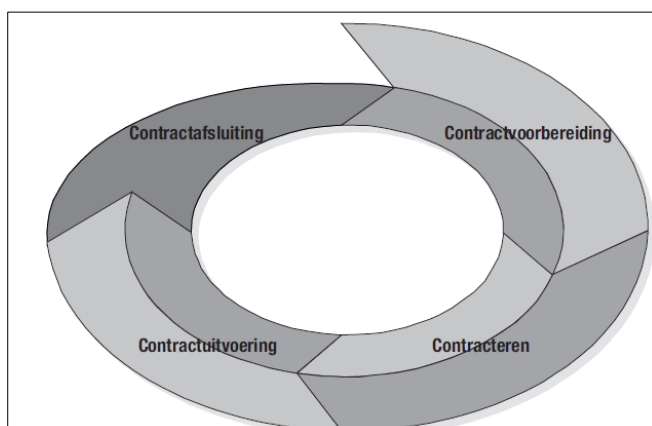
onderstaande Afbeelding 11. In de fase van werkvoorbereiding en uitvoering vindt ook de uitvoering van de contracten met onderaannemers en leveranciers plaats, wat overeenkomt met de fase contractuitvoering zoals weergegeven in de contractfasering van Afbeelding 12.

In deze fase zijn er al contractafspraken gemaakt over het opstellen van tekenwerk in de engineeringfase, de productie van de voor uitvoering benodigde bouwmaterialen en de inzet van arbeid in de uitvoering. Dit inkoopmoment kan in een inkoopschema worden vastgelegd en zal voorafgaand aan de fase van werkvoorbereiding hebben plaatsgevonden, wat overeenkomt met de fasen van contractvoorbereiding en contracteren welke overeenkomen met onderstaande Afbeelding 12.

Het afstudeerwerk richt zich, als gevolg van de focus die al in de observatie en analyse is gelegd, uitdrukkelijk niet op deze fase van inkoop. Om deze reden zou het mogelijk kunnen zijn, dat de problematiek omtrent de documentenbeheersing in de werkvoorbereiding, al is ontstaan tijdens de fase van inkoop en contracteren van onderaannemers (fase Prijsvorming). De kans bestaat dus dat het afstudeerwerk zich richt op de knelpunten die al op een eerder moment zijn veroorzaakt. Omdat tijdens de observatie en analyse van het afstudeerwerk in de onderaannemingsovereenkomsten deze afspraken voor inkoop, engineering, productie en uitvoering reeds zijn vastgelegd, is hier echter geen rekening mee gehouden. In paragraaf 2.2 wordt wel kort ingegaan op de relatie tussen de inkoopfase en gegevensfasering.



Afbeelding 11 Basisindeling voorbereidings- en bouwproces (P.L. Wentzel, 2005)



Afbeelding 12 Contractfasering (Regieraad Rationalisatie Bouw, 2004)

1.6. Doelstelling

Het afstudeerwerk richt zich op het beheersen van de interne documentenstroom tijdens de voorbereiding van de uitvoering (engineeringfase). Hiermee wordt ingegaan op de mogelijke gevolgen die vertragingen van de gegevensfasering (het verloop van verstrekken, goedkeuren en controleren) van de documenten hebben op de verdere voorbereiding. Ook de gevolgen van het aanpassen en wijzigen van het ontwerp tijdens de uitvoering zullen duidelijk gemaakt moeten worden.

Hiermee worden de gevolgen met betrekking tot de interne coördinatie/afstemming ten behoeve van de uitvoering, de coördinatie van de werkzaamheden van onderaannemers en het verkrijgen van duidelijkheid over de onderlinge raakvlakken aangepakt. Deze zijn ook in de probleemstelling omschreven.

Het doel is dat hiermee de gevolgen van vertraging van de gegevensfasering voor de uitvoering duidelijk worden gemaakt, uitgedrukt in tijd en kosten gerelateerd aan de vertraging. Met deze kennis kunnen tijdig maatregelen worden genomen om de gevolgen weg te nemen of te beperken, zodat de coördinatie/afstemming van de uitvoering ongestoord en beheerst kan verlopen. Ongestoord en beheerst houdt hierbij in dat er voldoende tijd en informatie beschikbaar is om de uitvoering te kunnen voorbereiden.

De verwachting is dat het uitvoeringsteam daardoor tijdig (niet ad hoc) kan beschikken over de voor coördinatie benodigde informatie uit documenten, omdat deze al in de voorbereiding bekend is. Zo nodig dient hier nog in te worden bijgestuurd tijdens de uitvoering. Tevens wordt verwacht dat fouten in de uitvoering en bijkomende herstelkosten als gevolg van de vertragingen en wijzigingen (veroorzaakt door onvolledigheid van informatie) voor zover mogelijk worden vermeden.

Voor het afstudeerwerk is de volgende doelstelling opgesteld:

“Het ontwikkelen van een methode waarmee de gevolgen, uitgedrukt in tijd en kosten, van vertragingen en wijzigingen binnen de gegevensfasering van documenten tijdens de afstemming van de voorbereiding (engineeringfase) van bouwfase A duidelijk kunnen worden gemaakt, om zodoende de coördinatie van de uitvoeringsactiviteiten op basis van de beschikbare documenten tijdig te kunnen beheersen en het ad hoc bijsturen van de uitvoering te voorkomen, zodat mogelijke conflicten in de uitvoering met bijbehorende fouten en herstelkosten welke veroorzaakt worden door deze specifieke vertragingen en wijzigingen worden vermeden.”

De methode zal specifiek worden afgestemd en indien mogelijk worden getoetst aan de uitvoeringsactiviteiten en documenten met betrekking tot bouwfase A. Echter, zal er in het kader van een mogelijke verdere toepassing van deze methode, gestreefd worden naar het kunnen toepassen van de methode op meerdere bouwfases. Het is dus wenselijk dat de toe te passen methode onafhankelijk van de bouwfase te gebruiken is. Afhankelijk van de uitwerking van deze werkwijze in een visualisatie als hulpmiddel is het mogelijk, dat de uitgewerkte methode, ook op andere vergelijkbare bouwprojecten van toepassing is. Programmeren van een werkend hulpmiddel is niet het doel, maar een beschrijving van hoe de methode in een hulpmiddel zou kunnen werken en kan worden gevisualiseerd wel.

In de doelstelling worden een aantal termen gebruikt, die hieronder worden toegelicht.

Methode: Beschrijving van een handelswijze, uitgewerkt in een programmastructuur voor de opzet van een hulpmiddel, stroomschema's en een PowerPointpresentatie welke de werkwijze beschrijven/visualiseren om te kunnen toetsten of aan de doelstelling kan worden voldaan.

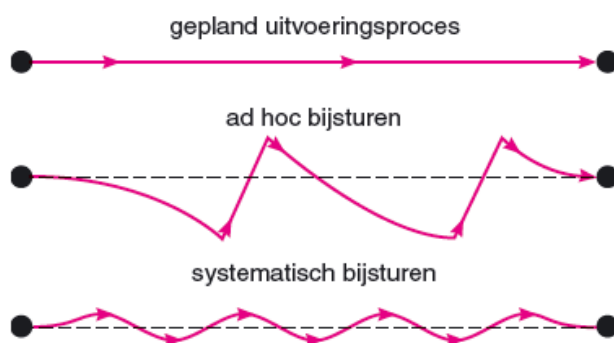
Gevolgen van vertragingen en wijzigingen: Gevolgen gemeten in een eenheid van tijd (uren, dagen, weken) en kosten (€) doordat documenten later aanwezig zijn of wijzigingen zich voordoen in de documenten.

Gegevensfasering van documenten: Het gestructureerde proces van verstrekken, opstellen, indienen, controleren, aanpassen en accepteren voor productie en uitvoering van de verschillende documenten van de verschillende productgroepen, benodigd voor het afstemmen van de voorbereiding van de uitvoering.

Afstemming van de voorbereiding: De fase in het bouwproces waarbij overleg plaatsvindt met betrekking tot de beschikbare informatie, ook wel engineering- of werkvoorbereidingsfase genoemd. Het uitvoeringsproces wordt hierbij gepland. Productietekeningen en uitvoeringsplanningen zijn voorbeelden van de resultaten van deze fase.

Coördinatie van de uitvoeringsactiviteiten: De mogelijkheid om een geschikt en onderling afgestemd plan op te stellen voor de uit te voeren bouwwerkzaamheden, uitgevoerd door eigen personeel en onderaannemers.

Ad hoc bijsturen: Aan de hand van onderstaande Afbeelding 13 kan worden beschreven wat hiermee wordt bedoeld. In eerste instantie bestaat een geplande (verwachte) situatie, waarbij het gebruik van de middelen materiaal, materieel en arbeid (inclusief onderaannemers) als uitvoeringsproces zijn gepland. Tijdens de uitvoering blijkt echter dat de werkelijke situatie afwijkt van de verwachte situatie, wat veroorzaakt wordt door zeer verschillende redenen. Er moet dus ad hoc worden bijgestuurd om binnen de bouwtijd en bouwkosten te blijven. Wanneer men tijdig beschikt over de juiste informatie die het verloop van het uitvoeringsproces beschrijft, kan er systematisch worden bijgestuurd. Dit is de gewenste situatie.



Afbeelding 13 Gepland, ad hoc en systematisch uitvoeringsproces (Flapper, 2005)

1.7. Leeswijzer

Na deze inleiding met beschrijving van de probleemstelling en doelstelling, zal in dit rapport worden beschreven op welke manier de doelstelling is uitgewerkt. Om de mogelijkheden voor ontwikkelen van de methode te bepalen is aanvullend onderzoek gedaan. De resultaten zijn in hoofdstuk 2 Onderzoeksresultaten beschreven. Uit deze onderzoeksresultaten volgen een aantal eisen, welke aan de ontwikkeling van de methode gesteld kunnen worden. Daarnaast volgen uit de onderzoeksresultaten een aantal gegevens, welke als invoer voor de methode gebruikt worden.

In hoofdstuk 2.1.1 wordt hierbij ingegaan op de uitvoeringsactiviteiten, welke in bouwfase A van de OVT Utrecht plaatsvinden. Dit is onderzocht om meer duidelijkheid te krijgen over de soort werkzaamheden en de onderlinge relaties en raakvlakken van deze werkzaamheden. Het gaat hierbij naast de werkzaamheden in de uitvoering ook om de op de uitvoering voorbereidende engineering/gegevensfasering van de documenten van de verschillende productgroepen (staalconstructie, dak en gevel).

De uitvoeringsactiviteiten van bouwfase A zijn in een vereenvoudigde planning in MS Project weergegeven welke zal dienen als invoergegeven van het hulpmiddel, om daarmee de methode toe te lichten. Daarnaast zullen de doorlooptijden van de gegevensfasering, zoals deze is opgesteld in de verschillende documenten- en beslissingenschema, een invoergegevens zijn voor het hulpmiddel.

In hoofdstuk 2.1.2 wordt ingegaan op de wijze waarop het documentenbeheer binnen de projectorganisatie van de OVT Utrecht plaatsvindt. Op deze manier is onderzocht hoe de methode in het huidige proces kan passen. Binnen de projectorganisatie is gebruik gemaakt van het documentenbeheersysteem SDMS voor registratie en raadpleging van documenten. Voor het juiste beheer is een documentenbeheerder verantwoordelijk.

Vanuit SDMS is het mogelijk om een uitvoer naar MS Excel te maken. Als invoergegeven voor de methode wordt een vereenvoudigde documentenlijst van de voor bouwfase A relevante documenten gebruikt. Hiermee kan de status en voortgang van de documenten worden gevolgd. De documentenfasering voor engineering en productie kan worden gekoppeld aan de bouwplanning van de uitvoeringsactiviteiten door middel van het afstemmen van de eerste startdatum van de uitvoering van het bouwonderdeel aan de bijbehorende doorlooptijden. Door terugrekenen van de gegevensfasering is het daarbij mogelijk de peildata te bepalen wanneer documenten definitief dienen te zijn. Een datum tot wanneer wijzigingen nog zouden kunnen worden doorgevoerd zonder invloed te hebben op de startdatum van uitvoering ("NO Change"-datum) kan hiermee ook worden bepaald.

Hoofdstuk 2.1.3 beschrijft hoe en de uitvoeringsactiviteiten kunnen worden weergegeven in een visualisatie van tijd. Hierbij wordt omschreven welke relaties en begrippen er voorkomen bij het beschrijven van de verschillende activiteiten. Voor bouwplanningen worden hoofdzakelijk de volgende drie visualisatiemethoden gebruikt om de uitvoeringsactiviteiten weer te geven: Een balkenschema/Gantt Chart, een netwerkplanning of een tijd-wegdiagram. Voor het hulpmiddel zal het balkenschema/Gantt Chart worden gebruikt. Deze weergavemethoden kunnen ook worden gebruikt voor het weergeven van de gegevensfasering van de documenten. In de verantwoording in hoofdstuk 3.3 wordt toegelicht waarom welke visualisatiemethode voor de methode, zoals omschreven in de doelstelling, kan worden gebruikt.

Aansluitend op dit hoofdstuk wordt in hoofdstuk 2.1.4 beschreven hoe de vertraging van de gegevensfasering van documenten en uitvoeringsactiviteiten kan worden gevisualiseerd. Hierbij is omschreven op welke manier de voortgang kan worden gevolgd en ook hoe de gevolgen van een vertraging van de gegevensfasering van documenten samenhangt met de kosten.

De methoden om vertraging (en versnelling) weer te geven, wordt beschreven aan de hand van de visualisatiemethoden die in het voorgaande hoofdstuk zijn omschreven. Dit hoofdstuk beschrijft tevens de methode waarop de vertraging van de gegevensfasering van documenten kan worden gevisualiseerd door deze te koppelen met de bouwplanning. Op deze manier kan ook de voortgang van de documenten worden bijgehouden.

De eisen uit het onderzoek zijn uitgewerkt in een Programma van Eisen in hoofdstuk 3. Hierin zijn een aantal eisen, wensen en gevraagde kenmerken opgesteld, welke volgen uit de doelstelling, de onderzoeksdata of worden gevraagd vanuit het afstudeerbedrijf Besix. Hierbij is een functieomschrijving beschreven, waarbij dit de vertaling is van de doelstelling naar de functionele eisen, waaraan minimaal voldaan moet worden. Na de beschrijving van de eisen wordt toegelicht en verantwoord hoe de methode kan worden gevisualiseerd.

Het ontwerp van de methode, dat op dit Programma van Eisen wordt gebaseerd, wordt in hoofdstuk 4 als hulpmiddel uitgewerkt. Hierbij is een programmastructuur van het hulpmiddel opgesteld, welke de structuur van invoer, via verwerking naar uitvoer beschrijft. Deze is opgebouwd uit verschillende modules. Het proces van verwerking van invoergegevens, om zo de gewenste uitvoer te krijgen, wordt uitgebreid beschreven aan de hand van drie stroomschema's. Hierin wordt stap voor stap de functie van de modules van de methode in beschreven. Ook de visualisatie van de uitvoer is in dit hoofdstuk toegelicht.

In het laatste hoofdstuk wordt afgesloten met de toetsing van deze uitwerking aan de hand van het Programma van Eisen in hoofdstuk 5. Ook wordt er teruggekoppeld naar de probleemstelling, waarbij wordt nagegaan in hoeverre het probleem met dit afstudeerwerk wordt opgelost. Tot slot worden er aanbevelingen voor verdere uitwerking en mogelijke aanvullingen voor het hulpmiddel beschreven.

De vernieuwing van deze methode is dat er een koppeling wordt gemaakt tussen de gegevensfasering van de documenten en de uitvoeringsplanning. Dit in tegenstelling tot het werken met losse documentenlijsten of bouwplanningen. Met de nieuwe methode kan de gegevensfasering van de documenten worden gevolgd/bewaakt en kan er bij vertraging of wijziging duidelijk worden gemaakt welke gevolgen in tijd dat heeft voor de verdere gegevensfasering of uitvoering. Daarbij kan ook een inschatting worden gemaakt van de kosten die de vertraging met zich meebrengt.

2. Onderzoeksresultaten

Voor het aanpakken van het in de probleemstelling genoemde probleem en het bereiken van de doelstelling zijn verschillende gegevens benodigd. Deze komen voort uit de doelstelling, waarbij dit hoofdstuk de beschrijving van dit onderzoek en de daarbij gevonden resultaten vormt. Aan de hand van deze onderzoeksresultaten kan het Programma van Eisen, omschreven in hoofdstuk 3.2 “Functionele en overige eisen/wensen in Programma van Eisen” worden opgesteld.

De beschrijving van de onderzoeksdata is beschreven in de volgende vier paragrafen.

In de eerste paragraaf 2.1 “Uitvoeringsactiviteiten in Bouwfase A” worden de uitvoeringsactiviteiten omschreven die bij de bouwfase A van de uitvoering van de OVT Utrecht plaatsvinden. Ook wordt er met als doel meer duidelijkheid te krijgen over de relaties en raakvlakken tussen deze activiteiten, de relaties in de voorbereiding en afstemming van deze werkzaamheden beschreven. Het gaat hierbij om de afstemming van de engineering en de daaraan gekoppelde gegevensfasering die geldt voor de documenten waarmee deze werkzaamheden worden voorbereid.

Paragraaf 2.2 “Documentenbeheer bouwfase A” gaat verder in op de manier waarop de documenten worden behandeld en ingediend. Dit is voor het opstellen van het Programma van Eisen van belang omdat het ontwerp daarmee binnen het kader van de huidige werkwijze met betrekking tot de documenten kan passen.

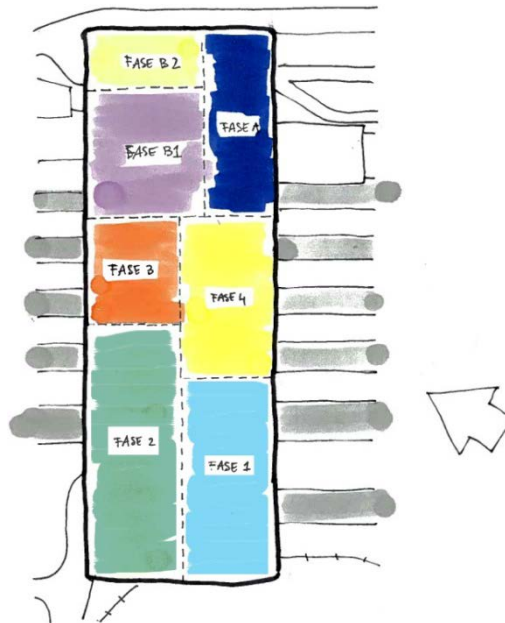
De derde paragraaf 2.3 “Weergave van activiteiten in de tijd” omvat een beschrijving van de beschikbare methoden om planningsactiviteiten te visualiseren. De manier waarmee de onderlinge afstemmings-/engineering- en uitvoeringactiviteiten met elkaar samenhangen vormt hierbij een onderdeel. Er wordt ook ingegaan op de projectspecifieke planningsrelaties.

Tot slot wordt in paragraaf 2.4 “Vertragen en versnellen” beschreven hoe de vertraging in de planningen kan worden weergegeven. Dit is van belang voor het ontwerp om zodoende de gevolgen voortvloeiend uit wijzigingen of vertraging van de documentenvoorziening op de uitvoering weer te kunnen geven. Het gaat hierbij om de gevolgen in tijd, maar in dit hoofdstuk wordt ook beschreven hoe de gevolgen in kosten, gerelateerd aan de tijdsvertraging, kan worden bepaald.

2.1. Uitvoeringsactiviteiten in Bouwfase A

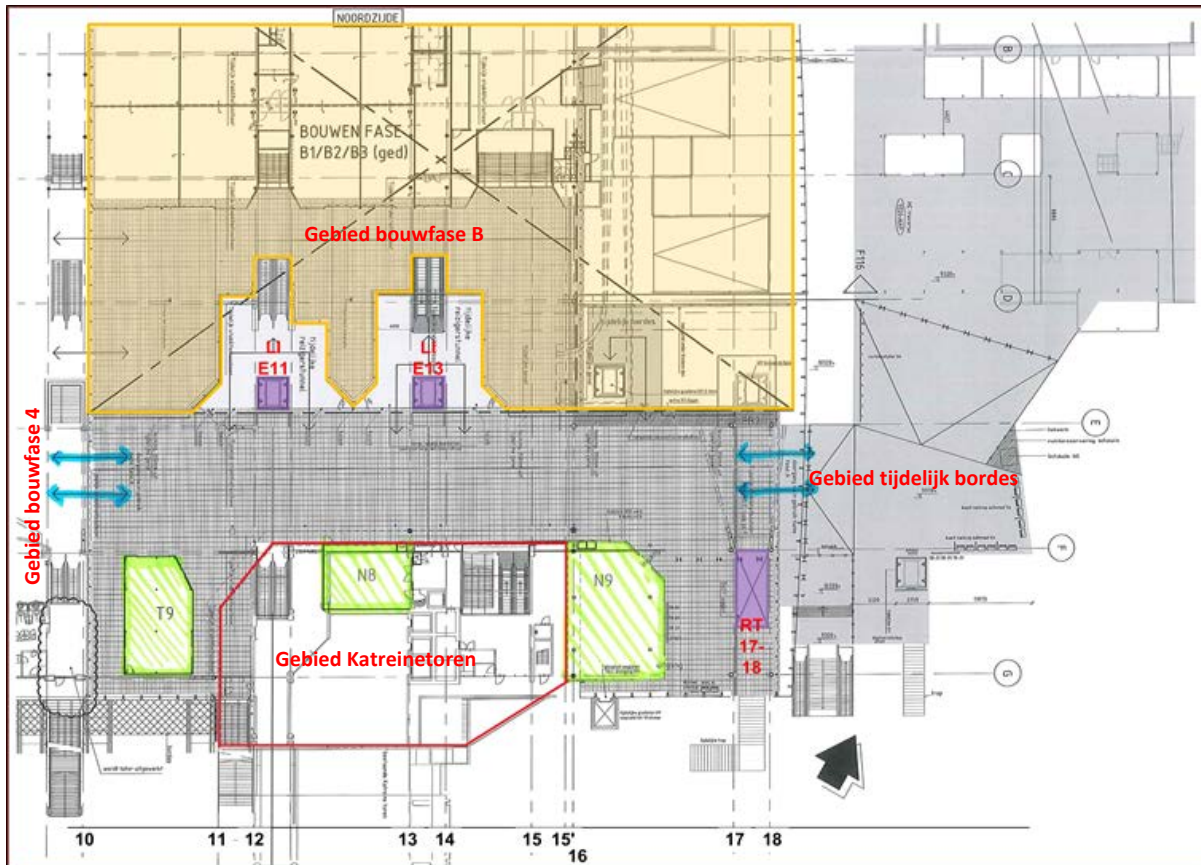
In de inleiding is globaal ingegaan op de werkzaamheden die aan de OV Terminal Utrecht uitgevoerd worden. In deze paragraaf zal verder worden besproken welke specifieke activiteiten plaatsvinden.

Bouwfase A bevindt zich aan de zuidoostelijke zijde van de stationshal, waarbij de bestaande stationshal wordt uitgebreid in de richting van het stadscentrum. Hiermee grenst dit gedeelte van de uitbreiding aan de bestaande stationshal aan de westelijke zijde, welke later wordt verbouwd in bouwfase 4. Aan de noordelijke zijde grenst bouwfase A aan het gebied waar bouwfase B plaatsvindt. In dit gedeelte zal aansluitend aan bouwfase A de bestaande stationshal worden uitgebreid en vernieuwd. In de stationshal zullen een drietal commerciële ruimten worden gerealiseerd, waarvan twee vaste units en één tijdelijke commerciële ruimte. De commerciële ruimten zijn vergelijkbaar met de commerciële ruimten zoals gebouwd in bouwfase 1. Deze ruimten worden later uitgebaat door NS Retail.



Afbeelding 14 Bouwfasering OV Terminal, rechtsboven bouwfase A

De bouwactiviteiten worden uitgevoerd door bouwplaatspersoneel van Besix en een aantal onderaannemers. De opdrachtgever is Prorail. De uitvoering van de werkzaamheden dienen te zijn afgerond eind september 2013, zodat deze door de reizigers en uitbaters van de commerciële ruimten in gebruik kan worden genomen. In deze maand vindt ook de inrichting van de tijdelijke commerciële ruimten door NS Retail plaats.



LEGENDA Plattegrond bouwfase A

- | | |
|--|--|
|  Omtrek Katreinetoren |  Tijdelijke Bordes Oost |
|  Gebied bouwfase B |  Liften en roltrappen |
|  Commerciële ruimten |  Doorgang naar stationshal en Bordes Oost |

Afbeelding 15 Plattegrond bouwfase A (gebaseerd op bestaande plattegrond)

De vloer van de stationshal wordt gedeeltelijk uitgebreid. Deze vloer, bestaande uit TT-platen met een druklaag, wordt ondersteund door kolommen en moerbalken, waardoor de vloer van de hal zich ruim 7,5 m boven perronniveau bevindt. In de stationshal bestaat de constructie uit stalen kolommen en dakliggers, welke het golvende felds dak zullen gaan dragen. De gevelconstructie bestaat uit glazen platen, welke met spiders aan de stalen gevelkolommen worden bevestigd. Deze gevelconstructie bevindt zich aan de zuid- en westzijde van de stationshal.

Aan de oostzijde van bouwfase A wordt een tijdelijk bordes gebouwd, zodat tijdens de ingebruikname de reizigers/voetgangersstromen in de richting van het stadcentrum en naar het Busstation Oost doorgang kan vinden.

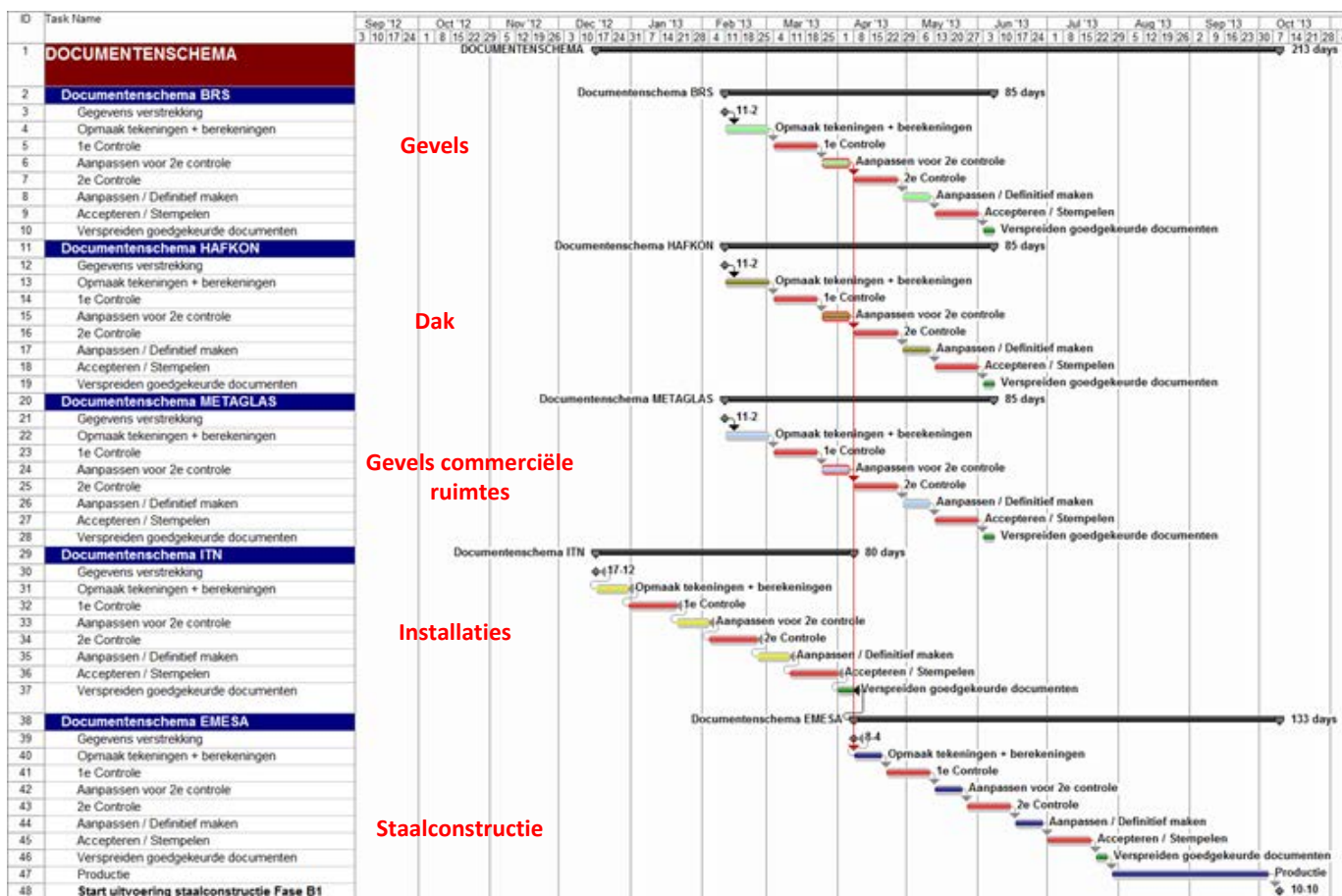
Voorwaarde voor uitvoering is dat de onderliggende perrons altijd met minimaal één vaste trap, één roltrap en één lift bereikbaar is. In bouwfase A worden 2 liften gebouwd en 1 roltrap worden gebouwd. Onder de vloer van de stationshal bevindt zich een kelder waar wordt gewerkt aan Technisch Gebouw Oost, waarin de installatietechnische voorzieningen worden geplaatst die dienen voor de aansturing van de installaties in de stationshal.

- Van de bovenstaande zeer uiteenlopende uitvoeringsactiviteiten is een vereenvoudigde planning in MS Project opgezet. Deze planning dient als basis voor het gebruik van het hulpmiddel. Hiermee kan het principe van de methode worden toegelicht.
- In de bouwplanning zijn de uitvoering van staalconstructie, dak en gevel opgenomen. Het aantonen van het principe zal daarmee onafhankelijk van de bouwfase zijn, waarbij bouwfase A als voorbeeld dient. De bouwplanning staat in de bijlage B.

Relaties en raakvlakken uitvoeringsactiviteiten

De onderlinge relaties tussen de uitvoeringsactiviteiten in bouwfase A worden voornamelijk bepaald door de volgorde van voorbereiding en uitvoering van deze activiteiten. Verder wordt de volgorde van voorbereiding en uitvoering beïnvloed door de eisen/voorwaarden vanuit spoorwegveiligheid, de aanwezigheid van reizigers in de nabijheid van de bouwplaats (bij hijswerkzaamheden), vergunningstermijnen, productietijden en bouwkundige aansluitingen.

Voor de volgorde van engineering is een planning opgesteld waarin de engineering en de start van de uitvoeringsactiviteiten is gepland. Op deze manier is vastgelegd hoe de uitvoeringsonderdelen zich in tijd tot elkaar verhouden tijdens de engineering- en uitvoeringsfase. Hieruit blijkt dat de volgorde waarin de engineering van de verschillende uitvoeringsonderdelen plaatsvindt, niet gelijk is aan de volgorde tijdens de uitvoering.



Afbeelding 16 Planning engineering van verschillende productgroepen in bouwfase A

De engineering van de gevels, dak en installaties is afgestemd op de staalconstructie. Hoewel de uitvoering van de staalconstructie van deze uitvoeringsonderdelen de eerste uit te voeren bouwactiviteit is, wordt de engineering van de andere uitvoeringsonderdelen vóór de (definitieve)

engineering van de staalconstructie gestart. Daarmee vormen zowel de engineering als uitvoering van de staalconstructie de kritieke activiteiten en zal daarmee ook het meest gevoelig zijn voor vertraging. Voor de overige productgroepen betekent dit dat er een buffertijd zit tussen de engineeringactiviteiten en start van de uitvoering.

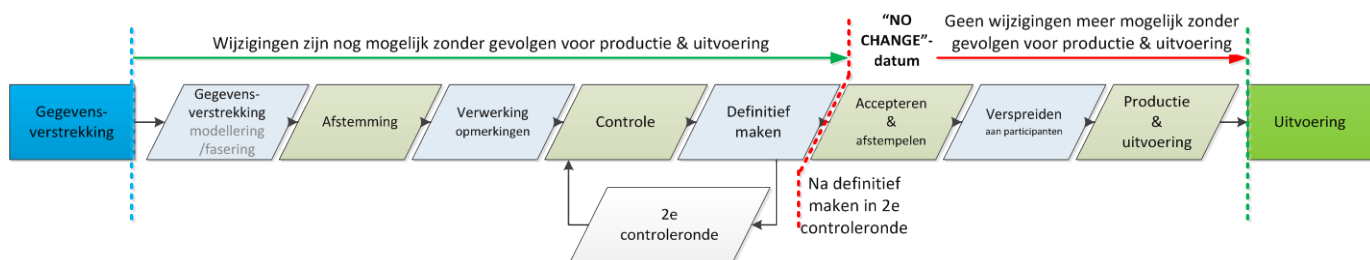
- De genoemde relaties tussen de verschillende productgroepen zijn specifiek voor dit project. Ze worden als basis voor het gebruik van het hulpmiddel en toetsing van de methode gebruikt. De engineeringactiviteiten zijn afgestemd op de uitvoering van de staalconstructie. De uitvoering van de staalconstructie is de kritieke uitvoeringsactiviteit, de andere productgroepen kennen een buffertijd tussen engineering en start uitvoering.

Gegevensfasering / documentenfasering engineering van productgroepen

Voor een aantal uit te voeren bouwonderdelen (staalconstructie, gevels, prefab betonconstructies, installaties en afbouwonderdelen) zijn algemeen geldende documenten- en beslissingenschema's opgesteld. In de bijlage C is een voorbeeld opgenomen. In deze stroomschema's is vastgelegd welke fasen worden doorlopen bij het opstellen van de documenten voor productie en uitvoering. Van deze documentenfasering is daardoor bekend wat de doorlooptijden van de verschillende fasen zijn, wie welke documenten verstrekt, opstelt en controleert zodat deze uiteindelijk voor productie (ook met een vastgestelde tijd) gereed zijn.

Hierbij worden er telkens meerdere fasen doorlopen, wisselend per productgroep. Met productgroepen worden de verschillende categorieën bouwonderdelen, zoals staalconstructie, gevels en dak omschreven. Voor elke productgroep is een documenten- en beslissingenschema op te stellen.

Alle documenten doorlopen de stappen gegevensverstrekking, een opstelfase van tekeningen/berekeningen, gevolgd door één of meerdere controlerondes met verwerking van opmerkingen en controle, het definitief maken, accepteren/afstempelen, verspreiden en als laatste stap productie, voordat de uitvoering kan starten. De gegevensfasering wordt in onderstaande afbeelding getoond. De "NO CHANGE"-datum wordt in de volgende paragraaf verder toegelicht.



Afbeelding 17 Gegevensfasering van documenten die worden doorlopen vanaf gegevensverstrekking tot uitvoering

De doorlooptijden zoals deze zijn opgesteld in het documentenbeheersplan (Bijloos, 2011)) zijn vastgesteld op ten minste 135 werkdagen voor afbouwonderdelen. Een uitzondering hierop zijn de doorlooptijden van gevels, daken en natuursteen, omdat de productietermijn van deze materialen langer is. Deze hebben een doorlooptijd van ten minste 165 werkdagen. Ook wanneer een vergunning benodigd is kan de doorlooptijd van het documenten- en beslissingenschema langer zijn.

- De doorlooptijden van de gegevensfasering, zoals deze is opgesteld in de verschillende documenten- en beslissingenschema, dienen als basis voor het gebruik van het methode.

De onderzoeksresultaten uit dit hoofdstuk hebben samen met de onderzoeksresultaten uit hoofdstuk 2.1.2 en 2.1.4 geleid tot de eisen 1.1 en 1.2 uit de functievervulling (zie toelichting in hoofdstuk 2.1.4)

- 1.1 “Hulpmiddel moet de gevolgen van vertraging van documenten duidelijk maken”;
- 1.2 “Hulpmiddel dient de voortgang van documenten duidelijk te maken”.

2.2. Documentenbeheer bouwfase A

Voordat met de uitvoering kan worden gestart, dienen er een groot aantal gegevens uitgewerkt te worden met als doel te communiceren en te realiseren. Bij de start en tijdens een bouwproject wordt er een groot aantal documenten opgesteld, goedgekeurd en verspreid, zowel intern als naar externe partijen. Het beheersen van deze documentenstroom vindt plaats binnen de documentenbeheersing. In deze paragraaf wordt de achtergrond van de documentenbeheersing beschreven.

Het documentbeheer en de behandeling daarvan wordt binnen de interne projectorganisatie uitgevoerd door een medewerkster, welke daarvoor een speciaal softwaresysteem tot haar beschikking heeft. Dit softwaresysteem, genaamd Site Document Management System (SDMS), is via een internetbrowser bereikbaar en vervult volgens het Documentbeheersplan (Bijloos, 2011)de volgende functies:

- *De elektronische documenten van een project te stockeren;*
- *Een veilige behandeling van de documenten en de gegevensbank. Documenten kunnen niet worden gewijzigd of verwijderd;*
- *Het registreren van de gegevens die van belang zijn voor de signalisatie van de documenten, de geschiedenis van de wijzigingen, status, en staat van goedkeuring;*
- *Het registeren van de overdracht van de IN/OUT gegevens (transmittals);*
- *Het ter plaatse en op afstand controleren van de documenten en gegevens;*
- *De rapportering d.m.v. de “search & reports” – functie.*

In het documentenbeheersysteem SDMS kunnen de documenten worden geraadpleegd. Het is mogelijk om te zoeken naar documenten en deze gegevens naar Excel te exporteren. Voor het kunnen koppelen van de benodigde documenten aan de uitvoeringsactiviteiten in de planning is de ontvangstdatum van de documenten van belang. Het is mogelijk om bij de geëxporteerde gegevens de ontvangstdatum te raadplegen.

De voor fase A relevante tekeningen worden door verschillende partijen opgesteld. De engineering van de verschillende onderaannemers hebben de werktekeningen, opgesteld door de architect, als basis. Wanneer deze definitief worden goedgekeurd, krijgen deze het stempel “voor uitvoering”. In het geval dat werktekeningen door Besix zijn opgesteld, worden eerst 1 of meerdere controlerondes doorlopen, volgens het eerder besproken doorloopschema, voordat deze voor uitvoering zijn goedgekeurd. Voor afwijkingen is bestek matig een responstermijn van 3 werkdagen vastgelegd. Voor werkplannen, keuringsrapporten, bestek wijzigingen, rapportages, etc. zijn er contractueel geen responstermijnen vastgelegd.

In de bijlage D is een voorbeeld van een weergave van documenten in SDMS en in bijlage E een documentenlijst als uitvoer naar Excel weergegeven.

Relatie gegevensfasering documenten en uitvoering van verschillende productgroepen

Om voldoende tijd te hebben voor engineering en productie van de verschillende bouwonderdelen en het tijdig kunnen aanleveren hiervan is het van belang dat de hiervoor benodigde documenten tijdig aanwezig zijn. Op het moment van starten van de engineering dient daarom de benodigde informatie voor het opstellen van de documenten volledig aanwezig te zijn. Dit moment wordt bepaald aan de hand van de start van de uitvoeringsactiviteiten met betrekking tot de productgroepen waarvoor de documenten benodigd is, en hierbij de voorbereidingsperiode terug te rekenen. Op die manier zal er voldoende voorbereidingstijd moeten zijn om de benodigde documenten tijdig op te stellen. Dit wordt verder in paragraaf 2.4 toegelicht.

Aan de hand van de procedure van het documenten- en beslissingenschema en de start van de uitvoeringsdatum vanuit de kunnen de data van de gegevensfasering van de documenten voor de verschillende bouwonderdelen bepaald worden waarop de documenten definitief dient te zijn, alvorens een volgende engineeringfase kan worden doorlopen. Deze data kunnen worden gezien als een 'peildatum' of mijlpaal waarop de overgang van de ene gegevensfase op de andere overgaat, bijvoorbeeld wanneer de documenten ter goedkeuring worden ingediend. Door de voortgang van deze gegevensfasering aan de hand van deze 'peildata' te monitoren kan worden bepaald of het proces van documentenbeheersing volgens planning verloopt. In de praktijk blijkt dat deze data regelmatig worden overschreden.

De projectleiders ruwbouw en afbouw coördineren de engineering en werkvoorbereiding van de verschillende bouwonderdelen, wat inhoudt dat zij in overleg met de werkvoorbereiding het voorbereidingsproces in de gaten houden en de voortgang bepalen van de benodigde documenten. Hiervoor wordt over het algemeen door de werkvoorbereiding veelvuldig overleg gevoerd met de betrokken onderaannemers om de in de documenten aangegeven informatie op elkaar af te stemmen en controleren. Daarnaast wordt overleg gevoerd met opdrachtgever Prorail over de documenten die zij (of de architect/constructeur/ingenieursbureau die door of namens hen wordt aangestuurd) dienen aan te leveren en het controleren van door Besix opgestelde documenten zoals tekeningen en werkplannen.

Voorafgaand aan de start van de uitvoering dienen de documenten gereed te zijn. Dit kan worden aangetoond door een stempel 'definitief'. Uit overleg met de hoofduitvoerder en eigen observatie blijkt dat zodra de documenten dit stempel hebben, dat dat nog niet meteen betekent dat het bij 1 definitieve versie blijft. In de praktijk komt het dus voor dat definitieve informatie gewijzigd wordt en er een gewijzigde 'definitieve' tekening aan de uitvoering wordt verstrekt.

Het is mogelijk om een speling in het voorbereidingsproces in te bouwen om zo enige vertraging op te kunnen vangen. Dit dient echter wel een realistische speling te zijn. Te weinig speling zorgt uiteraard voor een krappe planning met grote kans op tijdsoverschrijding. Te veel speling, en dus te vroeg beginnen zorgt voor lange voorbereidingstrajecten, waarbij de kans bestaat dat er een bepaalde nonchalance optreedt ten opzichte van vertraging, aangezien er toch een buffer is, en tijdig definitief maken geen prioriteit heeft.

In de voorgaande paragraaf wordt in Afbeelding 17 gesproken van een "NO CHANGE"-datum. Dit kan worden beschouwd als een deadline in de gegevensfaseringen. Wijzigingen gemaakt na deze datum zullen gevolgen hebben voor de startdatum van productie en uitvoering. In principe wordt dit moment bepaald, na het definitief maken van de gegevens

na de 2^e controleronde, waarbij de gegevens ter goedkeuring aan de afdeling Bouw- en Woningtoezicht en de architect worden overgedragen. Tijdens het project is gebleken dat met deze datum nauwelijks rekening wordt gehouden. Andere peilmomenten/data zoals gegevensverstrekking en de doorlooptijden van de gegevensverstrekking worden wel globaal in een planning weergegeven.

Omdat de gegevensfasering en startdatum van de uitvoering bekend is, zouden de peildata van de gegevensfasering kunnen worden bepaald door vanaf de start van uitvoering terug te rekenen. Dit zal ook gelden voor de "NO CHANGE"-datum.

Relatie gegevensfasering met inkoop van onderaannemers

De gegevensfasering van documenten start met de gegevensverstrekking. Hierbij worden door de opdrachtgever Prorail diverse tekeningen aangeleverd, die de status van definitieve werktekening hebben. Echter, is het noodzakelijk dat vooraf al afspraken zijn gemaakt over met welke partijen als onderaannemers en leveranciers wordt samengewerkt, om de in de uitvoering benodigde materialen en bouwproducten te kunnen in te kopen en produceren. Het afstemmen van de detailengineering en het opstellen van definitieve productie- en uitvoeringstekeningen zal ook in overleg met deze onderaannemers moeten gebeuren. Het maken van afspraken over met welke partijen deze fase wordt doorlopen, wordt voorafgaand aan de engineering in inkoopcontracten met een onderaannemingsovereenkomst vastgelegd. (Regieraad Rationalisatie Bouw, 2004)

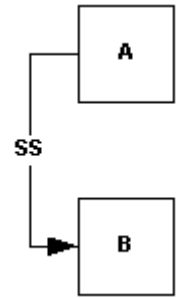
In de tenderfase / aanbestedingsfase van het bouwproject heeft al een marktverkenning plaatsgevonden waarbij contact is gelegd en overlegd met diverse onderaannemers/leveranciers om de offertes van de verschillende bouwonderdelen met elkaar te kunnen vergelijken. Deze contractvoorbereiding is opgesteld aan de hand van voorlopige ontwerptekeningen/-documenten. Na gunning van de opdracht aan Besix zijn de contractstukken definitief gemaakt door de contractpartijen te selecteren, waarmee de inkoop van de diverse onderaannemers/leveranciers is gecontracteerd. Hierin zijn ook afspraken vastgelegd over de procedure van engineering en productie, waarbij de werkvoorbereiding van Besix zorg draagt voor de contractbeheersing van deze inkoopovereenkomsten.

Het afstudeerwerk heeft zich specifiek gericht op de contractuitvoering en contractbeheersing en niet op de contractfasen van contractvoorbereiding of contracteren.

- Documenten worden geregistreerd en zijn te raadplegen via documentenbeheersysteem SDMS. Een Excel uitdraai als documentenlijst van de voor bouwfase A relevante documenten dient als basis voor het ontwerp. Dit is een vereenvoudigde versie van de werkelijke lijst, om zo de methode in de uitwerking van het hulpmiddel te kunnen toetsen. Berekeningen en werkplannen zijn hieruit weggelaten, maar het principe van de methode wijkt daar verder niet vanaf. Deze lijst van worden gebruikt om de status en voortgang van de documenten te volgen.
- Documentenfasering voor engineering en productie koppelen door middel van afstemmen eerste startdatum uitvoering van het bouwonderdeel aan de bijbehorende doorlooptijden. Door terugrekenen van fasering is het mogelijk peildata te bepalen wanneer documenten definitief dienen te zijn.
- Een datum tot wanneer wijzigingen nog zouden kunnen worden doorgevoerd zonder invloed te hebben op de startdatum van uitvoering ("NO Change"-datum) kan hiermee ook worden

- b) **Start to Start (SS)** – *Bewerking B kan pas beginnen X tijd na de start van bewerking A.* Activiteit 5 kan pas starten nadat activiteit 4 gestart is. In bovenstaande Gantt Chart is activiteit 4 al twee dagen bezig voordat activiteit 5 gestart wordt.

Voorbeeld: Het aanbrengen van wapening kan pas plaatsvinden wanneer een deel van de vloerkist gereed is.

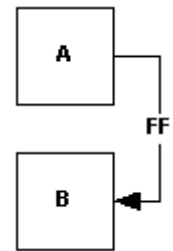


Afbeelding 20 Voorbeeld Start-Start

- c) **Finish to Finish (FF)** – *Bewerking B kan pas gereed zijn X tijd na einde bewerking A.*

Activiteit 7 moet op zijn minst 1 dag eerder klaar zijn voordat activiteit 8 kan worden afgerond.

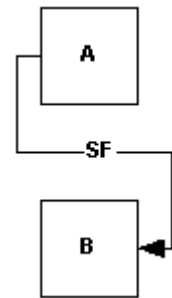
Voorbeeld: De wapening kan niet eerder gereed zijn dan twee dagen na het gereedkomen van de vloerkist.



Afbeelding 21 Voorbeeld Finish-Finish

- d) **Start to Finish (SF)** – Activiteit 11 kan niet eerder worden afgerond dan 7 dagen na de start van activiteit 10. Deze tijdsrelatie wordt relatief weinig gebruikt in bouwplanningen.

Voorbeeld: Het onderhoud aan een machine kan pas starten nadat de machine gestopt is.



Afbeelding 22 Voorbeeld Start-Finish

- Het inplannen van een bewuste vertraging tussen de start van twee verschillende activiteit wordt **lag** genoemd. Lag time wordt in positieve eenheden (bijvoorbeeld +2 dagen na afronding van een activiteit) uitgedrukt; (Grit, 2008)
- Indien twee afhankelijke activiteiten elkaar gedeeltelijk overlappen wordt een **lead time** gepland. De tweede activiteit kan bijvoorbeeld beginnen als de eerste activiteit voor de helft is afgerond. Lead time wordt in negatieve eenheden uitgedrukt, bijvoorbeeld -2 dagen (2 dagen overlap tussen twee activiteiten).
- Het **kritieke pad** kan worden omschreven als de keten van kritische activiteiten die de kortst mogelijke doorlooptijd van het gehele project vormen. De kritische activiteiten zijn de activiteiten welke bij een verandering in de doorlooptijd de doorlooptijd van het project verlengen. (Grit, 2008) en (Meredith & Mantel, 2010).

Projectspecifieke planningsrelaties

De volgorde van activiteiten, doorlooptijden en relaties kunnen verschillen en zijn daarom afhankelijk van de interpretatie van de opsteller van de planning. De bouwplanning die is gebaseerd op de uitvoeringsactiviteiten van bouwfase A is een vereenvoudiging van de werkelijkheid, die veel complexer zal zijn. In de werkelijke situatie bestaan er nog veel indirecte relaties, die voor de overzichtelijkheid achterwege blijven.


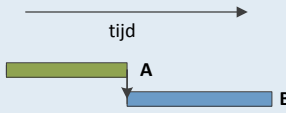
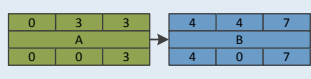
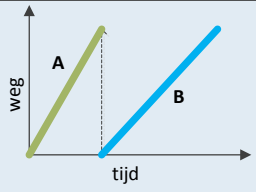
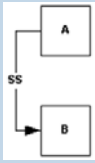
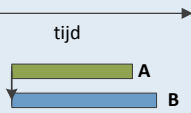
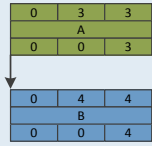
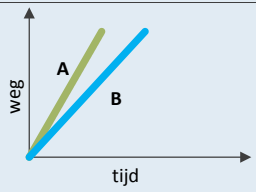


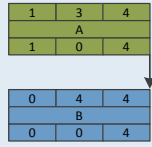
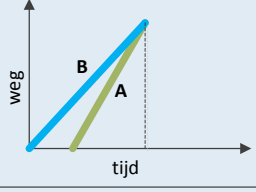

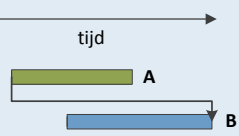
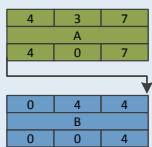
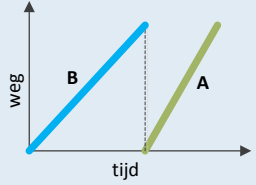
Uit de bouwplanning blijkt dat de montage van de staalconstructie op het kritieke pad ligt. Ook de voorbereidende engineeringactiviteiten zijn op de engineering van de staalconstructie afgestemd.

Visualisatiemogelijkheden planningen

Voor bouwplanningen worden hoofdzakelijk de volgende drie visualisatiemethoden gebruikt om de uitvoeringsactiviteiten weer te geven:

- a. Gantt Chart / balkenschema;
Bij een Gantt Chart worden de activiteiten als balken op een tijdslijn weergegeven. De lengte en positie van de balk op de tijdslijn geeft bovendien aan, wat de tijdsduur van de uit te voeren activiteit is en wanneer deze gepland is.
- b. Netwerkplanning / Kritieke Pad Methode;
De bouwactiviteiten worden bij een netwerkplanning als blokjes/rechthoeken weergegeven, welke verbonden worden door pijlen. Indien een pijl op het kritieke pad ligt wordt deze 'vet' en/of met een andere kleur getekend. Hierdoor zijn de relaties/afhankelijkheden tussen de verschillende taken duidelijk zichtbaar.
- c. Tijd-wegdiagrammen.
Bij tijd-wegdiagrammen wordt de tijd aan een locatie gekoppeld en in een grafiek met een lijn weergegeven. Deze planningsmethode is geschikt voor het plannen van lineaire processen , voornamelijk infrastructurele projecten.

In onderstaande Afbeelding 23 wordt een overzicht weergegeven van de verschillende planningsrelaties en visualisatiemethoden met een voorbeeld van de verschillende mogelijkheden van bouwplanningen.

planningsrelatie	Visualisatiemethode		
	Gantt Chart / balkenschema	Netwerkplanning / Kritieke Pad Methode	Tijd-wegdiagrammen
Finish – Start 			
Start - Start 			
Finish - Finish 			
Start – Finish * 			

* wordt relatief weinig gebruikt in bouwplanningen

Afbeelding 23 Matrix van de verschillende planningsrelatie weergegeven door de visualisatiemethode

De resultaten uit dit hoofdstuk hebben samen met de resultaten uit hoofdstuk 2.1.4 geleid tot het gewenste / gevraagde kenmerk vanuit het bouwbedrijf omschreven in de eis 5.4 in het Programma van Eisen (zie toelichting onder 2.1.4)

- 5.4 “Invloed van wijzigingen en aanpassingen van de documenten dienen verwerkt te kunnen worden.”

2.4. Vertragen en versnellen

Een bouwplanning wordt voorafgaand aan de uitvoeringsfase van het project opgesteld om een prognose te maken van de tijdsduur van de uitvoeringsactiviteiten en de totale projectduur. De onderlinge planningsrelaties van de activiteiten zijn hierbij van belang, zoals deze eerder zijn beschreven in hoofdstuk 2.3. Nadat de planning is opgesteld, kan deze gebruikt worden om de voortgang te bewaken.

Doel van voortgangsbewaking is enerzijds om de werkelijke situatie van de uitvoering met de geplande situatie te kunnen vergelijken, om op basis daarvan te kunnen rapporteren. Anderzijds kan een voortgangsbewaking ook dienen als basis voor het ondernemen van actie in de uitvoering, om maatregelen te nemen om het geplande proces bij te sturen. In deze paragraaf zal worden beschreven op welke manier de voortgangsbewaking kan worden bijgehouden en weergegeven.

Voortgangsbewaking

Bij een goed georganiseerd project wordt regelmatig de voortgang van het project vergeleken met de geplande situatie. Het vergelijken van de geplande en werkelijke situatie is een essentieel

onderdeel voor het bewaken van de projectvoortgang. (Carmichael, 2006) Naast de voortgang qua tijd kan van een project de kosten en scope worden bewaakt, al zal daar in dit hoofdstuk maar beperkt op worden ingegaan.

Het moment dat de voortgang wordt bijgewerkt kan op een vast interval liggen, bijvoorbeeld om de 2 weken. Daarnaast kan het relevant zijn om na afronding van een bepaalde bouwfase de voortgang door middel van een standlijn (zie onderstaande paragraaf "Standlijn") bij te werken. De keuze voor het moment om de voortgang bij te werken is afhankelijk van de keuze van de belanghebbenden en kan als contractuele verplichting zijn opgelegd. Bovendien kan met name een contractplanning waarin de voortgang is bijgewerkt als basis dienen voor het indienen van claims voor tijdsverlenging of vergoeden van vertraging.

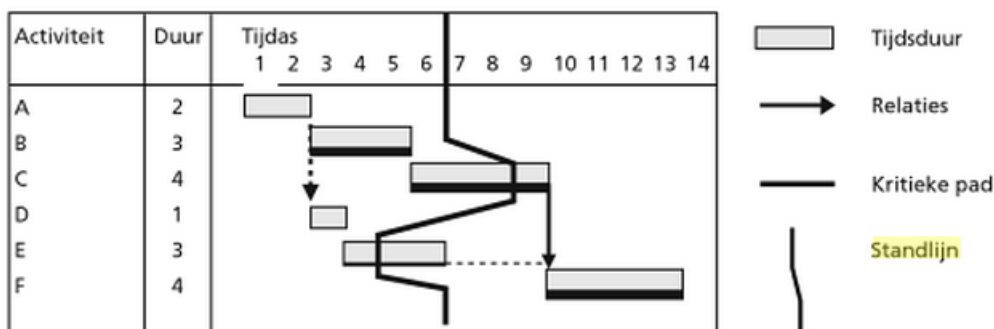
De voortgangsbewaking zal zodanig moeten worden omschreven dat:

- het bekend is over welke productgroep het gaat;
- het bekend is over welke engineering- of uitvoeringsactiviteit het gaat, waarbij de planning als basis dient;
- het bekend is welke activiteit vertraging opgelopen heeft;
- het bekend is hoe groot deze vertraging is;
- welke verdere gevolgen deze vertraging heeft voor de andere activiteiten in de planning;
- of bepaalde mijlpalen hiermee niet worden gehaald.

- Op een vaste regelmaat de voortgang bewaken is noodzakelijk. Bij de OVT Utrecht wordt er elke 2 weken een intern planningsoverleg gehouden om de voortgang van de uitvoering te bewaken en de status van de voorbereidende werkzaamheden te bepalen. Tussendoor is ook overleg tussen projectleiders, werkvoorbereiders, uitvoering en opdrachtgever.

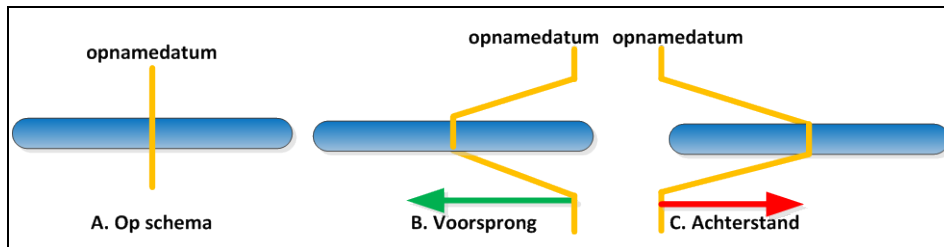
Standlijn

Met behulp van een **standlijn** wordt de voortgang van het project tot aan een bepaald meetmoment gevisualiseerd (Hedeman, 2010). Deze verticale lijn op de planning geeft aan waar het project en de individuele uitvoeringsactiviteiten of productieactiviteiten zich tot die datum zou moeten bevinden en vergelijkt dit met de werkelijke productie/uitvoering. In onderstaande Afbeelding 24 is de stand tot aan het eind van dag 6 gevisualiseerd, waarbij dit de standlijndatum vormt waarop de stand van het werk wordt opgenomen. Het werk links van de standlijn is uitgevoerd, maar het werk rechts van de standlijn nog niet. Activiteit C ligt dus twee dagen voor op de planning en activiteit E ligt twee dagen achter.



Afbeelding 24 Voorbeeld standlijn in Gantt Chart (Bron:Hedeman, 2010)

Het bewaken van de projectvoortgang door middel van een standlijn kan in de moderne planningssoftware zoals MS Project worden gevisualiseerd. De standlijn is in principe een serie referentiepunten op de planning waarvan de startdatum, einddatum en bewerkingstijd wordt vastgelegd en vergeleken met de werkelijke projectvoortgang. Hierdoor ontstaat de kenmerkende zaagtandlijn. In onderstaande afbeelding worden de drie situaties weergegeven die kunnen voorkomen. Een activiteit kan a) op schema liggen, b) voorsprong hebben, of c) achterstand hebben.



Afbeelding 25 Drie situaties weergegeven ten opzichte van de standlijn op een bepaalde opnamedatum.

Oorzaken van vertragingen en maatregelen tot versnelling

Het vertragen van bouwactiviteiten kan een zeer divers aantal oorzaken hebben. Deze zijn beschreven in de bijlage F.

De gevolgen van oorzaken kunnen groter zijn wanneer er meerdere oorzaken tegelijkertijd optreden. Oorzaken van vertragingen kunnen zich hierdoor opstapelen of tot een kettingreactie vormen waardoor de gevolgen vergroot worden. Bovendien is het van belang om onderscheid te maken in uitvoeringsactiviteiten die het kritieke pad vormen.

Vertraging van kritieke activiteiten zal altijd leiden tot een vertraging van andere activiteiten, omdat de speling nihil is. Uitvoeringsactiviteiten die niet onderdeel zijn van het kritieke pad, kunnen wel vertragen, maar hoeven niet noodzakelijkerwijs te leiden tot verdere vertraging van opvolgende activiteiten, zolang de vertraging kleiner is dan de speling.

Er zijn verschillende mogelijkheden qua maatregelen om de activiteiten te versnellen. Deze worden in de bijlage G beschreven.

Aspect kosten gerelateerd aan vertraging

Wanneer er vertraging van uitvoeringsactiviteiten voorkomt heeft dit niet alleen invloed op de tijd, maar ook op de kosten van het project. Welk verband er tussen de uitvoeringsactiviteiten en de kosten voorkomt, wordt in deze paragraaf beschreven.

In het algemeen kunnen kosten op drie manieren worden ingedeeld:

- **Vaste** en **variabele kosten**;
- **Directe** en **indirecte kosten**;
- **Tijdgebonden kosten** en **niet-tijdgebonden kosten**.

(Vissers, 2004)

De kosten als gevolg van bouwvertraging zijn te beschouwen als tijdsgebonden kosten, aangezien de kosten afhankelijk van de duur van het bouwproces zullen oplopen.

Hierbij bestaat er een direct verband tussen de extra tijd die nodig is en onderstaande typen kosten:

- Tijdsgebonden kosten door uitloop ABK en materieel;
- Kosten als gevolg van het niet tijdig opleveren (kortingsregelingen/boeteclausules).

Tijdsgebonden kosten door uitloop ABK en materieel

De kostprijs van een bouwwerk wordt in de begroting met de volgende onderdelen opgebouwd:

- *Directe arbeid (alle kosten van de arbeid die moet worden verricht);*
- *Directe materialen (alle kosten die nodig zijn om een project te kunnen realiseren);*
- *Onderaannemers (alle kosten voor de onderaannemers);*
- *Materieel (kosten voor het materieel en hulpmaterieel, nodig om onderdelen in het werk aan te brengen, te maken of te verwerken);*
- *Algemene bouwplaatskosten (ABK) (alle kosten die niet direct verband houden met specifieke onderdelen van het werk, maar wel met het werk samenhangen);*
- *Algemene kosten (AK).*

De Algemene Bouwplaatskosten zijn voor een deel vaste (eenmalige) kosten, voor een ander deel tijdsgebonden kosten. Algemene Bouwplaatskosten (ABK) zijn kosten, die direct samenhangen met het bouwobject, maar geen direct verband hebben met de onderdelen van het bouwobject. Bij vertraging is er wel een direct verband met het tijdsgebonden deel ABK, dat zal oplopen afhankelijk van de bouwtijdverlenging. Hierbij kunnen de kosten worden uitgedrukt in een bedrag per tijdseenheid, dus dagen, weken of maanden. De ABK zal per project verschillend zijn en worden intern in een calculatie opgesteld.

De directe bouwkosten bestaan uit de kosten voor Materiaal, Arbeid, Materieel en Onderaanneming, zoals deze ook in de werkbegroting terug te vinden zijn. In geval van vertraging zal bepaald moeten worden of deze kosten afwijken van de kosten die gemaakt zouden zijn wanneer de uitvoeringsactiviteit volgens planning zou zijn uitgevoerd. Deze directe bouwkosten worden aangevuld met een percentage dat over de directe bouwkosten worden berekend, welke door een begroting van de ABK worden bepaald. Voor het bepalen van deze wordt uitgegaan van de volgende kostengroepen:

- Loon- en salariskosten leidinggevend & ondersteunend personeel;
- Voorzieningen personeel op de bouwplaats (tijdelijke accommodatie, communicatie en databeheer, veiligheids- en gezondheidsvoorzieningen);
- Inrichting & beheer bouwterrein en bouwwerk;
- Transport & logistiek;
- Tijdelijke aansluitingen;
- Inzet klein materieel;
- Overige voorzieningen.

(Regieraad Rationalisatie Bouw , 2010)

Loon- en salariskosten zijn altijd tijdsgebonden kosten. Daarnaast zijn voor het bepalen van de kosten van vertraging de tijdsgebonden onderdelen van de overige kostengroepen van belang, waarbij het kan gaan om gebruiks- en verbruikskosten, huur en/of afschrijving. Voor het gedeelte eenmalige kosten van de kostengroepen wordt ervan uitgegaan dat deze niet wijzigen bij een vertraging in de tijd.

- Tijdsbonden kosten van vertraging zijn te bepalen door de directe bouwkosten per tijdseenheid van de vertrapte bouwactiviteit(en) plus een percentage ABK op te tellen, waarvan alleen het tijdsgebonden deel van de ABK wordt meegerekend. Dit wordt vermenigvuldigd met de vertraging, uitgedrukt in een tijdseenheid. Voor de visualisatie in het hulpmiddel wordt een fictief bedrag aangenomen.

Kosten als gevolg van niet tijdig opleveren (Boeteclausules Kortingsregelingen)

De opdrachtgever heeft de mogelijkheid volgens paragraaf 42 van de UAV 1989/2012 bij te late oplevering van het werk aan de aannemer kortingen op de aanneemsom op te leggen. De kortingsregeling, ook wel boeteclausule genoemd, wordt in het bestek omschreven en is daarmee onderdeel van het contract. De projectduur/termijn, binnen welke het werk moet worden opgeleverd, wordt volgens UAV 1989/2012, paragraaf 8, eerste lid, in het bestek uitgedrukt in: -een aantal werkbare werkdagen; - een aantal kalenderdagen, - weken of –maanden; of door het noemen van een bepaalde dag.

De functie van de kortingsregeling is enerzijds een prikkel tot tijdige nakoming (oplevering) en anderzijds een gefixeerde schadevergoeding.

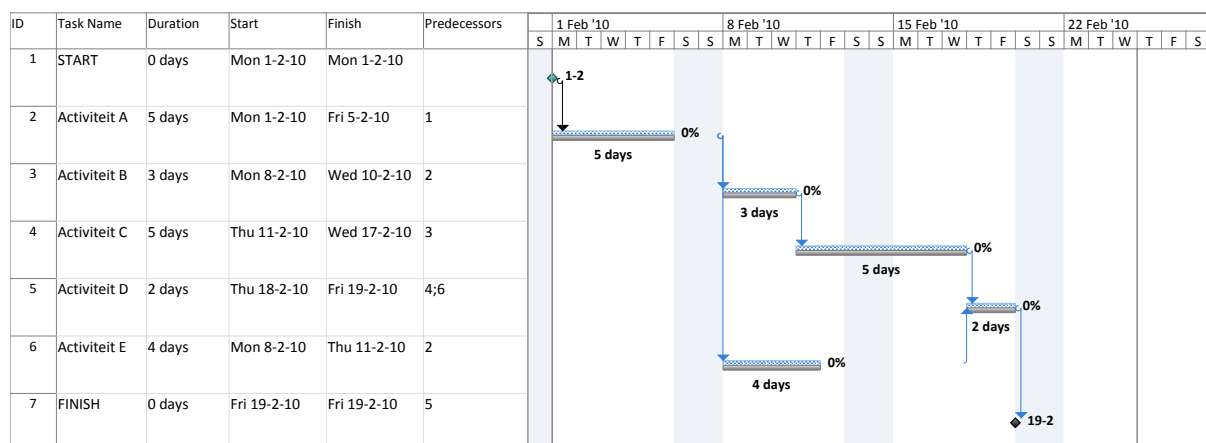
- Voor de kosten van boeteclausules wordt uitgegaan van de boeteclausules die in de voorwaarden van het bestek zijn omschreven. Voor de visualisatie van het hulpmiddel wordt een fictief bedrag aangenomen.

Vertraging en versnelling weergeven

Vertraging en eventuele versnelling kan op verschillende manieren worden weergegeven. In hoofdstuk 2.3 “Weergave van activiteiten in de tijd” zijn de meest gangbare visualisatiemethoden beschreven. In deze paragraaf zal aan de hand van deze visualisatiemethoden worden beschreven hoe daarbij vertraging en versnelling wordt weergegeven. Bij het visualiseren van vertraging en versnelling in de bouwplanning gaat het om het weergeven van een afwijking van het werkelijke proces ten opzichte van het oorspronkelijk geplande proces.

a. Gantt Chart / balkenschema;

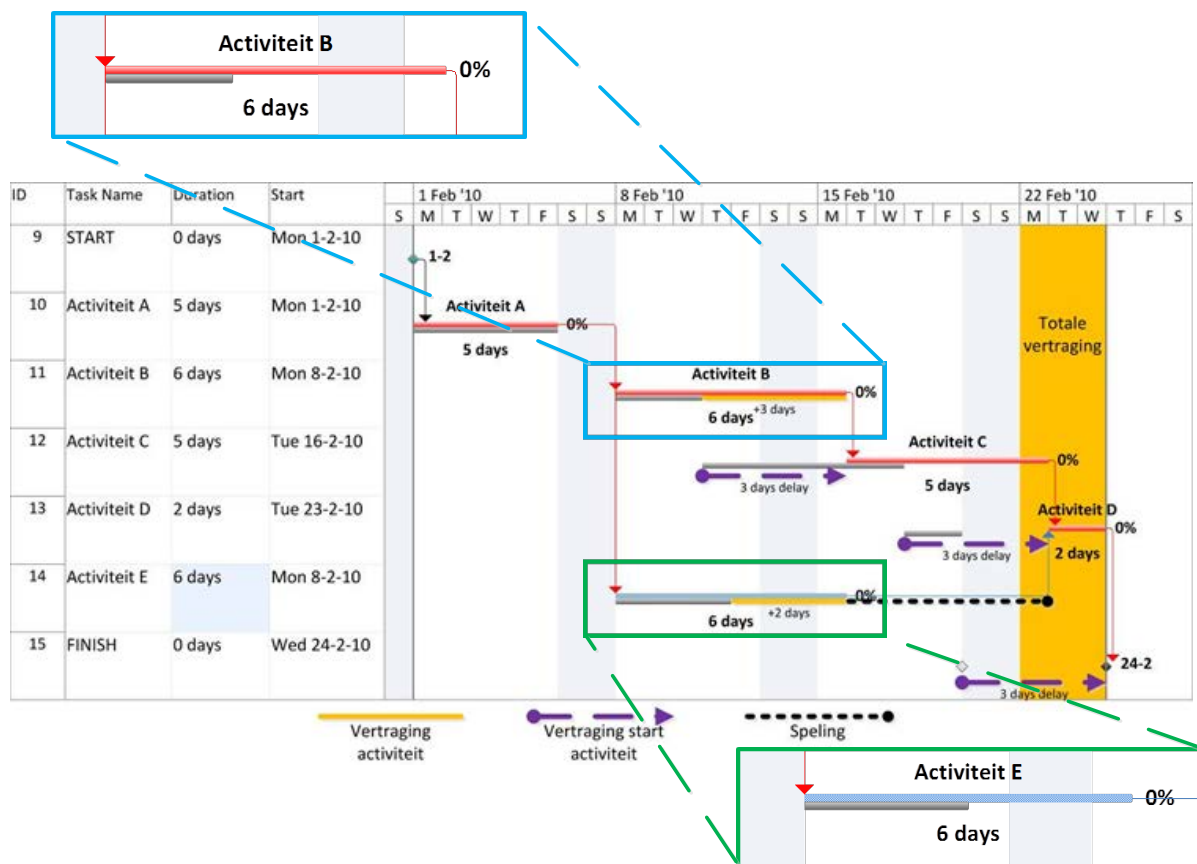
In onderstaande Afbeelding 26 wordt een voorbeeld getoond van activiteiten A tot en met E die in een Gantt Chart/balkenschema worden weergegeven. Hierbij wordt het kritieke pad gevormd door een keten van activiteiten A, B, C en D. Dit kritieke pad heeft een totale lengte van totaal 15 werkdagen. Activiteit E is geen onderdeel van het kritieke pad.



Afbeelding 26 Voorbeeld van geplande uitvoeringsactiviteiten

Veronderstel nu dat activiteit B in plaats van 3 werkdagen, met 3 werkdagen uitloopt tot in totaal 6 werkdagen. Het blauwe kader op Afbeelding 27 toont hoe de geplande (onderste grijze) balk welke activiteit B weergeeft wordt verlengd naar 6 dagen (de bovenste rode balk). Daarnaast loopt ook activiteit E 2 werkdagen uit, en duurt daardoor in plaats van de geplande 4 werkdagen nu 6 werkdagen. Dit wordt ook in het groene kader op Afbeelding 27 weergegeven. De bovenste blauwe

balk geeft wordt met 2 werkdagen (en 2 weekenddagen) verlengd ten opzichte van de geplande (onderste grijze) balk.



Afbeelding 27 Voorbeeld van werkelijke uitvoering van geplande uitvoeringsactiviteiten

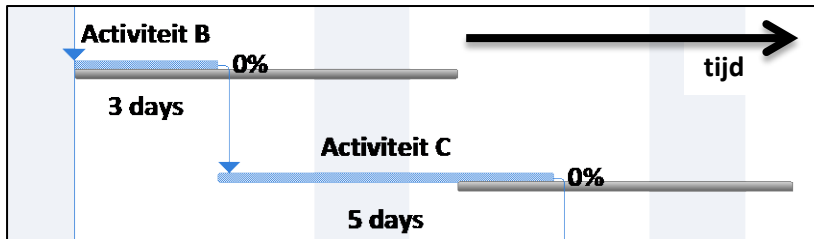
Afbeelding 27 geeft daarnaast aan wat de effecten van een vertraging van Activiteit B en Activiteit E met respectievelijk 2 en 3 werkdagen. Als gevolg van de vertraging (van 3 werkdagen) van activiteit B wordt de startdatum van activiteit C en activiteit D óók met 3 werkdagen vertraagd. Bovendien wordt de einddatum (FINISH) van het project met drie werkdagen (en twee weekenddagen) vertraagd. Op deze manier is de totale projectduur van dit voorbeeld niet 15 werkdagen maar 18 werkdagen geworden. De activiteiten die het kritieke pad vormen zijn niet gewijzigd.

Hoewel de vertraging van activiteiten B en E tegelijkertijd optreden, heeft de vertraging van activiteit E geen invloed gehad op de vertraging van de opvolgende activiteit D. De speling (float/slack) van activiteit E was 4 werkdagen voordat het activiteit D zou kunnen beïnvloeden maar is als gevolg van de vertraging van activiteit E zelfs toegenomen tot 7 werkdagen (de vertraging van activiteit E buiten beschouwing gelaten). In het algemeen kan het dus voorkomen dat er activiteiten vertragen maar dat deze geen invloed hebben op de totale uitvoeringstijd.

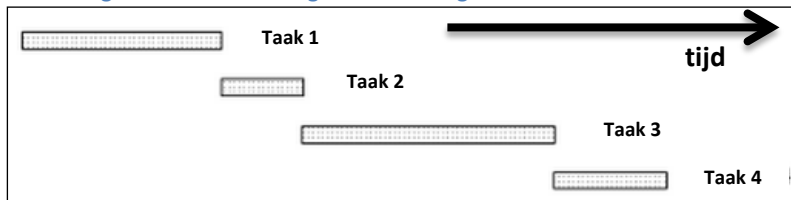
Naast vertraging weergeven is het ook mogelijk om versnelling van uitvoeringsactiviteiten in een balkenschema weer te geven. De balken zijn verdeeld over een tijdschaal en de lengte van de balk is daarmee in verhouding met de tijdsduur van de uitvoeringsactiviteit. De meest eenvoudige manier om een versnelling weer te geven is daarmee een ingekorte balk in de planning. Op Afbeelding 28 is de ingekorte blauwe balk (ten opzichte van de geplande grijze balk) een mogelijkheid om versnelling weer te geven in een Gantt Chart. Hierdoor wordt ook de opvolgende activiteit C eerder uitgevoerd,

wat zichtbaar is door een verschuiving naar links van de blauwe balk ten opzichte van de geplande grijze balk.

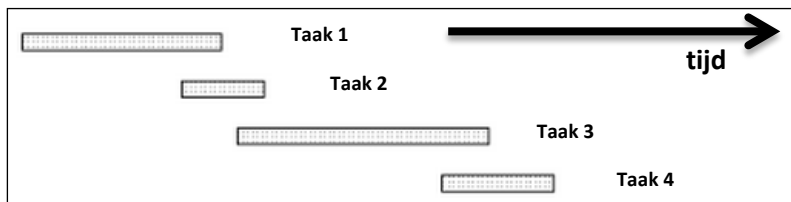
Het is mogelijk dat deze versnelling op meerdere uitvoeringsactiviteiten wordt toegepast. In onderstaande Afbeelding 29 is de planning van een viertal taken weergegeven in een balkenschema, waarbij de voorgaande taak de volgende opvolgt. In geval van een versnelling van deze taken, zoals weergegeven in Afbeelding 30, zal de totale doorlooptijd verkorten doordat de uitvoering van de taken gedeeltelijk overlapt. Dit is zichtbaar doordat de activiteiten hierdoor eerder zijn afgerond. Deze manier van versnelling weergeven kan worden toegepast bij de planning van uitvoeringsactiviteiten, maar daarnaast ook voor de gehele bouwfaserings.



Afbeelding 28 Voorbeeld weergave versnelling van activiteiten in Gantt Chart



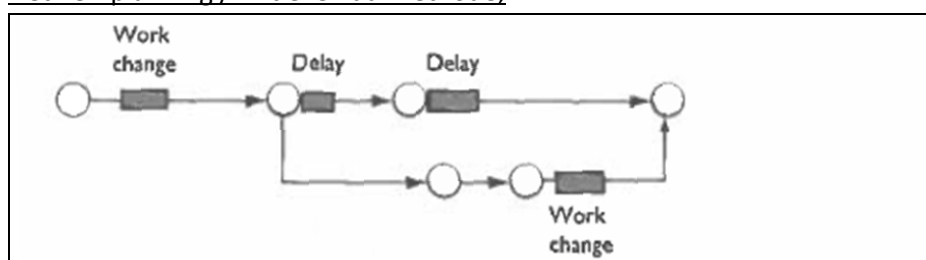
Afbeelding 29 Geplande fasering van taken; (Carmichael, 2006)



Afbeelding 30 Versnelde fasering van taken; (Carmichael, 2006)

- Vertraging wordt in Gantt Chart weergegeven door **verlenging of verschuiving naar rechts** van balk van uit te voeren activiteit ten opzichte van geplande balk.
- Versnelling wordt in Gantt Chart weergegeven door **verkorting of verschuiving naar links** van balk van uit te voeren activiteit ten opzichte van geplande balk.

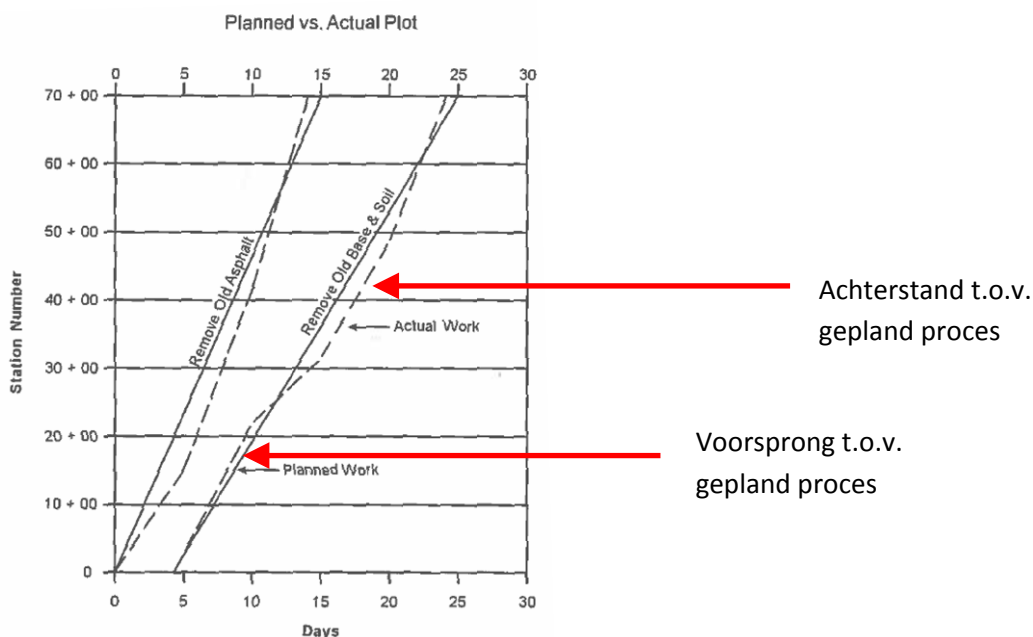
b. Netwerkplanning / Kritieke Pad Methode:



Afbeelding 31 Voorbeeld van een netwerkschema (zoals werkelijk uitgevoerd), met wijzigingen (Work change) en vertraging (Delay); (Carmichael, 2006)

- Door middel van “factual netwerk” kunnen vertraging en wijzigingen in een netwerkdiagram worden weergegeven. Vergelijking van werkelijke en oorspronkelijk geplande activiteiten, met als doel oorzaken van vertraging of wijziging vast te leggen en hiermee discussies tussen aannemer en/ of opdrachtgever te kunnen ondersteunen.
- Vertraging kan worden weergegeven door rechthoekige balk rechts van activiteit (welke met cirkel of rechthoek wordt weergegeven), waarvan de breedte in verhouding is met de tijd op de tijdschaal. Voor wijzigingen van activiteiten kan een extra rechthoekige balk worden toegevoegd met de tekst “Work change”.
- Voor het weergeven van voorsprong of maatregelen om versnelling weer te geven is geen wetenschappelijke bron gevonden. Echter zijn er wel suggesties voor het praktisch toepassen ervan.

c. Tijd-wegdiagrammen.



Afbeelding 32 Geplande en werkelijke situatie in een tijd-wegdiagram bij een wegvernieuwing (Pierce, 2004)

- De tijd-wegdiagrammen geven de locatie en tijd in één diagram weer en biedt mogelijkheden om vertraging weer te geven. De werkelijke voortgang wordt met de geplande voortgang van de uitvoeringsactiviteiten vergeleken en samen in het diagram geplotted.
- Achterstand/vertraging van het werkelijke proces ten opzichte van het geplande proces wordt weergegeven doordat de lijn van de werkelijke voortgang zich rechts (=later in de tijd) ten opzichte van de geplande voortgang bevindt. Een latere start wordt weergegeven door een totale verschuiving van de lijn voor de werkelijke voortgang naar rechts.
- Voorsprong van het werkelijke proces ten opzichte van het geplande proces wordt weergegeven doordat de lijn van de werkelijke voortgang zich links (=eerder in de tijd) ten opzichte van de geplande voortgang bevindt. Een eerdere start wordt weergegeven door een totale verschuiving van de lijn voor de werkelijke voortgang.
- De steilheid van de lijn geeft het werktempo aan. Hoe steiler, hoe hoger het werktempo. Een steilere lijn kan een versnelling aangeven, een minder steile lijn een vertraging.

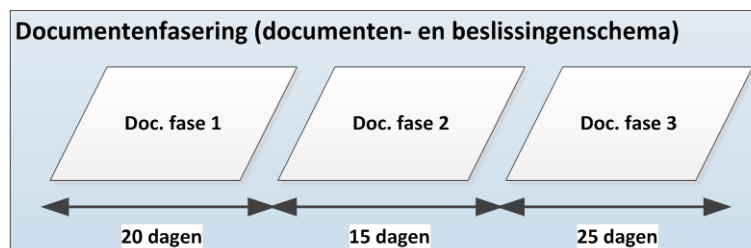
Mogelijkheden weergave vertraging van documenten

Zoals al eerder omschreven in de vorige paragraaf 2.1 onder het kopje " Gegevensfasering / documentenfasering engineering van productgroepen" wordt in het documenten- en beslissingenschema vastgelegd welke fasen worden doorlopen bij de opstelling, goedkeuring, engineering en productie van de verschillende documenten die voor uitvoering nodig zijn. Omdat deze procedures en de onderlinge relaties tussen de documenten zijn vastgelegd kan dit als basis worden aangehouden voor de fasen die voorafgaan aan de uitvoering.

In paragraaf 2.2 "Documentenbeheer bouwfase A" is al ingegaan op de "NO CHANGE"-datum van de documenten, welke als mijlpaal in de gegevensfasering wordt beschouwd. Wijzigingen gemaakt na deze datum zullen gevolgen hebben voor de startdatum van productie en uitvoering. Daarnaast is ingegaan op het koppelen van de uitvoeringsactiviteiten aan de documenten. Hiervoor is de eerste startdatum van de uitvoering van het bouwonderdeel van belang. Vanaf die datum kan aan de hand van het documenten- en beslissingenschema worden teruggerekend op welke data de verschillende fasen in de documentenbeheersing dienen plaats te vinden. Deze data kunnen als mijlpalen of peildata worden gebruikt om daarmee vast te stellen of de planning tijdens het proces van gegevensfasering volgens planning verloopt. Deze methode wordt hieronder verder toegelicht.

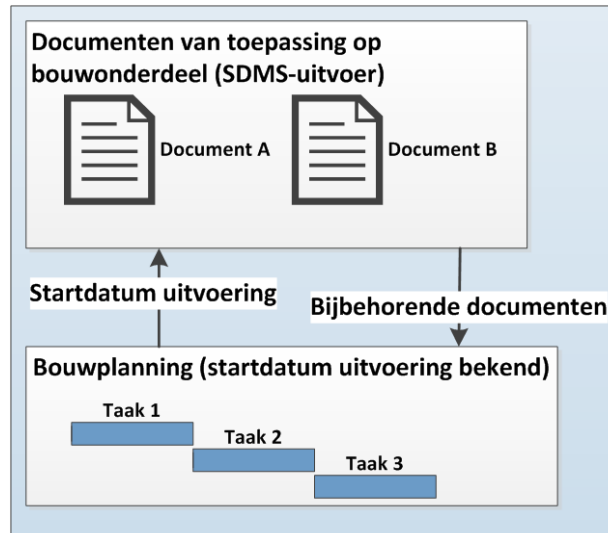
Naast wijzigingen kan de situatie zich voordoen, waarbij één van de fasen in de documentenbeheersing langer duurt dan gepland in het documenten- en beslissingenschema. Er is hierbij dus sprake van vertraging. De verschillende oorzaken van vertraging zijn in de bijlage F beschreven.

In paragraaf 2.1 " Gegevensfasering / documentenfasering engineering van productgroepen" is ingegaan op de fasering van de documenten welke voorafgaat aan de uitvoering. Deze fasering is in het documenten- en beslissingenschema voor verschillende bouwonderdelen vastgelegd. Dit is schematisch weergegeven in onderstaande afbeelding en in het blauwe kader linksboven op Afbeelding 36.



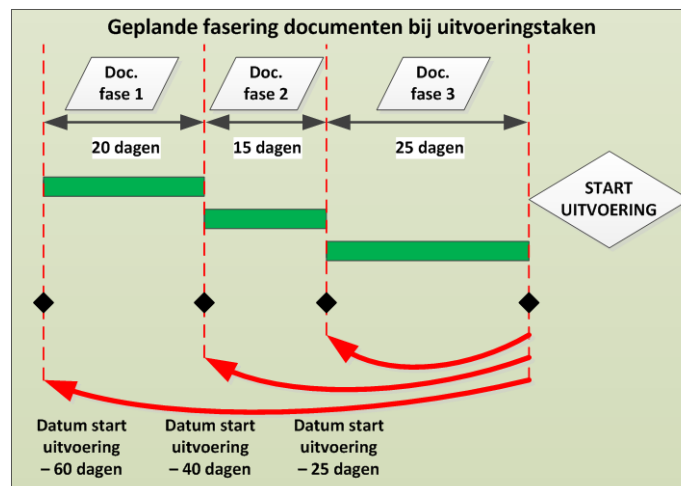
Afbeelding 33 Principe van documentenfasering; De duur van de fasen is fictief.

De startdatum van uitvoering van de verschillende uitvoeringsactiviteiten is van belang voor een juiste planning van de documentenfasering. Deze startdatum is terug te vinden in de bouwplanning, zoals deze in paragraaf 2.1 is beschreven. Vanuit documentenbeheersysteem SDMS is op te roepen welke documenten bij de verschillende bouwonderdelen horen. Door deze beide gegevens (startdatum uitvoering en documenten die van toepassing zijn) met elkaar te koppelen wordt duidelijk op welke datum de documenten gereed dienen te zijn. Deze methode is in paragraaf 2.2 onder het kopje "Relatie gegevensfasering documenten en uitvoering van verschillende productgroepen" toegelicht. Dit is schematisch weergegeven in onderstaande afbeelding en in het blauwe kader linksonder op Afbeelding 36.



Afbeelding 34 Principe van koppeling startdatum uitvoering aan bijbehorende documenten.

Met behulp van de documentenfasering en de startdatum van de uitvoering welke aan de documenten is gekoppeld kan door combinatie van beide gegevens een documentenplanning worden opgesteld. Met deze planning kan de fasering van de documenten worden bepaald, waarbij de geplande data van de mijlpalen ook is terug te rekenen vanaf het moment dat de uitvoering start. Op deze manier is de koppeling tussen de voorbereiding van de documenten, de uitvoering en de bouwplanning gelegd. Dit is schematisch weergegeven in onderstaande afbeelding en in het groene kader rechtsonder op Afbeelding 36. Deze afbeelding geeft de gehele samenhang voor de methode weer.



Afbeelding 35 Principe documentenplanning met planning mijlpalen gebaseerd op documentenfasering.

Deze planning van de fasering van de documenten, kan tijdens de voorbereiding van de uitvoering als basis worden gebruikt om de voortgang van de documentenfasering te bewaken. In geval van vertraging is dit zichtbaar doordat de mijlpalen uit de documentenfasering dan verlopen zijn. Met andere woorden, de data van de mijlpalen worden niet gehaald. De gewenste situatie is volgens planning te werken, en bij voorkeur zelfs nog enige speling te hebben in de documentenplanning. Mocht het nodig zijn om maatregelen tot versnelling toe te passen, dan kan de documentenplanning gebruikt worden om het effect ervan te bepalen.

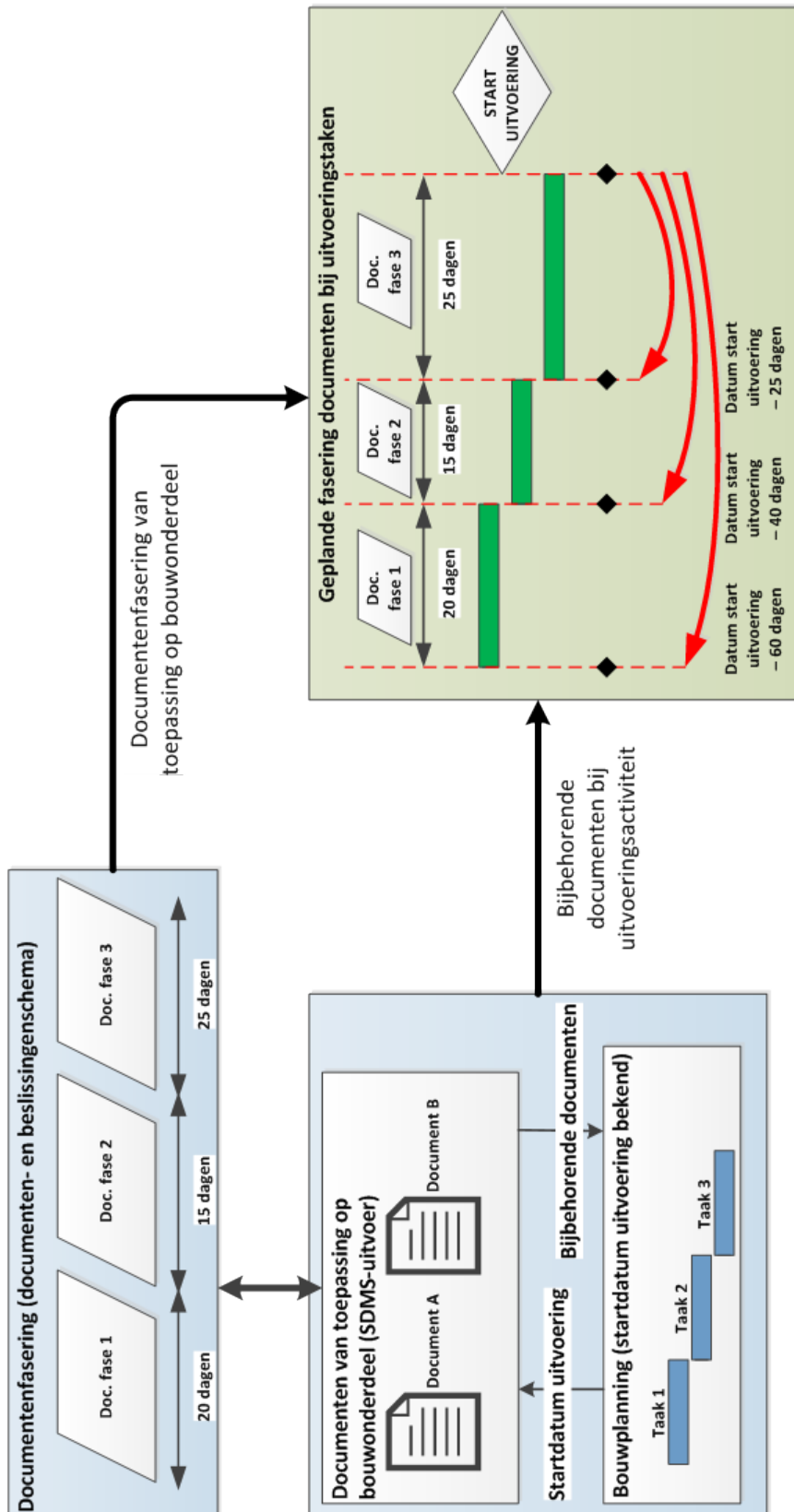
Op Afbeelding 34, Afbeelding 35 en onderstaande Afbeelding 36 wordt de bouwplanning en documentenplanning weergegeven door middel van een balkenschema. Dit is in deze afbeeldingen in principe als voorbeeld aangegeven, om zo het principe van een planning weer te geven. Andere visualisatiemethoden zijn mogelijk. De definitieve keuze voor een visualisatiemethode is in paragraaf 3.3 “Verantwoording van Programma van Eisen naar Ontwerp “ toegelicht.

- Documenten- en beslissingenschema kan als basis worden aangehouden voor de fasen voorafgaand aan de uitvoering. Per bouwonderdeel kunnen de doorlooptijden van dit schema verschillen.
- Eerste startdatum van uitvoering bouwonderdeel is bepalend voor de data van documentenfasering. Startdatum is afkomstig uit bouwplanning. Vanuit documentenbeheerssysteem SDMS is op te roepen welke documenten bij de verschillende bouwonderdelen horen. Door terug te rekenen kunnen data als mijlpaal worden vastgelegd.
- Van de mijlpalen kan een documentenplanning met de data van gegevensfasering als peildata worden opgesteld, zodat voortgang kan worden bewaakt, vertraging zichtbaar wordt en eventuele maatregelen tot versnelling afgewogen kunnen worden.

De onderzoeksresultaten uit dit hoofdstuk hebben samen met de onderzoeksresultaten uit hoofdstuk 2.1.1 en 2.1.2 geleid tot de eisen 1.1 en 1.2 van de functievervulling:

- **1.1 “Hulpmiddel moet de gevolgen van vertraging van documenten duidelijk maken”;**
- **1.2 “Hulpmiddel dient de voortgang van documenten duidelijk te maken”.**

*Deze eisen volgen uit deze hoofdstukken omdat hierin is omschreven op welke manier de gevolgen van vertraging binnen de gegevensfasering van de documenten in kaart wordt gebracht. Ook de gevolgen die dit heeft op de uitvoeringsplanning worden hierin beschreven. Bovendien wordt uit de onderzoeksresultaten duidelijk op welke manier de voortgang van de gegevensfasering van documenten kan worden gevolgd aan de hand van peildata. De bouwplanning, de documenten van het bouwproject en de gegevensfasering (afkomstig uit de documenten- en beslissingenschema's) van de verschillende productgroepen dienen als input voor de methode. In de methode heeft **stroomschema V.1.**, zoals beschreven in hoofdstuk 4.2, de functie van het koppelen van deze invoergegevens. Aan de hand van **stroomschema V.2.** wordt vervolgens de functie van het volgen van de voortgang van deze documenten en het visualiseren van deze gevolgen van vertraging van documenten, uitgedrukt in tijd beschreven.*



Afbeelding 36 Principe van koppelen documenten en planning.

3. Ontwerp

Vanuit de probleemstelling is een doelstelling geformuleerd, waarin ontwikkeling van een methode wordt omschreven. Deze methode moet aan een aantal eisen voldoen, welke worden omschreven in het Programma van Eisen. Dit zijn de functionele eisen, omdat hieraan minstens moet worden voldaan om het omschreven probleem aan te pakken.

Aan de hand van de doelstelling is onderzoek uitgevoerd, waarvan de resultaten in het vorige hoofdstuk zijn beschreven. Deze leiden daarbij ook tot een aantal aanvullende eisen of wensen.

Ten slotte worden door het afstudeerbedrijf een aantal kenmerken aan de methode verlangd, welke ook in het Programma van Eisen zijn omschreven.

In dit hoofdstuk wordt eerst ingegaan op de doelstelling voor het ontwerp van de methode uitgewerkt als hulpmiddel, waarna de eisen in het Programma van Eisen worden beschreven. De verantwoording van de belangrijkste keuzen die voor de uitwerking als hulpmiddel zijn gemaakt zijn beschreven in paragraaf 3.3.

Na de verantwoording van het Programma van Eisen wordt in het opvolgende hoofdstuk 4 beschreven hoe het verder is uitgewerkt tot een ontwerp voor het hulpmiddel. Dit laat zien hoe het hulpmiddel is ontworpen en ingedeeld is, waarna in het laatste hoofdstuk wordt afgesloten met het toetsen van het ontwerp van de in dit hoofdstuk omschreven eisen.

3.1. Doelstelling voor ontwerp

In paragraaf 1.6 “Doelstelling” is de volgende doelstelling voor het afstudeerwerk opgesteld:

“Het ontwikkelen van een methode waarmee de gevolgen, uitgedrukt in tijd en kosten, van vertragingen en wijzigingen binnen de gegevensfasering van documenten tijdens de afstemming van de voorbereiding (engineeringfase) van bouw fase A duidelijk kunnen worden gemaakt, om zodoende de coördinatie van de uitvoeringsactiviteiten op basis van de beschikbare documenten tijdig te kunnen beheersen en het ad hoc bijsturen van de uitvoering te voorkomen, zodat mogelijke conflicten in de uitvoering met bijbehorende fouten en herstelkosten welke veroorzaakt worden door deze specifieke vertragingen en wijzigingen worden vermeden.”

Om vanuit deze doelstelling tot een Programma van Eisen voor het ontwerp van het hulpmiddel te komen, is het noodzakelijk te omschrijven aan welke functie deze methode volgens de doelstelling moet voldoen. De functieomschrijving is de vertaling van de doelstelling naar de eisen gesteld aan de oplossing van de probleemstelling. Deze functie wordt daarmee omschreven in de functionele eisen en geeft daarmee de voornaamste richting aan de eisen waaraan het hulpmiddel minimaal moet voldoen.

FUNCTIEOMSCHRIJVING: Het doel van de methode is om te kunnen ondersteunen bij het beheersen van de documentenstromen, waarbij het noodzakelijk is dat de projectleiders en documentenbeheerder vroegtijdig de effecten van vertraging en wijzigingen binnen de gegevensfasering van documenten kunnen signaleren. De gevolgen van tijdsvertraging van documenten tijdens de engineeringfase op de uitvoeringsactiviteiten dienen daarom duidelijk te zijn. Door de kennis van de gevolgen wordt getracht het proces van documentenbeheersing

ongestoord en beheerst te laten verlopen, dat wil zeggen, niet ad hoc. De opgelopen vertraging in de gegevensfasering van de documenten is niet (volledig) te voorkomen, maar duidelijkheid over de gevolgen in tijd (en daarmee samenhangende kosten), kan daarbij wel zorgen voor een beter verloop van de documentenbeheersing, doordat ook de gevolgen van een verstoord proces zoveel mogelijk kunnen worden beperkt. Hierdoor wordt de interne coördinatie van werkzaamheden in de voorbereiding van de uitvoering op zodanige manier uitgevoerd, dat men binnen de projectorganisatie voldoende tijd en mogelijkheden heeft om de uitvoering op basis van de beschikbare documenten te kunnen plannen.

Het vinden van mogelijkheden voor bijsturen (door het nemen van maatregelen) op basis van het signaleren van de vertraging van documenten is geen functionele eis van de methode, enerzijds omdat het bijsturen in de projectorganisatie op basis van de bouwplanning zal voorkomen, hierbij zullen verschillende alternatieven moeten worden afgewogen. Anderzijds omdat vertraging van uitvoeringsactiviteiten zeer diverse oorzaken kunnen hebben met ook zeer diverse maatregelen, waarvoor geen standaard aanpak is omschreven.

Voor elk soort productgroep is in een documenten- en beslissingenschema vastgelegd welke doorlooptijden van de gegevensfasering worden toegepast. De gehele doorlooptijden van gegevensfasering documenten verschillen per productgroep, ook de doorlooptijd per fase van opstellen, controle, aanpassing, acceptatie en productie verschillen. De gegevensfasering van de verschillende productgroepen bevat bovendien onderlinge relaties/raakvlakken waarbij afstemming van documenten en werkzaamheden noodzakelijk is. Door dit proces voor de documenten per productgroep in kaart te brengen kan het verloop van de gegevensfasering duidelijk worden gemaakt en wordt ook de kennis over de onderlinge raakvlakken vergroot. Door vastleggen van deze eis als functionele eis wordt bovendien gegarandeerd dat het methode een algemeen toe te passen methode is die mogelijkheden biedt om ook voor andere bouwfases of projecten de gevolgen van vertraging van documenten duidelijk te maken.

Deze eerste functie is vastgelegd in eis 1.1 “Hulpmiddel moet de gevolgen van vertraging van documenten duidelijk maken”.

Daarnaast is een doel van de methode om de voortgang van documenten te kunnen bewaken. Hiervoor zal bekend moeten zijn welke documenten op welke moment nodig zijn, om vervolgens hiervan een (documenten)planning te kunnen maken. Hierbij kan de status en voortgang van documenten worden bewaakt, zodat zichtbaar is welke documenten volgens planning lopen, of waar achterstand te verwachten is.

Door deze functie op te nemen in de methode is het mogelijk om tijdens de engineering te kunnen volgen hoe het proces van documentenbeheersing verloopt en welke invloed dit heeft op de uitvoering. Belangrijk hierbij is dat de gevolgen van wijzigingen in de voortgang van de gegevensfasering en de mogelijke gevolgen hiervan op de uitvoeringsplanning kunnen worden verwerkt. Deze functie is vastgelegd in eis 1.2 “Hulpmiddel dient de voortgang van de documenten duidelijk te maken”.

Het hulpmiddel wordt ontworpen om toe te kunnen passen op bouwfase A van de OV Terminal. Echter is in de afbakening een richting aangegeven dat het hulpmiddel onafhankelijk van de

bouwfase gebruikt kan worden. Hiervoor is het noodzakelijk dat de in het hulpmiddel gevisualiseerde methode zonder al te veel aanpassingen te gebruiken is bij andere bouwfases. In hoeverre dit haalbaar is kan bij de toetsing van het hulpmiddel worden vastgesteld.

3.2.Functionele en overige eisen/wensen in Programma van Eisen

Het Programma van Eisen, hieronder afgebeeld in Afbeelding 37, is omschreven in een aantal kenmerken welke het hulpmiddel kan hebben, onderverdeeld in eisen en wensen:

- Eisen: kenmerk van het hulpmiddel dat kan worden omschreven als: voldoet wel aan gesteld criterium/voldoet niet aan gesteld criterium

- Wensen: kenmerk van het hulpmiddel dat kan worden omschreven als: voldoet zo veel mogelijk aan gesteld criterium

nr	vaste eis	wens	ordering. eisenprogramma hulpmiddel documentenplanning
1			<i>Funcievervulling</i>
1.1	X		Hulpmiddel moet de gevolgen van vertraging van documenten duidelijk maken:
1.1.1	X		■ Gevolgen van vertraging uitgedrukt in tijd.
1.1.2	X		■ Te gebruiken met variabele doorlooptijden voor gegevensverstrekking en goedkeuring (gegevensfasering afhankelijk van productgroepen)
1.2	X		Hulpmiddel dient de voortgang van de documenten duidelijk te maken
1.2.1	X		■ De planning van documenten wordt weergegeven, waarbij de voortgang van de documentenplanning zichtbaar is.
1.2.2	X		■ De status van de documenten is in één overzicht zichtbaar.
2			<i>Kosten</i>
2.1		X	Arbeidskosten voor gebruiken hulpmiddel moeten zo goedkoop mogelijk zijn
3			<i>Technische eisen</i>
3.1	X		Hulpmiddel dient aan te sluiten bij de door Besix gebruikte computerprogrammatuur
4			<i>Gebruikerseisen</i>
4.1	X		Het hulpmiddel moet afstembaar zijn op de projectorganisatie:
4.1.1	X		■ vereiste expertise mag niet beperkend zijn d.w.z. invoer en verwerking dienen door meerdere medewerkers uitgevoerd te kunnen worden
4.2	X		Vereisten aan de uitvoergegevens:
4.2.1	X		■ uitvoergegevens dienen gebruikt te kunnen worden voor het coördineren van de uitvoeringsactiviteiten
4.3.2	X		■ uitvoergegevens geven een zo betrouwbaar en realistisch mogelijk beeld van de werkelijke situatie in de praktijk;
4.3.3	X		■ de uitvoergegevens zijn zo veel mogelijk eenduidig te interpreteren
5			<i>Gewenste / gevraagde kenmerken vanuit het bouwbedrijf</i>
5.1	X		Gevolgen dienen wanneer mogelijk te worden uitgedrukt in geld
5.1.1	X		Tijdsgebonden kosten in hulpmiddel verwerkt
5.1.2	X		Vaste kosten voor overschrijding contractueel vastgelegde data in hulpmiddel verwerkt
5.2	X		"No Change"-datum kan zichtbaar gemaakt worden
5.3	X		Het hulpmiddel dient toegepast te kunnen worden onafhankelijk van bouwfasen
5.4	X		Invloed van wijzigingen en aanpassingen van de documenten dienen verwerkt te kunnen worden.
5.5	X		Het hulpmiddel kan worden geïntegreerd met SDMS (het documentenbeheersysteem).
5.6		X	Het aangeven van de vertraagde documenten, wordt zo eenvoudig mogelijk weergegeven

Afbeelding 37 Programma van Eisen

1. EISEN AAN FUNCTIEVERVULLING

Het hulpmiddel moet de volgende functies kunnen uitvoeren:

1.1 Hulpmiddel moet de gevolgen van vertraging van documenten duidelijk maken:

- *Gevolgen van vertraging uitgedrukt in tijd;*
- *Te gebruiken met variabele doorlooptijden voor gegevensverstrekking en goedkeuring (gegevensfasering afhankelijk van productgroepen)*

De gevolgen van de vertraging kunnen worden uitgedrukt in een indicatie van de gevolgen in tijd, met als tijdseenheid een aantal dagen. Bovendien wordt er als eis gesteld dat het hulpmiddel gehanteerd kan worden bij variabele doorlooptijden voor gegevensverstrekking en goedkeuring. Per productgroep (staal, beton, afbouwonderdelen, etc.) verschilt de tijdsduur van engineering en productie, wat is vastgelegd in de documenten- en beslissingenschema's. Deze fase wordt ook wel de gegevensfasering genoemd. Met het kunnen gebruiken bij variabele doorlooptijden wordt bedoeld dat er in het geval er andere termijnen in het documenten- en beslissingenschema worden vastgesteld (voor engineering-, goedkeuring- en productie), dit kan worden aangepast en verwerkt in het hulpmiddel.

Deze functionele eis is gebaseerd op de doelstelling voor het ontwerp, waarbij de functieomschrijving (paragraaf 3.1) de vertaling is van de doelstelling (paragraaf 1.6) naar de eisen gesteld aan de oplossing van de probleemstelling (paragraaf 0).

Daarnaast is deze eis gebaseerd op de onderzoeksresultaten uit hoofdstuk 2.1, 2.2 en 2.4 waarin respectievelijk de uitvoeringsactiviteiten en documenten van toepassing op bouwfase A en de mogelijkheden voor het weergeven van vertraging en versnelling in de bouwplanning naar voren zijn gekomen.

1.2 Hulpmiddel dient de voortgang van de documenten duidelijk te maken:

- *De planning van documenten wordt weergegeven, waarbij de voortgang van de documentenplanning zichtbaar is.*
- *De status van de documenten is in één overzicht zichtbaar.*

Met behulp van een voortgangsplanning van de documenten zal zichtbaar zijn op welk moment, welke documenten nodig zijn. Van de documenten dient daarom ten minste te worden gepland op welke datum de documenten een bepaalde status zouden moeten hebben. Van de van toepassing zijnde documenten, kan dan in één overzicht wordt getoond, welke status deze heeft. Het kunnen bepalen van de gevolgen van een afwijking, is in eis 1.1 vastgelegd.

Deze eis is gebaseerd op de doelstelling voor het ontwerp, waarbij de functieomschrijving tot deze eis leidt. Daarnaast is de eis gebaseerd op de onderzoeksresultaten uit hoofdstuk 2.1, 2.2 en 2.4 waarin respectievelijk de uitvoeringsactiviteiten en documenten van toepassing op bouwfase A en de mogelijkheden van voortgangsbewaking zijn beschreven.

2.KENMERKEN M.B.T. KOSTEN

Met betrekking tot de kosten van het hulpmiddel kan de volgende wens worden gesteld:

2.1 Arbeidskosten voor gebruiken hulpmiddel moeten zo goedkoop mogelijk zijn

De arbeidskosten welke besteed worden voor het gebruiken van het hulpmiddel dienen in verhouding te zijn met de tijdsinspanningen. Dit heeft als consequentie dat de te besteden arbeidskosten in ieder geval lager moeten zijn als de potentiële te besparen kosten als gevolg van vertraging. Dit impliceert dat er eisen worden gesteld aan het gebruiksgemak van het hulpmiddel.

Deze wens wordt vanuit kostenoverwegingen ten aanzien van het gebruik van het hulpmiddel gesteld. Door een vergelijking te maken van de arbeidstijd van de huidige activiteiten met de activiteiten die bij het gebruik van het hulpmiddel plaatsvinden, kan dit worden onderbouwd.

3. TECHNISCHE EISEN

Aan het hulpmiddel worden de volgende technische eisen gesteld:

3.1 Hulpmiddel dient aan te sluiten bij de door Besix gebruikte computerprogrammatuur

Het hulpmiddel zal gebruikt worden met behulp van computerprogrammatuur welke bij Besix aanwezig is. Het ontwikkelen van het hulpmiddel zal waarschijnlijk met Microsoft Excel worden uitgevoerd, omdat hier slecht beperkte programmeerkennis voor nodig is. Indien noodzakelijk zal er ook gebruik gemaakt worden van Microsoft Project. Aansluitend aan de hierna te noemen gebruikerseisen wordt als voorwaarde gesteld dat de gebruiker over voldoende basiskennis beschikt om deze te kunnen bedienen.

Deze eis is gebaseerd op de mogelijkheden, kennis en beschikbaarheid van de software voor de ontwerper en gebruikers binnen de projectorganisatie.

4. GEBRUIKERSEISEN

Voor het gebruiken van het hulpmiddel is het belangrijk dat deze zijn afgestemd op de projectorganisatie om daarmee een oplossing te bieden voor het omschreven probleem. Daarnaast kunnen er vereisten worden gesteld aan de invoergegevens en de te verwachten uitvoergegevens.

4.1 Het hulpmiddel moet af te stemmen zijn op de projectorganisatie

■ *vereiste expertise mag niet beperkend zijn d.w.z. invoer en verwerking dienen door meerdere medewerkers uitgevoerd te kunnen worden;*

Bovenstaande eis stelt randvoorwaarden aan het gebruiksgemak en de functionaliteit binnen de projectorganisatie van OVT Utrecht.

Deze eis is gebaseerd op praktische overwegingen gemaakt ten aanzien van de bruikbaarheid van het hulpmiddel.

4.2 Vereisten aan de verwachte uitvoergegevens

■ *uitvoergegevens dienen gebruikt te kunnen worden voor het coördineren van de uitvoeringsactiviteiten;*

■ *de uitvoergegevens geven een zo betrouwbaar en realistisch mogelijk beeld van de werkelijke situatie in de praktijk;*

■ *de uitvoergegevens zijn zo veel mogelijk eenduidig te interpreteren.*

Er is bij de ontwikkeling van het hulpmiddel ervan uitgegaan dat de uitvoergegevens van het hulpmiddel bestaan uit de gevolgen van vertragingen van documenten uitgedrukt in tijd. Om de betrouwbaarheid van het hulpmiddel te toetsen, is het wenselijk dat de uitvoergegevens zo veel mogelijk overeen komen met de werkelijke situatie, met andere woorden realistisch zijn. Door middel van toetsing kan de betrouwbaarheid van de resultaten worden bepaald. Dit betekent bovendien dat de interpretatie van de uitvoergegevens zo neutraal mogelijk geformuleerd is; ondubbelzinnig en maar op één manier uit te leggen.

Deze eisen zijn gebaseerd op de uitgangskennmerken, welke aan de functie van het hulpmiddel kunnen worden gesteld. Het is noodzakelijk dat de door het hulpmiddel geleverde informatie ook daadwerkelijk kan voldoen aan de doelstelling en daarmee een oplossing biedt voor het probleem. Verschillende partijen zoals projectleiders, documentenbeheerders, werkvoorbereiders en planners zullen vanuit hun functie verschillende informatie van het hulpmiddel verlangen, waarbij deze uitvoer wel eenduidig te interpreteren is en overeenkomt met de werkelijke situatie.

5. GEWENSTE / GEVRAAGDE KENMERKEN VANUIT HET BOUWBEDRIJF

Naast bovenstaande eisen worden vanuit het afstudeerbedrijf een aantal kenmerken van het hulpmiddel genoemd, welke zij graag in het hulpmiddel verwerkt zien. Deze zijn te omschrijven als kenmerken waar het hulpmiddel aan zou kunnen voldoen.

5.1 Gevolgen dienen wanneer mogelijk te worden uitgedrukt in geld

- Tijdsgebonden kosten in hulpmiddel verwerkt;
- Vaste kosten voor overschrijding contractueel vastgelegde data in hulpmiddel verwerkt.

De gevolgen van het vertragen van de documenten wordt in eerste instantie bepaald door een indicatie te geven van de tijdsvertraging. Daarnaast wordt gevraagd of het ook mogelijk is om de gevolgen van vertraagde documenten in geld uit te drukken. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in twee kostenposten, welke in hoofdstuk 2.4 zijn beschreven. Enerzijds gaat het hierbij om de tijdsgebonden kosten per tijdseenheid, anderzijds gaat het om de kosten wanneer er contractueel vastgelegde data worden overschreden waarbij er een boeteclausule/kortingsregeling is vastgesteld. Het kunnen kwantificeren van deze kosten is een gewenst kenmerk.

Deze kenmerken zijn gebaseerd op de onderzoeksresultaten genoemd in hoofdstuk 2.4, specifiek het onderdeel waarin het aspect kosten met betrekking tot vertraging en versnelling wordt besproken. Daarnaast omschrijft de doelstelling de functie van het hulpmiddel voor het duidelijk maken van de gevolgen uitgedrukt in kosten.

5.2 "No Change"-datum kan zichtbaar gemaakt worden

Als tweede gevraagde kenmerk wordt aangegeven dat het hulpmiddel een "no change"-datum zichtbaar kan maken, welke bij de gegevensfasering van de documenten van het bouwonderdeel hoort. Deze datum houdt in, dat er een uiterlijke datum is, tot wanneer er wijzigingen kunnen worden doorgevoerd aan de documenten, zonder dat dit gevolgen heeft voor de startdatum van de bouwactiviteiten. Daarbij legt deze datum vast op welk moment documenten goedgekeurd dienen te zijn voor uitvoering. De "no change"-datum is afhankelijk van de engineering-, goedkeuring- en productietermijnen, welke zijn gekoppeld aan de startdatum van de planningsactiviteiten in de bouwplanning.

Dit gevraagde kenmerk is gebaseerd op de onderzoeksresultaten uit hoofdstuk 2.2, specifiek het onderdeel over de fasering van de documentenbeheersing. Hieruit kan worden opgemaakt dat de datum, die als NO Change datum kan worden gehandhaafd, de datum is ná de 2^e controlerende in de gegevensfasering.

5.3 Het hulpmiddel dient toegepast te kunnen worden onafhankelijk van bouwfasen

Het hulpmiddel zal worden ontworpen voor bouwfase A van het project OVT Utrecht. Echter, kan als gevraagd kenmerk worden gesteld dat het gebruik van het hulpmiddel onafhankelijk is van de bouwfasen. Met andere woorden, het hulpmiddel moet voor het gehele project toepasbaar zijn. De verwachting is, dat er met het ontwikkelen van deze methode een werkwijze wordt vastgelegd welke ook op de andere bouwfasen toepasbaar is.

Bovenstaande kenmerk is ook in de hoofdstukken met betrekking tot de doelstelling en afbakening vastgelegd.

5.4 Invloed van wijzigingen en aanpassingen van de documenten dienen verwerkt te kunnen worden

Indien mogelijk wordt gevraagd dat de functionaliteit in het hulpmiddel worden geïntegreerd om de invloed van wijzigingen en aanpassingen van de documenten te kunnen verwerken. Hiermee wordt bedoeld dat , in het geval er veranderingen zijn aan de inhoud van de documenten, de gevolgen van deze veranderingen duidelijk kunnen worden gemaakt. De gevolgen zullen waar mogelijk in een tijdseenheid kunnen worden aangegeven.

Deze eis is gebaseerd op de in de doelstelling gestelde omschrijving en de onderzoeksresultaten van hoofdstuk 2.3 en 2.4, waarin respectievelijk de weergave van activiteiten in de tijd en de mogelijkheden voor weergeven van vertraging en versnelling weer te geven zijn omschreven.

5.5 Het hulpmiddel kan worden geïntegreerd met SDMS (het documentenbeheersysteem)

Met het huidige documentenbeheersysteem SDMS is het mogelijk om de documenten op te slaan, te raadplegen en de documentenstatus en -geschiedenis in te zien. Men zou graag de functionaliteit van het hulpmiddel met SDMS integreren, zodat er geen extern programma nodig is.

In hoofdstuk 2.2 is de achtergrond van de documentenbeheersing beschreven. Hieruit is naar voren gekomen dat hiervoor het systeem/programma SDMS wordt gebruikt. Dit gevraagde kenmerk is gebaseerd op de overweging vanuit bruikbaarheid van het hulpmiddel voor de projectorganisatie.

5.6 Het aangeven van de vertraagde documenten, wordt zo eenvoudig mogelijk weergegeven

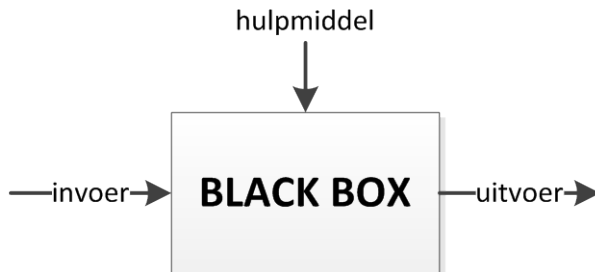
Het afstudeerbedrijf heeft als wens dat het hulpmiddel mogelijk maakt dat vertraagde documenten zo eenvoudig mogelijk worden weergegeven.

Met behulp van SDMS is het mogelijk om een lijst met documenten te exporteren naar een Excel-sheet. Regelmatig wordt door de documentenbeheerder een uitdraai gemaakt van de documenten welke zijn ingediend bij de opdrachtgever en waarop een reactie wordt verwacht. Het aangeven van deze vertraagde documenten kan bijvoorbeeld in een documentenlijst worden getoond.

Deze wens is gebaseerd op de resultaten van gesprekken met de projectleider ruwbouw en medewerkster documentenbeheer.

3.3. Verantwoording van Programma van Eisen naar Ontwerp

De functieomschrijving geeft aan hoe de doelstelling naar het Programma van Eisen kan worden omgezet. De volgende stap is het vertalen van het Programma van Eisen naar het ontwerp. Deze stap kan worden gezien als de "black box", zoals in Afbeelding 38 wordt weergegeven.



Afbeelding 38 Hulpmiddel als "Black Box"

Hierbij gaat het om het omzetten van een bepaalde invoer naar een bepaalde uitvoer, waarbij de methode ervoor zorgt dat deze stap gemaakt wordt. Noodzakelijk is dus vooral te weten: welke uitvoer is nodig om het probleem op te lossen. Daarna kan worden nagegaan, welke gegevens nodig zijn om deze uitvoer samen te stellen.

Om het probleem op te lossen en aan de doelstelling te voldoen, is het noodzakelijk dat de methode de juiste uitvoer kan geven. De uitvoer moet daarom antwoord kunnen geven op de volgende vragen:

- welke documenten er vertraging hebben in de engineering/gegevensfasering;
- welke gevolgen dit heeft voor de uitvoeringsactiviteiten in een eenheid van tijd;
- welke gevolgen dit heeft voor de uitvoeringsactiviteiten in eenheid van kosten;

Daarnaast is het belangrijk dat men tussendoor de voortgang van documenten kan volgen en de gevolgen van wijzigingen of aanpassingen aan de documenten kan verwerken.

Deze uitvoer wordt uitgewerkt in een drietal onderdelen, waarvan de visualisatie hierna verder wordt uitgewerkt. Hieronder wordt per onderdeel aangegeven welke uitvoer en invoer nodig is om aan het Programma van Eisen te voldoen.

U1. Documentenlijst

Een overzicht van de documenten, waarbij wordt aangegeven of er zich vertraging voordoet in de engineering/gegevensfasering. Ook de gevolgen die dit heeft voor de startdatum van de uitvoeringsactiviteiten dient daarin te kunnen worden weergegeven.

Voor dit onderdeel is de volgende invoer nodig:

- welke documenten zijn er op de bouwfase van toepassing?
-> **documentenoverzicht; invoergegeven 1**
- wat is de startdatum van de uitvoering waarop de documenten van toepassing zijn?
-> **bouwplanning; invoergegeven 2**
- wat zijn de doorlooptijden / faseringen van de documenten in de gegevensfasering?
-> **overzicht van doorlooptijden/fasering van de gegevensfasering van documenten; invoergegeven 3**
- Welke relatie bestaat er tussen de gegevensfasering van de documenten en de uitvoeringsactiviteiten?
-> **koppeling gegevensfasering en uitvoeringsactiviteiten.**
Koppeling mogelijk door koppelen invoergegeven 1, 2 en 3

- welke vertraging doet zich voor in de gegevensfasering van documenten en welke gevolgen heeft dit in tijd?

-> **voortgang van gegevensfasering en gevolgen tijd van documenten; kan na Koppeling gegevensfasering en uitvoeringsactiviteiten worden verwerkt**

U2. Documentenplanning

Een overzicht van de gegevensfasering van de documenten, om zodoende weer te geven waar zich vertraging in tijd voor doet en daarmee de voortgang van deze documenten te kunnen volgen. Dit is gekoppeld aan de uitvoeringsactiviteiten om daarmee de gevolgen voor de uitvoeringsactiviteiten in tijd en de gevolgen van wijzigingen of aanpassingen aan de documenten te kunnen vaststellen.

Om dit onderdeel op te kunnen stellen is de volgende invoer nodig:

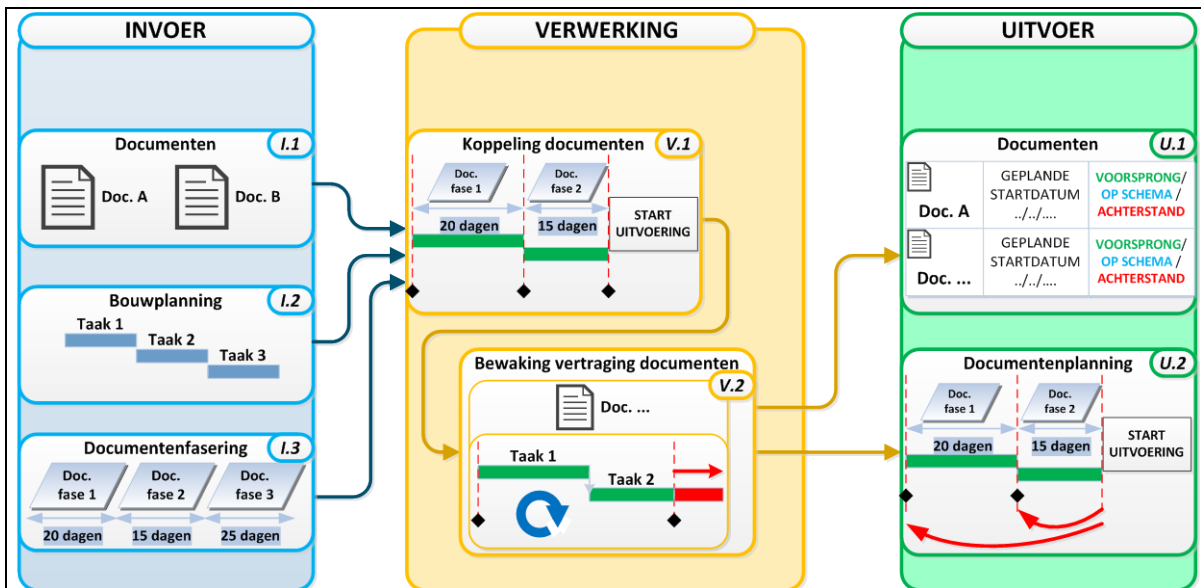
- welke documenten zijn er op de bouwfase van toepassing?
-> **documentenoverzicht; invoergegeven 1**
- wat is de startdatum van de uitvoering waarop de documenten van toepassing zijn?
-> **bouwplanning; invoergegeven 2**
- wat zijn de doorlooptijden / faseringen van de documenten in de gegevensfasering?
-> **overzicht van doorlooptijden/fasering van de gegevensfasering van documenten; invoergegeven 3**
- Welke relatie bestaat er tussen de gegevensfasering van de documenten en de uitvoeringsactiviteiten?
-> **koppeling gegevensfasering en uitvoeringsactiviteiten. Koppeling mogelijk door koppelen invoergegeven 1, 2 en 3**
- welke vertraging doet zich voor in de gegevensfasering van documenten en welke gevolgen heeft dit in tijd?

-> **voortgang van gegevensfasering en gevolgen tijd van documenten; kan na Koppeling gegevensfasering en uitvoeringsactiviteiten worden verwerkt**

Deze invoer komt overeen met de invoer van het vorige onderdeel, de documentenlijst (U.1.).

Met de Documentenlijst en Documentenplanning kan antwoord gegeven worden op welke documenten er vertraging er hebben in de engineering/gegevensfasering en welke gevolgen dit heeft voor de uitvoeringsactiviteiten in een eenheid van tijd. De voortgang van de documenten kan daarmee worden gevolgd en de gevolgen van wijzigingen of aanpassingen aan de documenten kan worden verwerkt.

Onderstaande Afbeelding 39 geeft schematisch weer hoe deze onderdelen gekoppeld zijn. De invoergegevens 1, 2 en 3 zijn links weergegeven, rechts staat de gewenste uitvoer als documentenlijst en documentenplanning. De koppeling van gegevensfasering van de documenten met de uitvoeringsactiviteiten vindt plaats in de verwerkingsmodule 1 door het koppelen van invoergegevens 1, 2 en 3. Hierna kan op basis van deze module de voortgang van de gegevensfasering van de documenten en de gevolgen in tijd van de documenten in verwerkingsmodule 2 worden verwerkt.



Afbeelding 39 Schematische weergave van invoer, verwerking en uitvoer tot Documentenlijst en Documentenplanning

U3. Kostenuitvoer

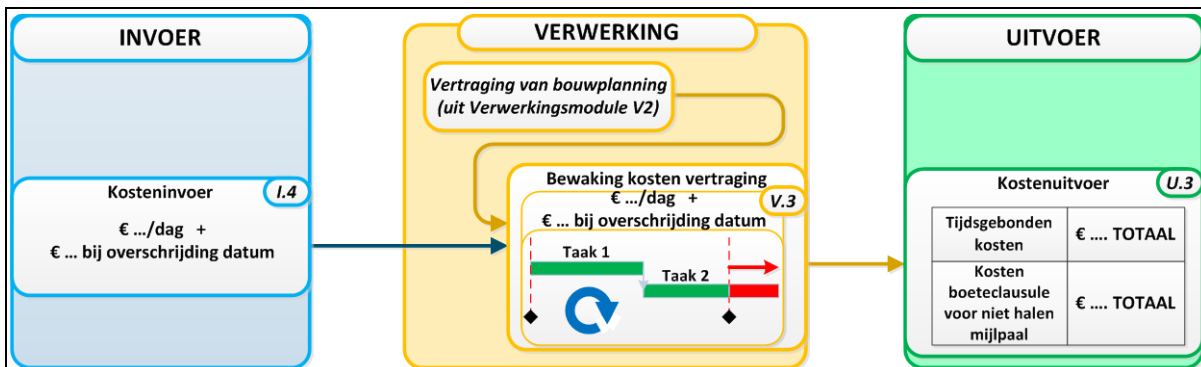
Een overzicht van de kosten als gevolg van vertraging van uitvoeringsactiviteiten. Hieruit moet blijken welke tijdsgebonden kosten er zijn aan de vertraagde uitvoeringsactiviteiten en welke kosten er zijn voor het overschrijden van contractueel vastgestelde data, waarvoor boeteclausules/kortingsregelingen gelden.

Om dit onderdeel op te kunnen stellen is de volgende invoer nodig:

- welke gevolgen in tijd hebben de uitvoeringsactiviteiten / welke activiteit vertraagd?
-> **voortgangsbewaking van vertraging uitvoering (in bouwplanning);**
Uit vorige onderdeel na verwerking tot Uitvoer 1 Documentenlijst en 2 Documentenplanning te bepalen, afkomstig uit verwerkingsmodule 2
- welke tijdsgebonden kosten worden gemaakt als gevolg van vertraagde uitvoering?
-> **overzicht tijdsgebonden kosten; onderdeel van invoergegeven 4**
- welke kosten gelden voor het overschrijden van contractueel vastgestelde data?
-> **overzicht data en kosten boeteclausules/kortingsregelingen. onderdeel van invoergegeven 4**

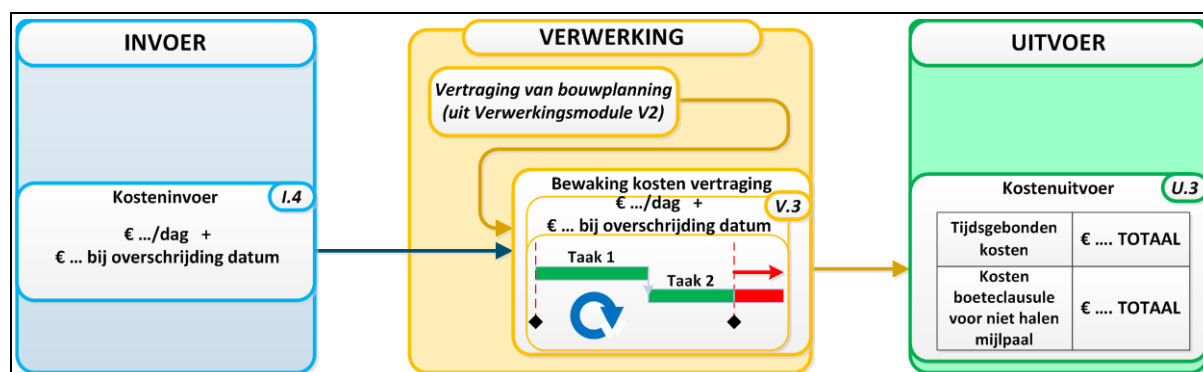
Met de Kostenuitvoer kan worden bepaald wat de gevolgen zijn van vertraging van documenten in de engineering/gegevensfasering op de uitvoering, uitgedrukt in een eenheid van tijd.

Onderstaande



Afbeelding 40 geeft schematisch weer hoe deze onderdelen gekoppeld zijn. Invoergegeven 4 is links weergegeven, rechts staat de gewenste uitvoer als kostenuitvoer. Na de voortgangsbewaking,

uitgevoerd in verwerkingsmodule 2, kunnen de kosten als gevolg van vertraging van de uitvoeringsactiviteiten in verwerkingsmodule 3 worden verwerkt.



Afbeelding 40 Schematische weergave van invoer, verwerking en uitvoer tot Kostenuitvoer

Benodigde/beschikbare invoer voor verwerking

De black box zal moeten zorgen voor het kunnen tonen van deze uitvoer, waarbij er diverse soorten invoer en verwerking noodzakelijk is. In hoofdstuk 4 wordt met behulp van de Programmastructuur verder toegelicht hoe dit inhoudelijk aan elkaar wordt gekoppeld. De hierboven genoemde invoer wordt door de volgende gegevens uit de projectorganisatie gevormd:

- **documentenoverzicht:** Een lijst met documenten uit SDMS (het documenten-beheersysteem), in MS Excel;
- **bouwplanning:** Een bouwplanning als overzicht van de relevante uitvoeringsactiviteiten, in MS Project of daarnaar omgezet vanuit een ander planningsprogramma;
- **overzicht van doorlooptijden/fasering van de gegevensfasering van documenten:** Meerdere Documenten- & Beslissingschema (gegevensfasering) van de verschillende productgroepen;
- **voortgang van gegevensfasering en gevolgen tijd van documenten & voortgangsbewaking van vertraging uitvoering (in bouwplanning):** Vertraging van de gegevensfasering en bouwplanning (uitgedrukt in een tijdseenheid);
 - De voortgangsbewaking van de gegevensfasering per productgroep, vastgesteld tijdens het planningsoverleg.
- **overzicht tijdsgebonden kosten & overzicht data en kosten boeteclausules/kortingsregelingen:** Gegevens kosten:
 - Tijdsgebonden kosten van vertraagde activiteiten;
 - Boeteclausules die van toepassing zijn (zoals omschreven in het bestek), mogelijke data uit contractplanning.
- **koppeling gegevensfasering en uitvoeringsactiviteiten.** *Deze koppeling tussen gegevensfasering en uitvoeringsactiviteiten is niet als op zichzelf staande invoer in de projectorganisatie aanwezig, en zal daarom uit de andere invoergegevens moeten worden samengesteld om de gewenste uitvoer te verkrijgen. Deze is in de programmastructuur in verwerkingsmodule V.1. Koppeling documenten en in het bijbehorende stroomschema uitgewerkt.*

Verwerking van invoer tot uitvoer

In de verwerking vind de koppeling (verwerkingsmodule V.1.) van de gegevensfasering, bouwplanning en documenten plaats. Hierna kan hiervan de voortgang van gegevensfasering van de

documenten worden bewaakt (verwerkingsmodule V.2.), en zullen bij vertraging van de gegevensfasering of wijzigingen en aanpassingen aan de documenten de gevolgen in tijd op de gegevensfasering en uitvoering worden bepaald. De gevolgen van deze kosten op vertraging van de uitvoering, welke met deze vertraging van de documenten in de gegevensfasering samenhangt, worden aan de hand van de kostengegevens bepaald (verwerkingsmodule V.3.)

In de hierna volgende twee paragrafen wordt beschreven hoe de uitvoer kan worden gevisualiseerd en hoe dit is gekoppeld aan het Programma van Eisen.

3.3.1. Verantwoording visualisatie Ontwerp

Deze paragraaf beschrijft de visualisatie van de uitvoer en de verantwoording daarvan.

Visualiseren gevolgen van vertraging van documenten, uitgedrukt in een tijdseenheid

Voor het visualiseren van de gevolgen van vertraging van documenten, uitgedrukt in een tijdseenheid, is gekozen voor een weergave welke bestaande uit drie onderdelen. Daarnaast biedt deze visualisatie-methode de mogelijkheid om de voortgang van de documenten te tonen. Het hulpmiddel ondersteunt de weergave van de onderstaande methoden in één overzicht.

a. Ten eerste worden gevolgen weergegeven in de **lijst met documenten**, welke voortkomt uit het documentenbeheerssysteem SDMS, met een uitvoer naar MS Excel.

Het is mogelijk onderscheid te maken in het tonen van alle documenten welke op de bouwfase van toepassing is, of het tonen van de documenten per productgroep. Gekozen is om in het hulpmiddel beide opties te bieden, maar wel zoveel mogelijk per productgroep de vertraging weer te geven.

Dit komt omdat verschillende gebruikers vanuit hun functie aan andere informatie behoefte hebben. Voor een projectleider zou een weergave van alle documenten van alle productgroepen interessant zijn omdat hiermee het overzicht behouden blijft. Echter, door middel van een eenvoudige optie als het filteren op basis van een bepaald kenmerk (zoals filteren op productgroep “staalconstructie”) kunnen alleen de voor de specifiek gekozen productgroep geldende documenten worden getoond. Dit geeft een gedetailleerde weergave. Op deze manier kan er ook eenvoudiger in overleg met werkvoorbereiding, uitvoering of met onderaannemers besloten worden welke maatregelen er bij vertraging kunnen worden genomen, zodat alleen de voor hen relevante informatie wordt geleverd.

In de onderstaande Afbeelding 41 wordt een voorbeeld gegeven van de documenten van de gevel, zoals deze in het hulpmiddel worden weergegeven. De eerste kolommen tot de datum van ontvangst van documenten, komen overeen met de uitvoer van het documentenbeheerssysteem SDMS. Hierbij zijn de kolommen “startdatum uitvoering” en “productgroep” toegevoegd. De laatste kolom “productgroep” dient voor het filteren van de weergave naar productgroep, zoals hierboven beschreven.

In dit voorbeeld is de datum van ontvangst van de documenten met betrekking tot de gevel vertraagd, waarbij deze status, vertraging van het geplande proces, wordt gevisualiseerd door middel van een oranje kolom met een rode tekstkleur. De startdatum van de uitvoering van de gevel wordt echter niet vertraagd, wat wordt weergegeven door de groene opvulling van de cellen in de kolom “startdatum uitvoering”. Op deze manier is snel zichtbaar welke documenten vertraagd en waar mogelijk maatregelen nodig zijn om de gevolgen te beperken.

PRO	OPS	ZON	NIV1	NIV2	DOM	TYP	NR	Ext. Ref.	Rev.	Rev. Date	Title	Doc. Receipt Date	Startdatum uitvoering	Productgroep
Proje ct	Opste ller	Zone	Nivea u 1	Nivea u 2	Dome in	Type	Num mer	Externe referentie	Revisie	Revisiedatum	Titel	Datum van ontvangst document	Startdatum uitvoering	Productgroep
DOCUMENTEN GEVEL														
OVT	BES	FA	-	AZ	B	TEK	0301	BEV_NZ	A	7-2-2013	Aanzichten Gevel Noordzijde	25-2-2013	5-12-2013	Gevel
OVT	BES	FA	-	AZ	B	TEK	0302	BEV_OZ	A	7-2-2013	Aanzichten Gevel Oostzijde	25-2-2013	5-12-2013	Gevel
OVT	BES	FA	-	DT	B	TEK	0303	BEV_DET	A	7-2-2013	Details Gevel	25-2-2013	5-12-2013	Gevel

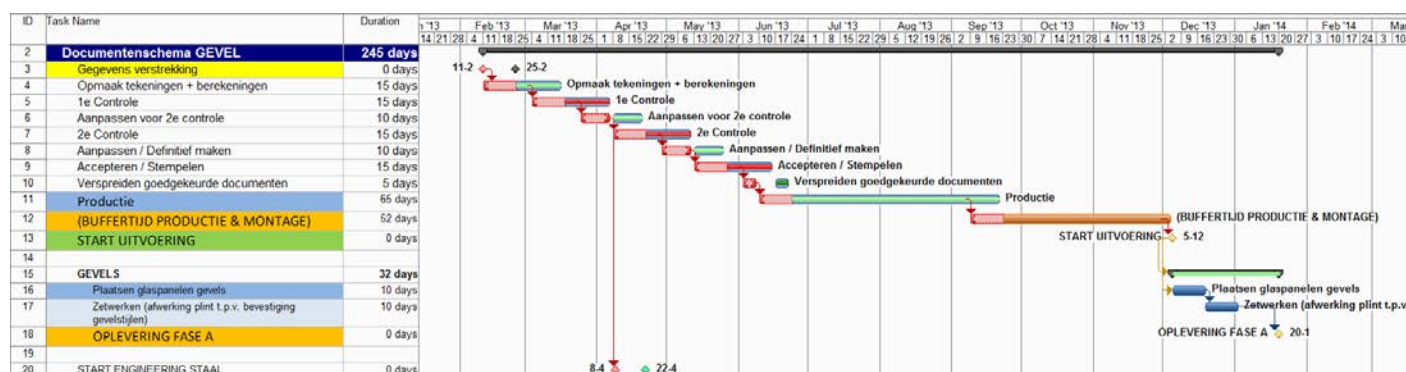
Afbeelding 41 Lijst met documenten, zoals weergegeven in het hulpmiddel

b. De twee manier waarop de gevolgen weergegeven worden is in een planning, weergegeven als **balkenschema / Gantt Chart**. Hierbij worden de verschillende stappen van gegevensfasering samen met de uitvoeringsactiviteiten weergegeven. Deze planning heeft betrekking op de set documenten van één productgroep, zoals in onderstaande Afbeelding 42 een voorbeeld wordt gegeven van de gegevensfasering van de documenten en uitvoeringsactiviteiten van de gevel. Het is mogelijk met verschillende doorlooptijden van de gegevensfasering te werken , verschillend per productgroep, door bij de invoer van de doorlooptijden hierbij al rekening te houden.

In dit voorbeeld worden de originele datum van gegevensverstrekking van 11 februari (aangegeven door de bovenste mijlpaal) met 10 werkdagen vertraagd naar 25 februari. Hierna wordt zichtbaar dat door de rode balken, waar de geplande gegevensfasering afwijkt van de oorspronkelijk geplande taken. Doordat er een buffertijd voor productie en montage van toepassing is, weergegeven door de oranje balk, heeft deze vertraging geen invloed op de start van de uitvoering. Echter, is er wel een relatie met de engineering van de staalconstructie, weergegeven door middel van de rode pijl, vanaf de balk naar de mijlpaal van 8 april. De start van de engineering van het staal loopt wel 10 werkdagen vertraging op en kan pas op 22 april starten. Dit zal ook gevolgen hebben voor de gegevensfasering en uitvoering van de staalconstructie.

De datum dat er nog wijzigen en aanpassingen aan de documenten kunnen plaatsvinden zonder dat dit gevolgen heeft voor de verdere gegevensfasering, is zoals ook in hoofdstuk 2.2

“Documentenbeheer bouwfase A” is omschreven, de No Change-datum. Deze datum is gelijk aan het einde van de gegevensfase “Aanpassen voor 2^e controle”. Hier dient rekening mee te worden gehouden bij het bepalen van de gevolgen van vertraging, bij de voortgangsbewaking. Doordat er een relatie is met de engineering van de staalconstructie, weergegeven door de rode pijl naar “start engineering staal” wordt dit ook aangetoond.



Afbeelding 42 Voorbeeld balkenschema van de gegevensfasering en uitvoeringsactiviteiten van de gevel

c. De derde en laatste manier waarop de gevolgen worden weergegeven is in een **tabel gegevensfasering**. Hierin worden weer dezelfde stappen van gegevensfasering in een tabel

weergegeven, samen met de doorlooptijd van deze fasen en de start en einddatum. Eventuele buffertijd en de startdatum van de uitvoering worden hierin weergegeven.

Name	Duration	Start	Finish
Gegevensverstrekking	0	Mon 25-2-13	Mon 25-2-13 8:00
Opmaak tekeningen + berekeningen	10	Mon 25-2-13	Fri 15-3-13 17:00
1e Controle	15	Mon 18-3-13	Fri 5-4-13 17:00
Aanpassen voor 2e controle	10	Mon 8-4-13	Fri 19-4-13 17:00
2e Controle	15	Mon 22-4-13	Fri 10-5-13 17:00
Aanpassen / Definitief maken	10	Mon 13-5-13	Fri 24-5-13 17:00
Accepteren / Stempelen	15	Mon 27-5-13	Fri 14-6-13 17:00
Verspreiden goedgekeurde documenten	5	Mon 17-6-13	Fri 21-6-13 17:00
Productie	65	Mon 24-6-13	Fri 20-9-13 17:00
(BUFFERTIJD PRODUCTIE & MONTAGE)	52	Mon 23-9-13	Tue 3-12-13 17:00
START UITVOERING		Thu 5-12-13	

Afbeelding 43 Voorbeeld van tabel gegevensfasering

Het weergegeven van vertraging is binnen de tabel vergelijkbaar met hoe dat in de lijst van documenten wordt weergegeven. Vertraagde gegevensfasering wordt weergegeven met een oranje opvulling van de cellen met een rode tekst. Is er geen vertraging, dan heeft de cel een groene opvulling.

Deze visualisatiemethoden zijn een vertaling van de functionele eisen 1.1 “Hulpmiddel moet de gevolgen van vertraging van documenten duidelijk maken” en 1.2 “Hulpmiddel dient de voortgang van documenten duidelijk te maken”.

Daarnaast sluit het aan op een aantal van de overige eisen en wensen. Al deze visualisatiemethoden zijn uitvoerbaar met MS Excel en MS Project. Dit sluit ook aan op eis 3.1 die stelt dat het hulpmiddel aansluit op de binnen de projectorganisatie gebruikte programmatuur. De uitvoergegevens kunnen worden gebruikt voor het coördineren van de uitvoeringsactiviteiten, geven een betrouwbaar en realistisch beeld van de werkelijke situatie en zijn eenduidig te interpreteren. Hiermee wordt getracht zoveel mogelijk te voldoen aan eis 4.2 “Vereisten aan de uitvoergegevens”.

Visualiseren gevolgen van vertraging van documenten, uitgedrukt in een eenheid van kosten

De kosten van vertraging bestaan zoals in paragraaf 2.4 “Vertragen en versnellen” is omschreven uit een deel tijdsgebonden kosten en een gedeelte kosten als gevolg van boeteclausules voor het niet behalen van contractuele mijlpalen. Indien er zich bij de documenten een bepaalde vertraging voordoet, kunnen de gevolgen daarvan uitgedrukt in een geldbedrag worden vastgesteld. Hierna wordt toegelicht hoe dit in het hulpmiddel wordt gevisualiseerd.

In onderstaand voorbeeld op Afbeelding 44 is de uitvoeringsactiviteit “stalen kolommen, hoofdbalken en gordingen” met 4 werkdagen vertraagd, waardoor deze activiteit in plaats van op 15 oktober, op 21 oktober kan starten. De geplande einddatum schuift hierdoor ook op naar 29 november. Naast de gevolgen op de documenten die dit heeft, zoals hiervoor beschreven, zijn er ook gevolgen in kosten. Voor de tijdsgebonden wordt er per vertraagde werkdag vastgesteld wat de

kosten voor materiaal, arbeid, materieel en onderaanneming, waarbij dit bedrag wordt verhoogd met een opslagpercentage van Algemene Bouwplaatskosten (ABK), geldend voor het tijdsgebonden aandeel van deze kosten. Door middel van vermenigvuldigen van de vertraging in werkdagen komen hierbij de kosten uit op €10.000,=.

TIJDGEBONDEN KOSTEN VAN VERTRAGING								
vertraagde uitvoeringsactiviteit in bouwplanning (per productgroep)	aantal werkdagen vertraging	Geplande startdatum / geplande einddatum	Werkelijke startdatum / werkelijke einddatum	bepalen kosten per werkdag vertraging				opslag % ABK over directe kosten (alleen aandeel tijdgebonden kosten)
				afwijking in directe kosten (in €)				
				Materiaal	Arbeid	Materieel	Onderaanneming	
STAALSTRUCTUUR			start					% x subtotaal directe kosten
Stalen kolommen, hoofdbalken gordingen	4 dagen	15-10-2013 / 25-11-2013	21-10-2013 / 29-11-2013	€ 0,00	€ 400,00	€ 300,00	€ 1.522,22	12,5%
			einde	SUBTOTAAL DIRECTE KOSTEN			€ 2.222,22	€ 277,78
				SUBTOTAAL PER WERKDAG VERTRAGING			€ 2.500,00	
								x 4 dagen
				TIJDGEBONDEN KOSTEN TOTAAL			€ 10.000	

Afbeelding 44 Voorbeeld weergave gevolgen tijdsgebonden kosten

BOETECLAUSULES ALS GEVOLG VAN VERTRAGING								
Overschreden mijlpaal	aantal kalenderdagen vertraging	Geplande opleveringsdatum	Werkelijke opleveringsdatum	Boetebeding				Aanneemsom
				Vast bedrag bij overschrijding		Bedrag afhankelijk van het aantal kalenderdagen		
				in €	in % van de aanneemsom	in €	in % van de aanneemsom	
Oplevering Fase A	3 dagen	20-1-2014	23-1-2014	€ 50.000	0,62%			€ 81.000.000
				BOETECLAUSULES KOSTEN TOTAAL			€ 50.000	

Afbeelding 45 Voorbeeld weergave gevolgen kosten door niet bepalen mijlpalen (boeteclausules)

Bovenstaande Afbeelding 45 geeft een voorbeeld van hoe de boeteclausules worden weergegeven. In de tabel worden in het bestek/contract vastgelegde data opgenomen, in dit geval de opleverdatum van bouwfase A op 20 januari 2014. Voor het niet behalen van deze datum geldt een boetebedrag van €50.000,=, wat gelijk staat aan een 0,62% van de aanneemsom. Het niet behalen van de opleverdatum kan het gevolg zijn van een vertraging in de documentenfasering of wijzigingen in de voorbereiding of uitvoering. Omdat deze datum niet gehaald wordt maar met 3 kalenderdagen vertraagd, is het boetebedrag hierbij van toepassing.

TIJDGEBONDEN KOSTEN TOTAAL	€ 10.000
BOETECLAUSULES KOSTEN TOTAAL	€ 50.000
TOTALE KOSTEN DOOR VERTRAGING	€ 60.000

Afbeelding 46 Voorbeeld totale kosten als gevolg van vertraging

Ten slotte kan nog een totaaloverzicht van de kosten in een tabel worden weergegeven, zoals in bovenstaande Afbeelding 46. **Deze visualisatiemethoden zijn een vertaling van de eis 5.1 "Gevolgen dienen wanneer mogelijk te worden uitgedrukt in geld".**

Keuze visualisatiemethode voor weergeven van gegevensfasering en bouwplanning

Voor het visualiseren van de voortgang en vertraging van de bouwplanning en gegevensfasering van de documenten, zijn er verschillende methoden. Deze zijn in hoofdstukken 2.3 “Weergave van activiteiten in de tijd” en 2.4 “Vertragen en versnellen” beschreven. Om een goede afweging te maken van een voor het hulpmiddel geschikte visualisatiemethode, worden deze beoordeeld aan de hand van een aantal criteria. Deze criteria zijn hieronder beschreven en worden beoordeeld aan de hand met een score op de beoordelingschaal. Voor de toelichting van de beoordeling wordt verwezen naar bijlage H. Tot slot wordt de definitieve keuze toegelicht.

Criteria beoordelingsmatrix

De visualisatiemethoden worden beoordeeld op de volgende criteria:

- **Begrip**
De doelstelling geeft aan dat het hulpmiddel vertragingen en wijzigingen duidelijk zou moeten kunnen maken. Het criterium “begrip” geeft daarmee aan hoe eenvoudig het hulpmiddel (in die zin het eindresultaat) af te lezen is en daarmee een basis bied voor het verder beheersen van het afstemmingsproces.
- **Beschikbare software**
Voorwaarde voor het kunnen gebruiken van het hulpmiddel is dat de software hiervoor in de projectorganisatie beschikbaar is. Daarnaast dient rekening te worden gehouden in hoeverre er verschillende softwarepakketten beschikbaar zijn om planningen mee te maken, om te garanderen dat de functie van het hulpmiddel ondersteund wordt.
- **Snelheid**
Het criterium “snelheid” wordt gesteld omdat het wenselijk is dat het hulpmiddel binnen korte tijd/tijdig de gewenste informatie kan bieden, waarbij het invoeren en verwerken van informatie niet arbeidsintensief is.
- **Duidelijkheid**
Het doel van het hulpmiddel is om informatie over te dragen, het criterium “duidelijkheid” geeft daarmee een waardering aan de hoeveelheid informatie die met behulp van de verschillende planningsmethodes kan worden weergegeven. Het mag daarbij niet te veel tijd kosten om deze informatie te verkrijgen.
- **Vertraging/versnelling weergeven** *(gebaseerd op eis 1.1)*
Op basis van doelstelling en het Programma van Eisen is het belangrijk dat het hulpmiddel de gevolgen van vertraging en versnelling kan weergeven (daarbij uitgedrukt in een eenheid van tijd). Met dit criterium wordt een waarde toegekend aan de mogelijkheden die de planningsmethoden hebben om vertraging en eventuele versnelling weer te geven.
- **Compatible met MS Excel** *(gebaseerd op eis 3.1)*
Voorwaarde voor het hulpmiddel is dat het te gebruiken is binnen de projectorganisatie en als eis is omschreven dat het daarop wordt afgestemd. Om deze reden moet het worden afgestemd op de beschikbare software in de projectorganisatie. Dit criterium geeft aan in hoeverre de planningsmethode ondersteund wordt door Excel.
- **Compatible met MS Project** *(gebaseerd op eis 3.1)*
Dit criterium geeft aan in hoeverre de planningsmethode ondersteund wordt door MS Project.
- **Vereiste expertise** *(gebaseerd op eis 4.1)*
Als eis is gesteld dat de vereiste expertise voor het hulpmiddel niet beperkend mag zijn. Daarmee wordt bedoeld dat de invoer en verwerking door meerdere medewerkers kan worden

uitgevoerd, zonder dat hiervoor voorkennis benodigd is. Met dit criterium wordt omschreven in hoeverre deze expertise vereist is.

Beoordelingsschaal

Voor de beoordeling wordt gebruikt gemaakt van een kleurenschaal, gekoppeld aan een ordinale schaal variërend van zeer positief tot zeer negatief en de nuances daartussen. Hierbij wordt een aantal punten gegeven, verbonden aan deze beoordeling, variërend van 3 tot -3. De beoordeling van de criteria wordt opgeteld en op deze manier wordt een cumulatieve score berekend. Met een achttal criteria is de theoretische laagste score -24 en hoogst haalbare score 24.

+++	zeer positief	3
++	positief	2
+	enigzins positief	1
0	neutraal	0
-	enigzins negatief	-1
--	negatief	-2
---	zeer negatief	-3

Afbeelding 47 Beoordelingsschaal van visualisatiemethoden

Beoordeling per criterium

Na beoordeling van de visualisatiemogelijkheden (terug te vinden in de bijlage H) kan onderstaande tabel worden opgesteld welke de beoordelingen samenvat.

	Begrip	Beschikbare software	Snelheid	Duidelijkheid	Vertraging/versnelling weergegeven	Compatible met MS Excel	Compatible met MS Project	TOTAAL		
Gantt Chart / balkenschema	++	++	+	++	++	++	+++	+		
	2	2	1	2	2	2	3	1	15	
Netwerkplanning / PERT-diagram	+	+	+	+	+	++	+++	+		
	1	1	1	1	1	2	3	1	11	
Tijd-wegdiagrammen	-	-	+	+	++	0	0	-		
	-1	-1	1	1	2	0	0	-1	1	
					<i>gebaseerd op eis 1.1</i>	<i>gebaseerd op eis 3.1</i>	<i>gebaseerd op eis 3.1</i>	<i>gebaseerd op eis 4.1</i>		

Afbeelding 48 Overzicht beoordeling visualisatiemethoden aan de hand van criteria.

Eindoordeel keuze visualisatiemethode

De keuze voor een geschikte visualisatiemethode wordt gebaseerd op de bovengenoemde criteria. Deze criteria zijn gebaseerd op het Programma van Eisen en de doelstelling in hoofdstuk 1.6. Door met punten de visualisatiemethoden per criterium te beoordelen, kunnen de verschillende methoden met elkaar vergeleken worden. Hierbij scoort de tijd-wegdiagram als minst geschikte

variant, na optelling van de punt van de verschillende criteria komt het totaal op 1 punt. Deze optie valt hiermee als optie af.

Met een puntentotaal van 11 punten scoort de netwerkplanning een goede tweede plaats.

Groot voordeel is dat het vrij eenvoudig te begrijpen is en er geen specifieke expertise vereist is.

Het balkenschema/Gantt Chart scoort echter beter op de criteria *begrip, beschikbare software, duidelijkheid en vertraging/versnelling weergeven*. Hiermee behaalt het Gantt Chart/balkenschema een score van in totaal 15 punten. Om deze reden lijkt het Gantt Chart de meest geschikte visualisatiemethode te zijn.

4. Uitwerking methode naar visualisatie als hulpmiddel

4.1. Programmastructuur hulpmiddel

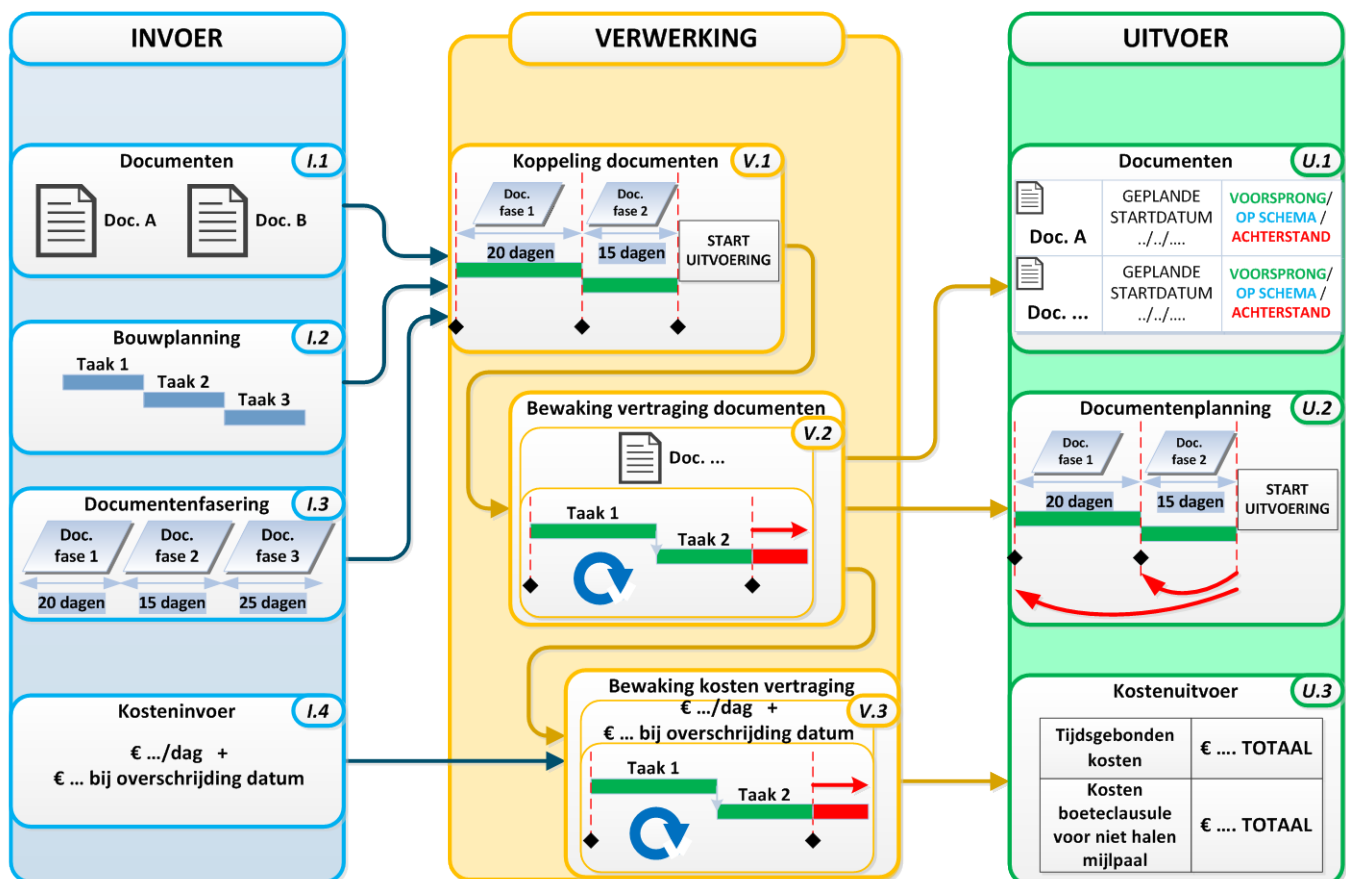
In de vorige paragraaf is al gedeeltelijk ingegaan op een uitwerking/visualisatie van het Programma van Eisen als hulpmiddel. Hierin is voornamelijk ingegaan op hoe de eisen naar een uitvoer zijn vertaald. In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de verdere uitwerking van de methode in visualisatie als hulpmiddel kan plaatsvinden.

Voor de indeling van het hulpmiddel wordt gebruik gemaakt van verschillende modules, waarbij de basisgegevens worden ingevoerd, deze worden verwerkt om uiteindelijk tot de gewenste uitvoergegevens te komen. Dit principe is in onderstaande Afbeelding 49 zichtbaar en de totstandkoming van deze opzet is in paragraaf 3.3 aan de hand van de black box toegelicht.



Afbeelding 49 Basisprincipe opzet hulpmiddel

Dit principe is verder uitgewerkt door middel van onderstaande programmastructuur. Hierin bevinden zich de verschillende modules, die hierna zullen worden beschreven.



Afbeelding 50 Programmastructuur van hulpmiddel met daarin de verschillende modules

Invoermodules

Vanuit verschillende bronnen binnen de projectorganisatie zijn verschillende gegevens beschikbaar., zoals deze ook zijn opgesomd in hoofdstuk 3.3 bij de beschrijving van de “black box”. Deze gegevens dienen ingevoerd te worden in de invoermodules van het hulpmiddel, zodat ze vervolgens in de verwerkingsmodules verwerkt kunnen worden. Hieronder zal de globale functie van de invoermodules worden beschreven, zoals deze ook in de bovenstaande programmastructuur is vastgelegd.

Module Invoer.1: Documenten

In deze module kunnen de documenten worden geselecteerd welke in het hulpmiddel zullen worden verwerkt. Deze invoer zal afkomstig zijn van het bestaande documentenbeheersysteem SDMS, van waaruit een uitvoer in Excel kan worden gemaakt. In deze module kan worden aangegeven welke documenten van toepassing zijn.

Deze invoermodule ***Invoer.1*** dient als basis voor verwerkingsmodule ***Verwerking.1 Koppeling documenten*** waarbij deze aan de andere invoermodules wordt gekoppeld.

Invoer: Een lijst met documenten uit SDMS (het documentenbeheersysteem), in MS Excel.

Module Invoer.2: Planningsactiviteiten

Het tweede onderdeel dat voor de invoer in het hulpmiddel benodigd is, zijn de planningsactiviteiten. Aan de hand van de planning kan worden bepaald wat de doorlooptijden van de uitvoeringsactiviteiten zijn en wat de onderlinge relaties tussen deze verschillende uitvoeringsactiviteiten zijn. Hiermee kan ook worden bepaald wat het kritieke pad is, en daarnaast uiteraard ook hoeveel speling er voor de andere uitvoeringsactiviteiten is. De informatie van de planningsactiviteiten zal afkomstig zijn uit een bouwplanning, welke in MS Project is opgesteld.

Deze invoermodule ***Invoer.2*** dient als basis voor verwerkingsmodule ***Verwerking.1 Koppeling documenten*** waarbij deze aan de andere invoermodules wordt gekoppeld.

Invoer: Een bouwplanning als overzicht van de relevante uitvoeringsactiviteiten, in MS Project of daarnaar omgezet vanuit een ander planningsprogramma.

Module Invoer.3: Doorlooptijden productgroepen

Voor de verschillende productgroepen (bouwonderdelen, zoals staal, (prefab) beton, installaties) gelden verschillende doorlooptijden in de fasering van de documentenbehandeling. De verschillende doorlooptijden, welke in de documenten- en beslissingenschema's zijn vastgelegd, kunnen in deze module worden ingevoerd, zodat deze hierna kunnen worden verwerkt. Op deze manier is voor elk van de documenten van de verschillende productgroepen bekend hoe de gegevensfasering verloopt.

Deze invoermodule ***Invoer.3*** dient als basis voor verwerkingsmodule ***Verwerking.1 Koppeling documenten*** waarbij deze aan de andere invoermodules wordt gekoppeld.

Invoer: Meerdere Documenten- & Beslissingenschema (gegevensfasering) van de verschillende productgroepen.

Module Invoer.4: Kosteninvoer

In geval van een vertraging zullen de tijdsgebonden kosten doorlopen en kunnen mogelijk contractueel vastgelegde data worden overschreden. In deze module kunnen deze kosten en data worden ingevoerd.

Deze invoermodule **Invoer.4** dient als basis voor verwerkingsmodule **Verwerking.3 Bewaking kosten vertraging** waarin met de gegevens uit deze module verder wordt gewerkt.

Invoer: Gegevens kosten:

- Tijdsgebonden kosten van vertraagde activiteiten;
- Boeteclausules die van toepassing zijn (zoals omschreven in het bestek).

De boeteclausules worden altijd ingevoerd, de tijdsgebonden kosten kunnen worden ingevoerd wanneer bekend is welke uitvoeringsactiviteiten vertraagd zijn.

Verwerkingsmodules

Met de in de invoermodules zijn de benodigde gegevens in het hulpmiddel ingevoerd. In de verwerkingsmodules worden de gegevens gecombineerd en bewerkt zodat er uiteindelijk de gewenste uitvoergegevens uit kunnen komen. Naast de invoergegevens uit de invoermodules is de voortgangsbewaking die in het planningsoverleg een onderdeel van de invoer voor de verwerkingsmodules (specifiek voor verwerkingsmodule V2).

Module Verwerking.1: Koppeling documenten

Het eerste onderdeel van de verwerkingsmodule bestaat uit het koppelen de documenten welke van toepassing zijn met de startdatum van de uitvoeringsactiviteiten, zoals deze in de bouwplanning staan omschreven. Hieraan worden vervolgens ook de doorlooptijden uit de documenten- en beslissingenschema's gekoppeld om de peildata van de gegevensfasering van de documenten te bepalen. Hiermee kan worden bepaald van welke documenten de planningsactiviteiten afhankelijk zijn, en dus ook welke in geval van vertraging of wijziging beïnvloed worden.

In deze verwerkingsmodule **Verwerking.1** worden de gegevens, ingevoerd in Invoermodules **Invoer.1, Invoer.2** en **Invoer.3**, samengevoegd tot één geheel. Vervolgens kan op basis van de koppeling van deze invoermodules, de vertraging van de documenten in verwerkingsmodule **Verwerking.2** worden bewaakt.

Module Verwerking.2: Bewaking vertraging documenten

In deze module V.2, kan de vertraging van documenten bewaakt worden. Mocht er zich een vertraging of wijziging tijdens de gegevensfasering/engineering van de documenten, dan is het in deze module mogelijk om aan te geven waar deze zich in de documentenfasering voordoet. De informatie over voortgangsbewaking van documenten wordt besproken en is afkomstig uit het planningsoverleg. Het doel hiervan is om vervolgens het effect van deze vertraging op de bouwplanning en de documenten te kunnen bepalen.

In deze verwerkingsmodule wordt vervolgd met de gegevens uit verwerkingsmodule **Verwerking.1**, waarbij een aantal invoermodules zijn gekoppeld. De bewaking van vertraging zal in deze module plaatsvinden, waarbij de effecten qua tijd de basis vormen voor uitvoermodules **Uitvoer.1 en Uitvoer.2**. De effecten qua kosten worden in verwerkingsmodule **Verwerking.3** bepaald.

Module Verwerking.3: Bewaking kosten vertraging

Als gevolg van vertraging van uitvoeringsactiviteiten kunnen er kosten oplopen. De tijdsgebonden kosten én kosten als gevolg van niet tijdig oplevering (kortingsregelingen/boeteclausules) kunnen in deze module worden ingevoerd. Doel hiervan is het kunnen verwerken van het effect van vertraging op de kosten. De tijdsgebonden kosten zijn afhankelijk van de vertraagde uitvoeringsactiviteit, de boeteclausules treden in werking bij het niet tijdig behalen van contractueel vastgelegde data.

In deze verwerkingsmodule **Verwerking.3** worden de gegevens, ingevoerd in Invoermodule **Invoer.4**, toegevoegd aan de gegevens uit verwerkingsmodule **Verwerking.2**. In uitvoermodule **Uitvoer.3** wordt er vervolgd met de in deze module ingevoerde gegevens.

Uitvoermodule

Na verwerking en koppeling van de invoergegevens in de verwerkingsmodules, zal het hulpmiddel een aantal uitvoermodule kunnen tonen, waarmee de projectorganisatie verder kan werken. Dit levert de uitvoergegevens, waarvan de visualisatie in het voorgaande hoofdstuk is beschreven.

Module Uitvoer.1: Documenten

Het eerste onderdeel dat als uitvoer wordt getoond, is een lijst van de documenten, welke aan de uitvoeringsactiviteiten in de planning zijn gekoppeld. Per document is middels een datum met een gekleurde cel aangeven of het document volgens planning wordt verwerkt of vertraagd is.

Deze uitvoermodule **Uitvoer.1** vormt de afronding van de in verwerkingsmodule **Verwerking.2** ingevoerde gegevens, waarin de vertraging van documenten bewaakt wordt.

Module Uitvoer.2: Documentenplanning

Door middel van een grafische weergave worden de geplande fasering van documentenstromen met daarbij de data weergegeven. Daarnaast worden de bijbehorende uitvoeringsactiviteiten getoond. In deze weergave worden de peildata van gegevensfasering en ook een "No-Change"-datum getoond, waarbij de eventuele opgetreden vertraging wordt weergegeven.

Deze uitvoermodule **Uitvoer.2** vormt de afronding van de in verwerkingsmodule **Verwerking.2** ingevoerde gegevens, waarin de vertraging van documenten bewaakt wordt.

Module Uitvoer.3: Kostenuitvoer

Zodra in de voorgaande modules bekend is welke kosten eventuele bouwvertraging heeft, is het mogelijk om de tijdsgebonden kosten en boeteclausules als gevolg van de vertraagde of gewijzigde uitvoeringsactiviteiten te kwantificeren. In deze module wordt een afbakening gemaakt naar de kosten zoals deze in de kostenbewakings-module zijn ingevoerd.

Deze uitvoermodule **Uitvoer.3** vormt de afronding van de in verwerkingsmodule **Verwerking.3** ingevoerde gegevens, waarin de kosteneffecten van vertraging worden bepaald.

Verantwoording indeling Programmastructuur

In Afbeelding 50 zijn de verschillende modules van invoer, verwerking en uitvoer in de Programmastructuur weergegeven. Deze worden met pijlen aan elkaar verbonden, zoals ook bij bovenstaande beschrijving van de modules is beschreven welke module de in-/uitvoer vormt voor de andere modules.

Invoermodule **I.1**, **I.2**. en **I.3** zijn de invoer voor verwerkingsmodule **V.1**.

- **I.1.** : Een lijst met documenten uit SDMS (het documentenbeheersysteem), in MS Excel; Uit de lijst worden de relevante documenten geselecteerd en gesorteerd per productgroep om filteren mogelijk te maken.
- **I.2.** : Een bouwplanning als overzicht van de relevante uitvoeringsactiviteiten, in MS Project of daarnaar omgezet vanuit een ander planningsprogramma;
- **I.3.** : Meerdere Documenten- & Beslissingenschema (gegevensfasering) van de verschillende productgroepen. Deze worden ingevoerd in een Excel-tabel, waarbij de data aan de hand van de bouwplanning worden bepaald.

De gegevens uit de invoergegevens moeten aan elkaar worden gekoppeld en samengevoegd. Hiermee wordt de basis vastgelegd doordat projectleiders, planners, documentenbeheerders en werkvoorbereiders hun gegevens aanleveren en accorderen, zodat met deze basis de voortgang van de documenten kan worden gevolgd en de gevolgen van vertraging duidelijk kunnen worden gemaakt.

Invoermodule **I.4** is de invoer voor de verwerkingsmodule **V.3**.

- **I.4.** : Gegevens kosten: -Tijdsgebonden kosten van vertrapte activiteiten;
- **I.4.** : Gegevens kosten: -Boeteclausules die van toepassing zijn (zoals omschreven in het bestek).

De kostengegevens zijn alleen nodig voor het bepalen van de kosten als gevolg van vertraging van de gegevensfasering of uitvoeringsactiviteiten. Deze gevolgen worden in V.3. vastgesteld, nadat uit V.2. bekend is welke gevolgen er in de tijd zijn. Om deze reden is invoer niet gekoppeld aan V.1. maar aan V.3. De boeteclausules worden altijd ingevoerd, de tijdsgebonden kosten kunnen worden ingevoerd wanneer bekend is welke uitvoeringsactiviteiten vertrappt zijn.

De uitvoer van verwerkingsmodule **V.1**. wordt verder verwerkt in verwerkingsmodule **V.2**.

- **Uitvoer van V.1.** is een lijst met documenten met daarin vermeld de (eerste) startdatum van de werkzaamheden in de uitvoering. Deze is als geheel weer te geven maar ook te filteren per productgroep;
- **Uitvoer van V.1.** is een bouwplanning met daarin de peildata van de gegevensfasering van de documenten. Deze is als geheel weer te geven maar ook te filteren per productgroep.

De invoer van verwerkingsmodule **V.2**. bestaat uit:

- Bovenstaande uitvoer van **V.1**.
- De voortgangsbewaking uit het planningsoverleg. Hierin wordt de voortgang van de planning besproken, en wordt bekend of er zich vertraging in de gegevensfasering of uitvoering heeft voorgedaan. Dit kan dan vervolgens worden verwerkt in het hulpmiddel om de gevolgen vast te stellen.

De uitvoer van verwerkingsmodule **V.2**. bestaat uit een visualisatie van de volgende onderdelen:

- Uitvoermodules **U.1.** : De terugkoppeling van de vertraging van de gegevensfasering naar de documentenlijst, zoals weergegeven in Afbeelding 41;
- Uitvoermodules **U.2.** : De bouwplanning, bijgewerkt aan de hand van de voortgang. Hierin zijn per productgroep zowel de peildata van gegevensfasering als de uitvoeringsactiviteiten weergegeven, zoals weergegeven in Afbeelding 42;
- Uitvoermodules **U.2.** : De tabel gegevensfasering, bijgewerkt aan de hand van de voortgang, weergegeven productgroep (en dus van toepassing op de bijbehorende documenten in uitvoermodule **U.1.**, zoals weergegeven in Afbeelding 43.

De invoer van verwerkingsmodule **V.3.** bestaat uit:

- De uit de voortgangsbewaking volgende vertraagde gegevensfasering of uitvoeringsactiviteiten uit **V.2.** Na bepalen wat de gevolgen van vertraging in tijd zijn, kan in deze module worden vastgesteld wat de gevolgen in kosten zijn.

De uitvoer van verwerkingsmodule **V.3.** bestaat uit een visualisatie van de volgende onderdelen:

- Uitvoermodule **U.3.** : Een overzicht van de gevolgen uitgedrukt in kosten, waarbij de tijdsgebonden kosten , wordt weergegeven zoals in Afbeelding 44.
- Uitvoermodule **U.3.** : Een overzicht van de gevolgen uitgedrukt in kosten, waarbij de boeteclausules voor het niet behalen van contractueel vastgelegde data, wordt weergegeven zoals in Afbeelding 45.

4.2. Beschrijving stroomschema's programmastructuur

Voor het verwerken van de invoer naar uitvoer zijn een drietal stroomschema's opgesteld. Elk stroomschema beschrijft stap voor stap hoe de ingevoerde gegevens uit de invoermodules in de verwerkingsmodule wordt bewerkt zodat er uiteindelijk de uitvoer gevisualiseerd kan worden.

In de stroomschema's in Afbeelding 51, Afbeelding 52 en Afbeelding 53 worden links de ingevoerde gegevens uit de invoermodules weergegeven zoals eerder bij de programmastructuur beschreven. De parallellogram-symbolen worden in deze stroomschema's omschreven als "gegeven-drager" en stellen de in- en uitvoergegevens voor. Een ronde container-symbool wordt omschreven als "digitale opslag" en stelt een digitale in- of uitvoer voor, bijvoorbeeld de digitale lijst met documenten uit invoermodule I1 en verwerkingsmodule V1.

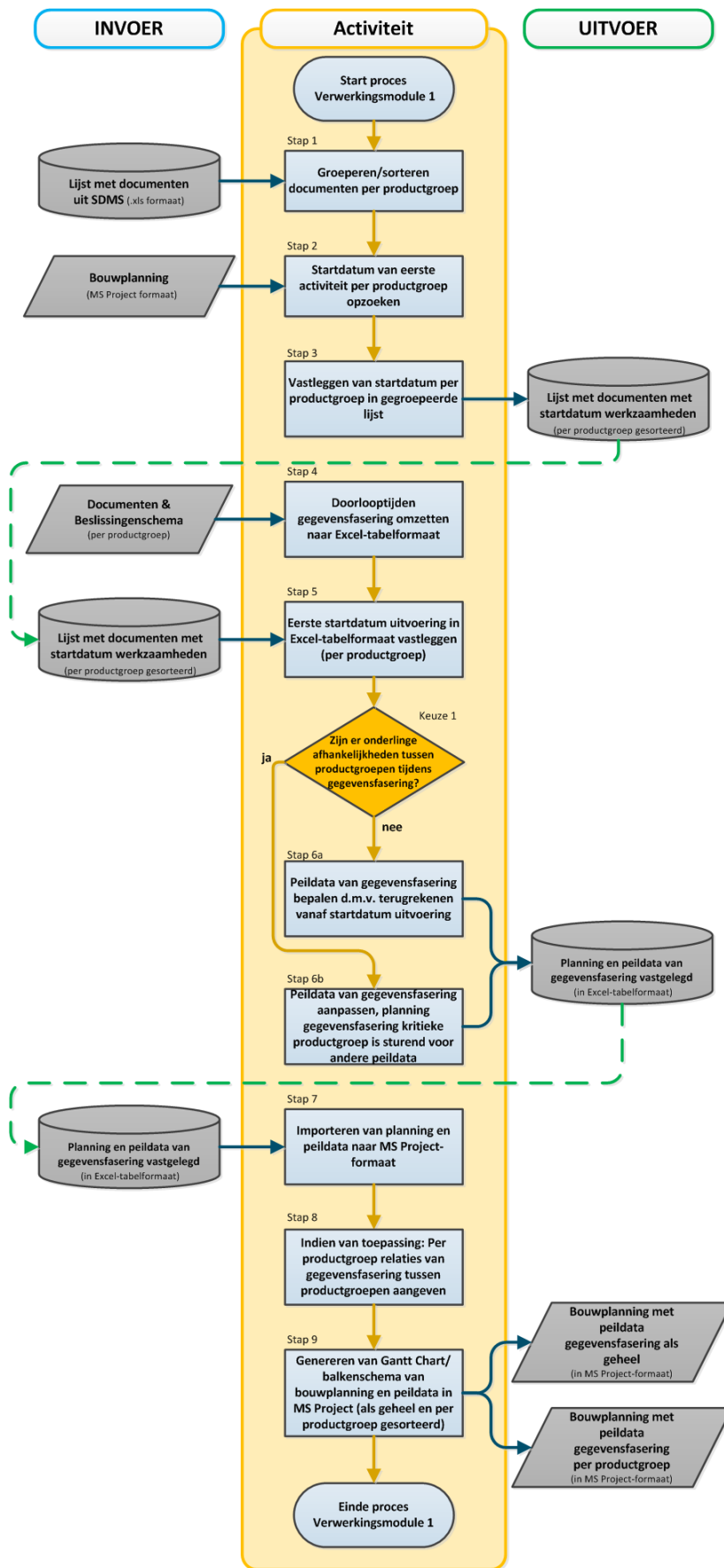
De verwerkingsstappen worden daarnaast onder elkaar weergegeven. Elk schema start en eindigt met een start/eindpunt. Bovendien zijn er een aantal keuzebomen, waarbij afhankelijk van de keuze andere opvolgende stappen worden doorlopen. Een aantal uitvoerstappen zijn tussenstappen, en worden bij de volgende stappen in het schema weer als invoer gebruik voordat het hele stroomschema doorlopen (weergegeven door de groene stippellijnen).

In de volgende paragraaf 4.3 "Beschrijving werkwijze verwerking van invoer naar uitvoer" worden de stappen in de stroomschema's uitgebreid toegelicht.

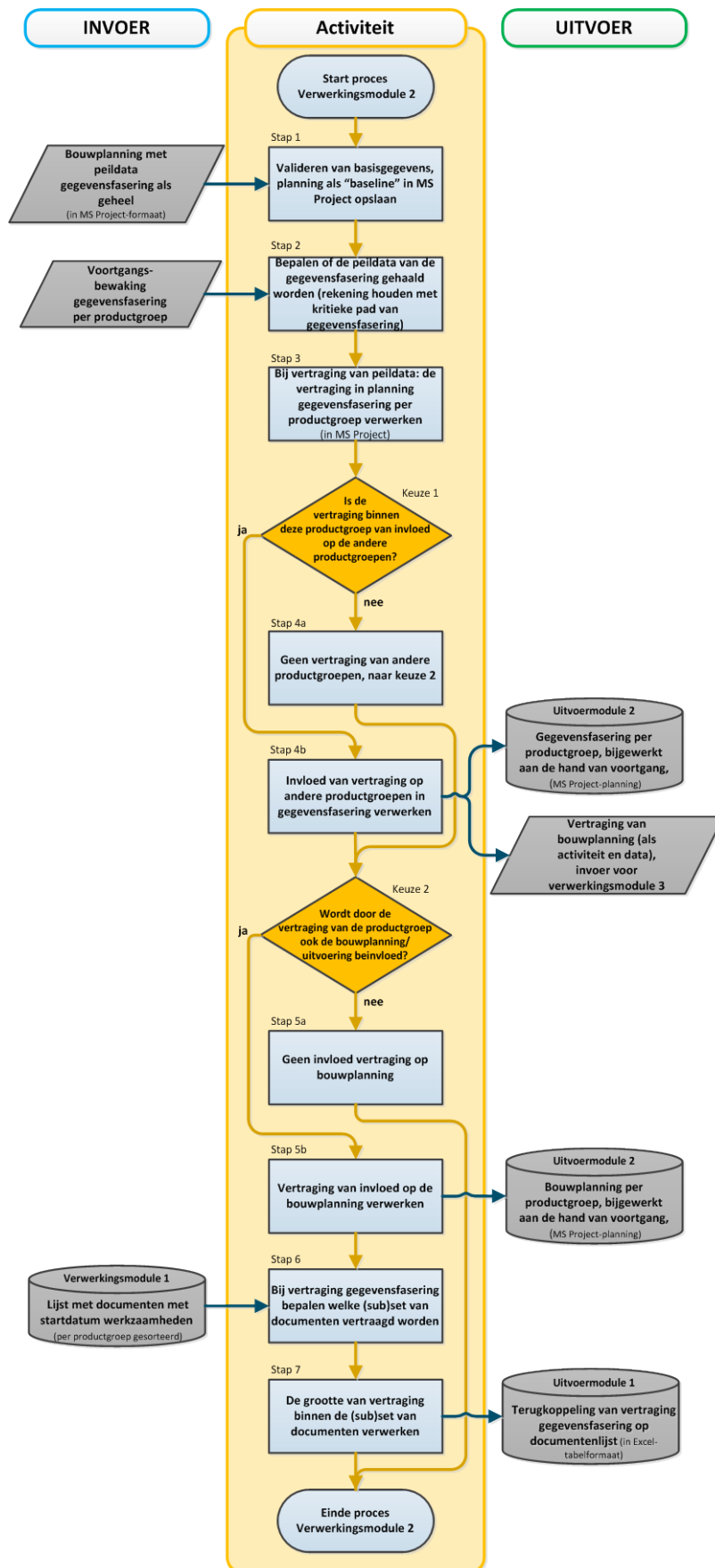
In de bijlage I vindt men een SADT-schema van de indeling van het hulpmiddel. Hierin is weergegeven aan de hand van invoer/uitvoer en processtappen hoe het hulpmiddel is gestructureerd. Hierbij is per processtap aangegeven welke gegevens voor de besturing van het proces benodigd is en met welke energie (middelen en/of mensen) het proces wordt verricht.

Daarnaast is in de bijlage J een BPMN-schema terug te vinden, dat beschrijft hoe de rolverdeling tussen de verschillende partijen (intern door projectleiding, planning, documentenbeheer, werkvoorbereiding en extern door onderaannemer en opdrachtgever) bij het nemen van de processtappen is. Deze schema's zijn gebaseerd op de processtappen uit het SADT-schema.

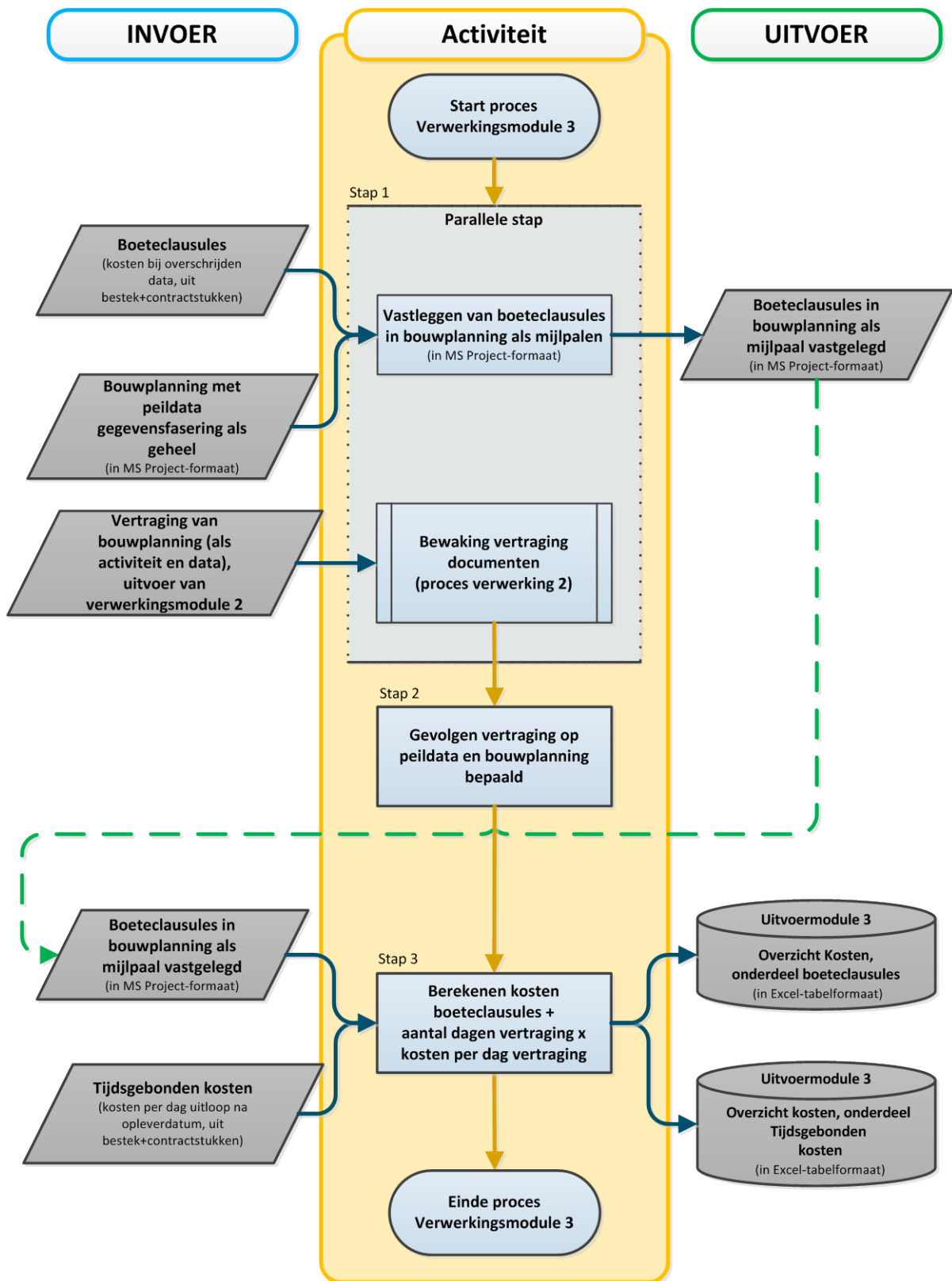
Ook worden de hierna volgende stroomschema's van het hulpmiddel in de bijlage K getoond, hierbij aangevuld met voorbeelden van in- en uitvoer die in het schema verwerkt worden. Dit is met een rode tekst bij de stroomschema's vermeld.



Afbeelding 51 Stroomschema van verwerkingsmodule 1 (grote versie in bijlage K)



Afbeelding 52 Stroomschema van verwerkingmodule 2 (grote versie in bijlage K)



Afbeelding 53 Stroomschema van verwerkingmodule 3 (grote versie in bijlage K)

4.3. Beschrijving werkwijze verwerking van invoer naar uitvoer

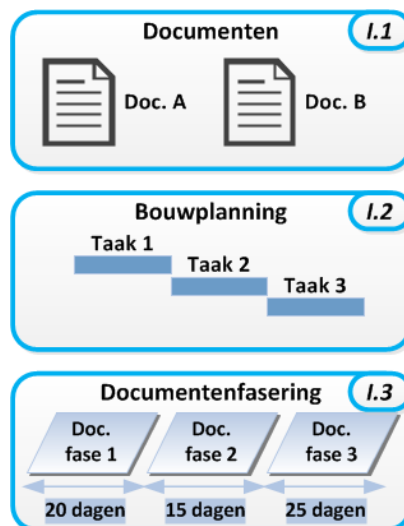
Deze paragraaf omvat een korte beschrijving van de stappen in de stroomschema's. Daarnaast is in de bijlage L een uitwerking met powerpointsheets van deze stroomschema's toegevoegd.

Verwerkingsmodule 1

In verwerkingsmodule 1 worden de gegevens van de documenten, de bouwplanning en de gegevensfasering uit de documenten- en beslissingenschema's aan elkaar gekoppeld. Dit is de belangrijkste stap van het hulpmiddel omdat hierbij de gegevens met elkaar gecombineerd worden en ze daarna als basis kunnen dienen in de voortgangsbewaking van verwerkingsmodule 2.

Als **invoer** van de Verwerkingsmodule 1 worden gehanteerd:

- Een lijst met documenten uit SDMS (het documentenbeheersysteem), in MS Excel – afkomstig uit Invoermodule 1;
- Een bouwplanning als overzicht van de relevante uitvoeringsactiviteiten, in MS Project of omgezet vanuit een ander planningsprogramma – afkomstig uit Invoermodule 2;
- Meerdere Documenten- & Beslissingenschema (gegevensfasering) van de verschillende productgroepen – afkomstig uit Invoermodule 3.



Afbeelding 54 Invoergegevens voor verwerkingmodule 1

De **uitvoer** van de Verwerkingsmodule 1 is:

- Bouwplanning met peildata gegevensfasering – MS Project;
- Gesorteerde lijst met documenten – Excel.

Beiden vormen de basisinvoer voor Verwerkingsmodule 2.

De eerste stappen in deze module bestaan uit het koppelen van de documentenlijst en bouwplanning door in de documentenlijst de relevante documenten te selecteren, deze per productgroep te sorteren en de startdatum van de uitvoering per productgroep uit de bouwplanning toe te voegen.

Hiermee wordt een per productgroep gesorteerde documentenlijst gegenereerd, waarbij met behulp van de gegevensfasering, afkomstig uit de Documenten- en Beslissingenschema's, en de startdatum van de uitvoering wordt bepaald op welke data de gegevensverstrekking, opstellen van de tekeningen, goedkeuring, controle en acceptatie zou moeten plaatsvinden.

Deze peildata van gegevensfasering wordt vervolgens omgezet naar een balkenschema en gecombineerd met de bouwplanning, waardoor er een totale planning ontstaat van peildata van gegevensfasering met uitvoeringsplanning, welke ook per productgroep kan worden weergegeven.

Verwerkingsmodule 2

In verwerkingsmodule 2 wordt verder gewerkt met de gegevens die in verwerkingsmodule 1 zijn gekoppeld. Deze dienen als basis voor de voortgangsbewaking, welke tijdens het planningsoverleg kan worden besproken. Met deze gegevens kunnen vervolgens de gevolgen van vertraging in tijd worden, welke in verschillende overzichten worden weergegeven.

Als **invoer** van de Verwerkingsmodule 2 worden gehanteerd:

- Bouwplanning met peildata gegevensfasering- MS Project; - uit verwerkingsmodule 1;
- Gesorteerde lijst met documenten met startdatum werkzaamheden – MS Excel; - uit verwerkingsmodule 1;
- De voortgangsbewaking van de gegevensfasering per productgroep.

De **uitvoer** van de Verwerkingsmodule 2 is:

- Gegevensfasering per productgroep, bijgewerkt aan de hand van voortgang – MS Excel;
- Bouwplanning per productgroep, bijgewerkt aan de hand van voortgang – MS Project;
- Terugkoppeling van vertraging gegevensfasering op documentenlijst – MS Excel.

De eerste twee uitvoergegevens worden in Uitvoermodule 2 getoond, de terugkoppeling naar de documentenlijst wordt in Uitvoermodule 1 weergegeven.

Aan de hand van de bouwplanning met daarin de peildata van de gegevensfasering kan de status van de documenten worden gevolgd. In een “kick-off” planningsoverleg wordt door alle betrokken partijen afgesproken dat de basis, zoals in de bouwplanning met de peildata van de gegevensfasering is vastgelegd, akkoord is.

Hierna kan de status van de peildata gevolgd worden, waarbij het planningsoverleg een meetmoment is waarop kan worden bepaald of er vertraging of voorsprong op de vastgestelde planning is. Dit kan worden gevolgd aan de hand van de bouwplanning maar ook met een overzicht van de peildata per productgroep, weergegeven in een Excel spreadsheet.

Mocht er zich vertraging voordoen, dan wordt deze in de bouwplanning met gegevensfasering en uitvoeringsactiviteiten weergegeven. Hierin wordt ten eerste vastgesteld of de voorbereiding van andere productgroepen wordt vertraagd en ten tweede of de uitvoering mogelijk wordt vertraagd. De vertraging wordt ook teruggekoppeld naar de documentenlijst met daarin opgenomen de startdatum van de uitvoeringswerkzaamheden. Op deze manier is in één overzicht zichtbaar welke gevolgen de vertraging op de documenten heeft.

Toelichting formaat voortgangsbewaking (opgesplitst in productgroepen)

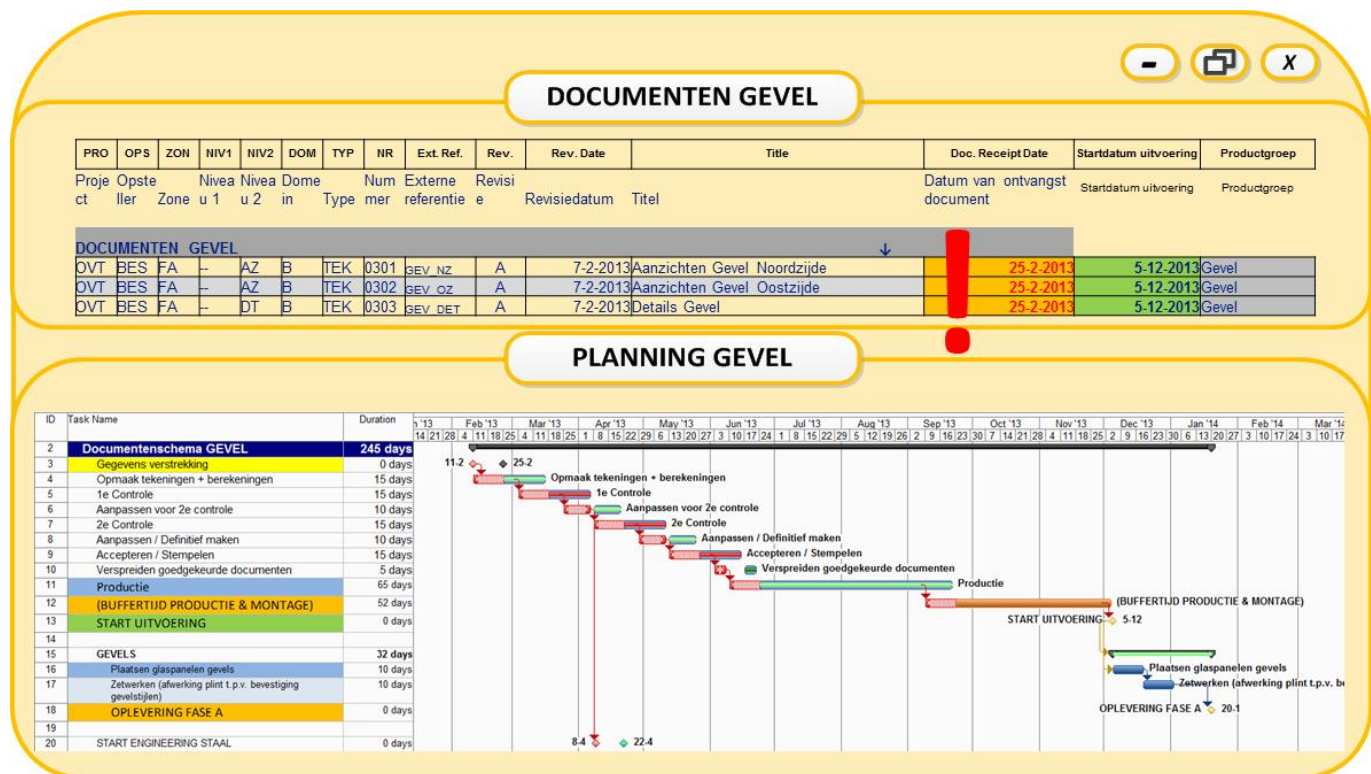
Bij een planningsoverleg wordt de stand van zaken betreffende de voortgang van engineering en uitvoering van de geplande voorbereidings- en uitvoeringszaken besproken. De voortgang van deze werkzaamheden is de input voor het hulpmiddel, omdat hierbij kan worden bepaald of zich een vertraging van de geplande werkzaamheden heeft voorgedaan. Belangrijk hierbij is dat de voortgang van de verschillende productgroepen duidelijk in kaart zijn gebracht. Om die reden wordt ervan uitgegaan dat de vertraging in een bepaald formaat in omschreven, zodat dit eenvoudig verwerkt kan worden. De werkvoorbereider kan dit voor zijn eigen expertise bijhouden, de uitvoerder voor de

uitvoeringsactiviteiten. De planning kan hierbij ondersteunen, maar de projectleiding blijft in het verband van het planningsoverleg verantwoordelijk voor het overzicht.

De voortgangsbewaking zal zodanig moeten worden omschreven dat:

- het bekend is over welke productgroep het gaat;
- het bekend is over welke engineering- of uitvoeringsactiviteit het gaat, waarbij de planning als basis dient;
- het bekend is welke activiteit vertraging opgelopen heeft;
- het bekend is hoe groot deze vertraging is;
- welke verdere gevolgen deze vertraging heeft voor de andere activiteiten in de planning;
- of bepaalde mijlpalen hiermee niet worden gehaald.

Het heeft daarnaast de voorkeur om de oorzaak van de vertraging te achterhalen om verdere vertraging te voorkomen, echter heeft dit geen verband met het formaat waarin de voortgangsbewaking moet worden opgesteld.



Afbeelding 55 Uitwerking van visualiseren Uitvoermodule 1 en 2. Aan de bovenzijde is de status van de documenten zichtbaar. Aan de onderzijde wordt de gegevensfasering en bouwplanning van deze productgroep weergegeven.

- [] X

DOCUMENTEN STAALCONSTRUCTIE

PRO	OPS	ZON	NIV1	NIV2	DOM	TYP	NR	Ext. Ref.	Rev.	Rev. Date	Title	Doc. Receipt Date	Startdatum uitvoering	Productgroep	
Proje	Opste	Nivea	Nivea	Dome	Num	Externe	Revisi					Datum van	ontvangst	Startdatum	Productgroep
ct	ller	Zone	u 1	u 2	in	Type	mer	referentie	e	Revisiedatum	Titel	document	uitvoering		
DOCUMENTEN STAALCONSTRUCTIE															
OVT	EME	FA	--	V1	C	TEK	0001	OVT-OV	0	4-4-2013	A	Staalconstructie overzichtstekening Fase	22-4-2013	21-10-2013	Staalconstructie
OVT	EME	FA	--	--	C	TEK	0002	OVT-AZ	0	4-4-2013	A	Staalconstructie aanzichten Fase A	22-4-2013	21-10-2013	Staalconstructie
OVT	EME	FA	--	--	C	TEK	0003	OVT-DZ	0	4-4-2013	A	Staalconstructie doorsneden Fase A	22-4-2013	21-10-2013	Staalconstructie
OVT	EME	FA	--	DT	C	TEK	0101	OVT-DET	0	4-4-2013	A	Staalconstructie details.01 Fase A	22-4-2013	21-10-2013	Staalconstructie

GEGEVENSFASERING STAAL

Name	Duration	Start	Finish
Gegevensverstrekking	0	Mon 22-4-13	Mon 22-4-13
Opmaak tekeningen + berekeningen	10	Mon 22-4-13	Fri 3-5-13
1e Controle	15	Mon 6-5-13	Fri 24-5-13
Aanpassen voor 2e controle	10	Mon 27-5-13	Fri 7-6-13
2e Controle	15	Mon 10-6-13	Fri 28-6-13
Aanpassen / Definitief maken	10	Mon 1-7-13	Fri 12-7-13
Accepteren / Stempelen	15	Mon 15-7-13	Fri 2-8-13
Verspreiden goedgekeurde documenten	5	Mon 5-8-13	Fri 9-8-13
Productie	50	Mon 12-8-13	Fri 18-10-13
(BUFFERTIJD PRODUCTIE & MONTAGE)		niet van toepassing	niet van toepassing
START UITVOERING		Mon 21-10-13	Mon 21-10-13

Afbeelding 56 Uitwerking van visualiseren Uitvoermodule 1 en 2. Onder de documentlijst is de gegevensfasering van de productgroep zichtbaar.

Verwerkingsmodule 3

In verwerkingsmodule 3 wordt verder gewerkt met gevolgen in tijd die in verwerkingsmodule 2 na de voortgangsbewaking bekend is geworden. In deze module wordt aan de hand van deze gevolgen ook de gevolgen in kosten bepaald.

Als **invoer** van de Verwerkingsmodule 3 worden gehanteerd:

- Vertraging van de bouwplanning – afkomstig uit de vorige Verwerkingsmodule 2
- Gegevens kosten: -afkomstig uit Invoermodule 4
 - Tijdsgebonden kosten van vertrapte activiteiten
 - Boeteclausules die van toepassing zijn (zoals omschreven in het bestek).

De **uitvoer** van de Verwerkingsmodule 3 is:

Een kostenoverzicht, bestaande uit:

- Tijdsgebonden kosten van vertraging;
- Kosten van boeteclausules voor het niet behalen van een mijlpaal.

Beiden worden in Uitvoermodule 3 weergegeven.

In de vorige Verwerkingsmodule 2 is vastgesteld of er zich vertraging in de bouwplanning voordoet, als gevolg van vertraging van de gegevensfasering. Ook door wijzigingen of aanpassingen kunnen zich in de uitvoering voordoen.

Om hiervan te kunnen bepalen welke gevolgen dit heeft worden de tijdsgebonden kosten, onderverdeeld in Materiaal, Arbeid, Materieel, Onderaanneming en een percentage Algemene Bouwplaatskosten (ABK) van de vertrapte uitvoeringsactiviteiten bepaald. Bovendien zijn de boeteclausules, welke in het bestek zijn omschreven, in de Invoermodule 4 vastgelegd en kan nadat bekend welke vertraging er is, worden vastgesteld of deze van toepassing zijn.

Een volledig overzicht van de tijdsgeboden kosten en kosten van de boeteclausules wordt vervolgens gegenereerd.

Toelichting formaat tijdsgebonden kosten

De **tijdsgebonden kosten** worden door het hulpmiddel verwerkt. Hierbij kan worden uitgegaan van een datum en een **plannings- of uitvoeringsactiviteit**, waarbij **bij overschrijding van deze datum** door vertraging de **kosten per kalenderdag** worden verrekend. Het kan gaan om kosten die direct aan de vertraging van een bepaalde uitvoeringsactiviteit te koppelen zijn, zoals langere of extra inzet van personeel of materieel, aangevuld met mogelijk extra algemene bouwplaatskosten (ABK). Indien de tijdseenheid afwijkt en bijvoorbeeld in weken wordt omschreven, zullen de kosten evenredig naar kalenderdagen worden omgerekend.

Toelichting formaat boeteclausules

Voorbeeld: *Indien de afgesproken **datum** voor **de uitvoeringsactiviteit “...”** niet wordt gehaald, is de opdrachtnemer een boete van (**boete = ... Euro / gebeurtenis**) verschuldigd.*

- **datum**: de te overschrijden start- of (eind)datum waarvan de boete afhankelijk is;
- **de uitvoeringsactiviteit “...”**: de uitvoeringsactiviteit waarbij de boeteclausule van kracht wordt mocht deze vertragen, dit kan in de contractplanning zijn opgenomen, specifiek kan het ook een mijlpaal zijn zoals “wind- en waterdicht” of “ruwbouwfase afgerond” of een (tussentijdse) start- of opleverdatum.
- **boete = ... Euro / gebeurtenis**: het geldbedrag dat bij overschrijding van de datum door de opdrachtnemer aan de opdrachtgever betaald moet worden dan wel door de opdrachtgever op de uitbetaling van de aanneemsom zal worden ingehouden. Het gaat om een bedrag per gebeurtenis.

KOSTENOVERZICHT



TIJDEBONDEN KOSTEN VAN VERTRAGING									
vertraagde uitvoeringsactiviteit in bouwplanning (per productgroep)	aantal werkdagen vertraging	Geplande startdatum / geplande einddatum	Werkelijke startdatum / werkelijke einddatum	bepalen kosten per werkdag vertraging				opslag % ABK over directe kosten (alleen aandeel tijdgebonden kosten)	
				afwijking in directe kosten (in €)					
				Materiaal	Arbeid	Materieel	Onderaanneming		
STAALSTRUCTUUR			start					% x sub totaal directe kosten	
Stalen kolommen, hoofdbalken gordingen	4 dagen	15-10-2013 25-11-2013	21-10-2013 29-11-2013	€ 0,00	€ 400,00	€ 300,00	€ 1.522,22	12,5%	
			einde	SUBTOTAAL DIRECTE KOSTEN				€ 277,78	
			SUBTOTAAL PER WERKDAG VERTRAGING				€ 2.500,00		
			x 4 dagen				TIJDEBONDEN KOSTEN TOTAAL		€ 10.000

BOETECLAUSULES ALS GEVOLG VAN VERTRAGING								
Overschreden mijlpaal	aantal werkdagen vertraging	Geplande opleveringsdatum	Werkelijke opleveringsdatum	Boetebeding				Aanneemsom
				Vast bedrag bij overschrijding		Bedrag afhankelijk van het aantal kalenderdagen		
						in % van de aanneemsom	in % van de aanneemsom	
Oplevering Fase A	3 dagen	20-1-2014	23-1-2014	€ 50.000	0,62%	€	€	€ 81.000.000
			BOETECLAUSULES KOSTEN TOTAAL				€ 50.000	

Afbeelding 57 Uitwerking van visualiseren Uitvoermodule 3. Een overzicht van de kosten, als gevolg van vertraging worden weergegeven, onderscheid makend in tijdgebonden kosten en boeteclausules.

5. Evaluatie

In dit hoofdstuk wordt de uitwerking van het hulpmiddel getoetst aan het Programma van Eisen. Na deze toetsing wordt beschreven in hoeverre er aan de doelstelling kan worden voldaan en worden aanbevelingen voor verdere ontwikkeling gedaan.

5.1. Aanpak toetsing

De programmastructuur omschrijft de werkwijze waarop de methode in een hulpmiddel gestructureerd kan worden door het koppelen van verschillende modules, welke bestaan uit een invoer, verwerking en uitvoer.

Deze programmastructuur is verder uitgewerkt, aan de hand van stroomschema's, en omschrijft de manier waarop de methode in een hulpmiddel zou kunnen werken. Hierbij worden visuele voorbeelden van deze uitwerking getoond. Deze methode en uitwerking zal worden getoetst.

De toetsing bestaat gedeeltelijk uit het toetsen van de mogelijke bruikbaarheid van het hulpmiddel. Er wordt bepaald in hoeverre het hulpmiddel zou kunnen voldoen aan de functie-eisen en overige eisen/wensen, omschreven in het Programma van Eisen.

Daarnaast wordt bij de toetsing gelet op de mogelijkheden om het hulpmiddel daadwerkelijk te ontwikkelen. Een programmeur of softwareontwikkelaar zal kunnen beoordelen of het mogelijk is om de omschreven methode uit te werken in een werkend programma. Voor dit onderdeel van de toetsing is contact gelegd met Van Meijel Automatisering BV in Emmeloord, marktleider in Nederland op het gebied van softwareontwikkeling en ICT-toepassingen voor de bouwsector. Van Meijel werkt met ruim 150 medewerkers aan de ontwikkeling van software voor de ondersteuning van een effectief en efficiënt bouwproces voor weg- en waterbouw, utiliteitsbouw en aanverwante industriële dienstverlening.

5.2. Toetsen van uitwerking hulpmiddel aan Programma van Eisen

Het Programma van Eisen omschrijft welke eisen en wensen er aan het hulpmiddel moeten zitten. Er is een verdeling gemaakt van verschillende soorten eisen, welke voor een deel voorkomen vanuit de doelstelling, het afstudeerbedrijf en/of de randvoorwaarden.

Per eis zal worden nagegaan in hoeverre er aan kan worden voldaan. Dit wordt waar mogelijk onderbouwd met een verwijzing naar de uitwerking van het hulpmiddel. De opmerkingen van Van Meijel met betrekking tot hun oordeel over de uitwerking van de eisen is daarbij ook aangegeven.

1. **FUNCTIEVERVULLING**

1.1 Hulpmiddel moet de gevolgen van vertraging van documenten duidelijk maken:

- *Gevolgen van vertraging uitgedrukt in tijd;*
- *Te gebruiken met variabele doorlooptijden voor gegevensverstrekking en goedkeuring (gegevensfasering afhankelijk van productgroepen)*

✓ **Oordeel: KAN VOLDOEN**

De gevolgen van vertraging in tijd kunnen worden weergegeven in uitvoermodule U.2. door middel van visualisatie van de tabel gegevensfasering, de lijst met documenten en het balkenschema/Gantt Chart met daarin de gegevensfasering en uitvoeringsactiviteiten. Hierbij wordt de vertraging in tijd aangegeven in het aantal dagen vertraging.

Het hulpmiddel zou bovendien gebruikt kunnen worden met variabele doorlooptijden voor gegevensverstrekking omdat het mogelijk is in invoermodule I.3. de verschillende doorlooptijden vanuit de documenten- en beslissingenschema's in te voeren. De informatie wordt daarna in verwerkingsmodule V.1. verwerkt. De wijze van visualisatie wordt in hoofdstuk 3.3 omschreven.

1.2 Hulpmiddel dient de voortgang van de documenten duidelijk te maken:

- *De planning van documenten wordt weergegeven, waarbij de voortgang van de documentenplanning zichtbaar is.*
- *De status van de documenten is in één overzicht zichtbaar.*

✓ **Oordeel: KAN VOLDOEN**

De planning van de documenten kan in uitvoermodule U.1. en U.2. worden weergegeven. Zoals in Afbeelding 55 in paragraaf 4.3 wordt weergegeven is hierin de planning en voortgang van de documenten document in één overzicht zichtbaar. De planning is hierbij te volgen door middel van de tabel gegevensfasering en een weergave van de voortgang in het balkenschema/Gantt Chart. Hierin is bij afwijking in de voortgang eventuele vertraging zichtbaar. De status van de documenten is daarnaast te volgen in de documentenlijst, waarbij kan worden gefilterd op het weergegeven van de documenten als geheel of alleen een gekozen productgroep.

2. KENMERKEN M.B.T. KOSTEN

2.1 Arbeidskosten voor gebruiken hulpmiddel moeten zo goedkoop mogelijk zijn

Van Meijel: "Het is erg moeilijk iets te zeggen over de ontwikkelkosten. De kosten zijn afhankelijk van welke technieken je gebruikt en welke scope je hanteert. De ontwikkeling van ons integrale BIM-projectmanagement softwarepakket Ticon heeft jaren aan ontwikkeling gevegd met een club programmeurs. Bovendien is een softwarepakket nooit af, er is continu doorontwikkeling nodig.

Met betrekking tot de baten van de software zit hem dit niet alleen in de tijdswinst, ook door fouten te voorkomen worden faalkosten bespaard."

✓ **Oordeel: KAN ZO GOEDKOOP MOGELIJK**

Het is duidelijk dat de investering voor de ontwikkelkosten groot zal zijn, echter moet dit worden afgezet tegen de voordelen, bijvoorbeeld besparing van tijd of het voorkomen van faalkosten. Uit de tijdsberekening die de bestaande methode van documentenbeheersing (de huidige situatie) met de methode bij gebruik van het hulpmiddel vergelijkt, blijkt dat de totale tijdsbesteding van het hulpmiddel slechts 10 uur meer (in totaal 99 uur ten opzichte van 89 uur) zou kosten dan het bestaande proces van voortgangsbewaking. Hierbij komt nog ongeveer 3 uur voor elk meetmoment dat de voortgang verwerkt wordt. Uitgaande van een planningsoverleg elke 2 weken, zijn dit per jaar ongeveer 80 werkuren. Wanneer men hier een gemiddeld uurloon voor aanhoudt, zullen de arbeidskosten zeker onder de €10.000,= uitkomen. Dit terwijl de mogelijke besparing van kosten door het voorkomen van faalkosten hiervan een veelvoud zullen zijn. Daarnaast zou de gebruikte methode kunnen bijdragen aan een hogere efficiëntie van het voorbereidingsproces. Het oordeel is dat deze kosten opwegen tegen de besparing die mogelijk is, waarmee is aangetoond dat aan deze eis kan worden voldaan.

Voor de tijdsbesteding wordt verwezen naar de tijdsontwerping, te vinden in de bijlage M.

3. TECHNISCHE EISEN

3.1 Hulpmiddel dient aan te sluiten bij de door Besix gebruikte computerprogrammatuur

vM: "Het technisch koppelen van de MS pakketten is zeker mogelijk, dit is al in het verleden al eerder gedaan. Wel zijn er kant-en-klare oplossingen op de markt die deze functionaliteit borgen."

✓ **Oordeel: KAN VOLDOEN**

De door Besix gebruikte computerprogrammatuur is MS Excel en MS Project. De uitwerking van het hulpmiddel is hier volledig op gebaseerd. Het onderling uitwisselen van gegevens tussen beide programma's wordt zeer goed ondersteund door ingebouwde koppelingen.

Voorbeelden van de uitvoer van de lijst met documenten, de tabel van gegevensfasering en het overzicht van de kosten als gevolg van vertraging zijn met behulp van MS Excel uitgewerkt. Het visualisering van de gevolgen van vertraging van documenten is met behulp van MS Project in een balkenschema uitgewerkt.

Hiermee is aangetoond dat aan deze eis kan worden voldaan.

4. GEBRUIKERSEISEN

4.1 Het hulpmiddel moet afstembaar zijn op de projectorganisatie

- *vereiste expertise mag niet beperkend zijn d.w.z. invoer en verwerking dienen door meerdere medewerkers uitgevoerd te kunnen worden;*

vM: "Uiteraard heeft niet iedereen dezelfde computervaardigheden. De ervaring leert dat oude calculatoren vaak moeite hebben met dergelijke aanpassingen. Toch vraagt hun werk om vernieuwing om het niet van de concurrentie te verliezen, dus is nieuwe software nodig. We verwachten dat er een kantelpunt komt waarbij het kunnen bedienen van dergelijke software een minimale eis is."

✓ **Oordeel: KAN VOLDOEN**

Zoals in de voorgaande eis is omschreven, is het hulpmiddel volledig ontwikkeld met behulp van MS Excel en MS Project. Er kan vanuit worden gegaan dat er met basiskennis over de bediening van MS Excel al een groot deel van het hulpmiddel te bedienen is. Het genereren van uitvoer van het hulpmiddel kan daarnaast voor een groot deel in MS Excel of MS Project worden geautomatiseerd, waar dus geen diepgaande kennis voor nodig is. In de BPMN-schema's is daarnaast het gebruik van invoer en verwerking zodanig omschreven en verdeeld, dat de persoon met de meeste kennis de invoer of verwerking van een onderdeel van het hulpmiddel uitvoert. Het is daarmee een hulpmiddel waarmee ieder vanuit zijn functie een andere rol uitvoert, om daarmee samen bij te dragen aan het efficiënter verlopen van de documentenbeheersing.

Er zal waarschijnlijk in de beginfase training en begeleiding nodig zijn om met het hulpmiddel te leren werken.

4.2 Vereisten aan de verwachte uitvoergegevens

- ✓ ■ *uitvoergegevens dienen gebruikt te kunnen worden voor het coördineren van de uitvoeringsactiviteiten;*
Oordeel: KAN VOLDOEN, maar moet in praktijk aangetoond worden.
- ✓ ■ *de uitvoergegevens geven een zo betrouwbaar en realistisch mogelijk beeld van de werkelijke situatie in de praktijk;*
Oordeel: KAN ZO BETROUWBAAR EN REALISTISCH MOGELIJK
- ✓ ■ *de uitvoergegevens zijn zo veel mogelijk eenduidig te interpreteren.*
Oordeel: KAN ZO EENDUIDIG MOGELIJK

In de functieomschrijving als vertaling van de doelstelling in hoofdstuk 3.1 en de omschrijving van de uitvoergegevens van de black box in hoofdstuk 3.3 is vastgelegd dat de uitvoergegevens kunnen worden gebruikt voor de het coördineren van de uitvoeringsactiviteiten. Gezien de visualisatie en uitwerking van de uitvoergegevens in hoofdstukken 3.3 en 4 blijkt het mogelijk te zijn om de gevolgen van de vertraging van de gegevensfasering van documenten te tonen. Dat was zonder het hulpmiddel niet mogelijk. Met deze informatie kan bijvoorbeeld worden bepaald waar er mogelijk maatregelen nodig zijn om de uitvoering te versnellen, een andere werkmethode of – volgorde aan te houden en conflicten op de raakvlakken van verschillende disciplines/productgroepen te voorkomen en/of beperken.

De uitvoergegevens vormen kunnen daarmee een aanvulling vormen op de bestaande gegevens die voor het coördineren van de uitvoeringsactiviteiten nodig zijn. Doordat niet daadwerkelijk met deze gegevens uit het hulpmiddel is gewerkt is het moeilijk te oordelen of aan deze voorwaarde wordt voldaan. Wel worden er voldoende mogelijkheden gezien om de uitvoergegevens voor de coördinatie van de uitvoeringsactiviteiten te gebruiken.

Aan de voorwaarde dat de uitvoergegevens een zo betrouwbaar en realistisch mogelijk beeld van de werkelijke situatie in de praktijk geven kan worden voldaan. Voor de uitleg van de werking van het hulpmiddel is een vereenvoudigde versie van de ingevoerde gegevens gebruikt. Deze zijn allen gebaseerd op de werkelijke gegevens, die qua omvang groter zullen zijn. Echter, blijft de methode van invoer en verwerking ongewijzigd, en valt ook te verwachten dat de uitvoergegevens qua omvang groter zijn maar wel een realistisch en betrouwbaar beeld van de werkelijke situatie kunnen scheppen.

Aan de laatste voorwaarde dat de uitvoergegevens eenduidig te interpreteren zijn kan worden voldaan. Met dezelfde invoergegevens worden er, wanneer de methode zoals in de stroomschema's wordt gevolgd, altijd dezelfde uitvoergegevens als eindresultaat bereikt. De uitvoer zal alleen verschillen wanneer de verwerking van de voortgang van documenten afwijkt en de relaties in bouwplanning anders zijn. Om deze reden is er in verwerkingsmodule V.1 een validatie-moment inbegrepen om daarmee met alle partijen vast te stellen dat met dezelfde basis wordt gewerkt. Hierna kan de voortgang worden verwerkt en bewaakt. Het verwerken van de voortgang blijft mensenwerk, er zullen hierbij afwegingen moeten worden gemaakt om de grootte en invloed van vertraging vast te stellen. Dit is inherent aan het gebruik van het hulpmiddel, het ondersteund bij beslissingen maar de gebruiker zal altijd zelf moeten beslissen wat met de uitvoer te doen. Het hulpmiddel omschrijft de vertraging van de gegevensfasering van documenten in een tijdseenheid in

dagen. Dit wordt verwerkt in verschillende visualisaties, die voor iedere gebruiker hetzelfde zijn omdat samen aan de invoer en verwerking van één hulpmiddel wordt gewerkt.

5. **GEWENSTE / GEVRAAGDE KENMERKEN VANUIT HET BOUWBEDRIJF**

5.1 Gevolgen dienen wanneer mogelijk te worden uitgedrukt in geld

- *Tijdsgebonden kosten in hulpmiddel verwerkt;*
- *Vaste kosten voor overschrijding contractueel vastgelegde data in hulpmiddel verwerkt.*

✓ **Oordeel: KAN VOLDOEN**

De gevolgen kunnen worden uitgedrukt in geld door middel van het visualiseren van verwerkingsmodule V.3, zoals in paragraaf 3.3 is getoond en in paragraaf 4.3 wordt uitgelegd. Hierbij worden de kosten als gevolg van de vertraging van de gegevensfasering van de documenten in één overzicht weergegeven. De tijdsgebonden kosten zijn afhankelijk van de vertraging van de uitvoeringsactiviteit die in de bouwplanning zijn omschreven. De vaste kosten voor overschrijding van contractueel vastgelegde data is door middel van het overzicht “boeteclausules/kortingsregelingen” in het hulpmiddel opgenomen.

5.2 "No Change"-datum kan zichtbaar gemaakt worden

✓ **Oordeel: KAN GEDEELTELIJK VOLDOEN**

In het hulpmiddel is bij het invoeren van de Documenten- en Beslissingenschema's in invoermodule I.3. de mogelijkheid om de data met doorlooptijden van de gegevensfasering aan te geven. In de onderzoeksresultaten is vastgesteld dat het moment na afloop van de gegevensfase “aanpassen voor 2^e controleronde” als No Change-datum kan worden aangehouden. Op deze manier is dit bij de invoer vastgelegd. Bij het verwerken van de voortgangsbewaking en het bepalen van de gevolgen van vertraging van de gegevensfasering kan er rekening gehouden worden met de No Change-datum. Vertraging vóór deze datum zal andere gevolgen hebben in vergelijking met een vertraging ná deze datum. Dit is in de verwerking en uitvoer niet geheel uitgewerkt, echter, kunnen de verschillende peildata in het hulpmiddel wel worden gevolgd. In de tabel gegevensfasering, als uitvoer van uitvoermodule U.2. is dezelfde gegevensfase “aanpassen voor 2^e controleronde” weer weergegeven met daarin de data die mogelijk vertraagd zijn. Om deze reden kan slechts gedeeltelijk aan dit kenmerk worden voldaan.

5.3 Het hulpmiddel dient toegepast te kunnen worden onafhankelijk van bouwfasen

✓ **Oordeel: KAN VOLDOEN**

De methode die is omschreven zou op elke bouwfase van de OVT Utrecht toegepast kunnen worden. De methode beschreven in de stroomschema's is niet beperkend voor de andere bouwfasen omdat de werkwijze overeen zou komen. Er valt te verwachten dat er voor de andere bouwfasen met soortgelijke documenten, uitvoeringsactiviteiten in de bouwplanning, schema's voor gegevensfasering en kostentypes als invoer zal worden gewerkt. Derhalve kan het hulpmiddel aan dit kenmerk voldoen.

5.4 Invloed van wijzigingen en aanpassingen van de documenten dienen verwerkt te kunnen worden

✓ **Oordeel: KAN VOLDOEN**

De invloed van wijzigingen en aanpassingen van de documenten zal zich uiten in een vertraging in de tijd van de gegevensfasering of de uitvoering. In verwerkingsmodule V.1. kunnen de documenten vanuit invoermodule I.1., de bouwplanning vanuit invoermodule I.2. en de gegevensfasering vanuit de documenten- en beslissingenschema's uit invoermodule I.3. met elkaar tot één geheel worden gekoppeld. Hierna kan de invloed van wijzigingen en aanpassingen van de documenten, wat zich uit

in veranderende data in gegevensfasering of uitvoeringsplanning(welke nu gekoppeld zijn) worden verwerkt in het hulpmiddel.

5.5 Het hulpmiddel kan worden geïntegreerd met SDMS (het documentenbeheersysteem)

✓ **Oordeel: KAN VOLDOEN**

Het hulpmiddel is niet geïntegreerd met een module is SMDS. Wel kan er in het hulpmiddel gewerkt worden met een vanuit SDMS naar MS Excel geëxporteerde spreadsheet van de documenten die van toepassing zijn. De software-ontwikkelaar van Meijel geeft aan dat het koppelen en ontwikkelen van het hulpmiddel binnen een online te raadplegen documentenbeheersysteem zeker mogelijk is. Van Meijel heeft aantoonbare ervaring met het koppelen en gebruik van gangbare computersoftware zoals MS Excel en MS Project met een documentenbeheersysteem als onderdeel van een groter pakket. Om deze reden valt te verwachten dat deze ontwikkeling wel mogelijk is, dus aan deze eis kan worden voldaan.

5.6 Het aangeven van de vertraagde documenten, wordt zo eenvoudig mogelijk weergegeven

✓ **Oordeel: KAN ZO EENVOUDIG MOGELIJK**

In uitvoermodule U.1. kan een lijst met de van toepassing zijnde documenten worden weergegeven. Hierin worden documenten welke niet vertraagd zijn aangegeven met een datum in een cel met groene opvulling aangegeven. Documenten welke wel vertraagd zijn hebben een datum met een oranje opvulling met rode tekst, zoals ook in paragraaf 3.3 is omschreven. Op deze manier kan er eenvoudig worden onderscheiden welke documenten vertraagd zijn.

5.3.Terugkoppeling naar probleemstelling/doelstelling

Na toetsing van de uitwerking van het hulpmiddel aan het Programma van Eisen, zoals dat in voorgaande paragraaf is beschreven, is het mogelijk om te evalueren in hoeverre het hulpmiddel aan de doelstelling kan voldoen. Hiermee kan ook worden nagegaan in hoeverre het hulpmiddel kan bijdragen aan het oplossen van de probleemstelling.

In onderstaande Afbeelding 58 wordt het Programma van Eisen weergegeven, met daarbij per eis aangegeven hoe dit is beoordeeld. Aan de eisen gesteld aan de functieervulling, omschreven in de functieomschrijving als vertaling van de doelstelling naar eisen kan volledig worden voldaan. Doordat het hulpmiddel vanuit de invoergegevens de in paragraaf 3.3 als uitvoer van de black box omschreven uitvoergegevens kan leveren is hieraan voldaan.

Het hulpmiddel kan de volgende informatie leveren en kan de volgende mogelijkheden hebben:

- welke documenten er vertraging hebben in de engineering/gegevensfasering;
- welke gevolgen dit heeft voor de uitvoeringsactiviteiten in een eenheid van tijd;
- welke gevolgen dit heeft voor de uitvoeringsactiviteiten in eenheid van kosten;
- de mogelijkheid om de voortgang van documenten te kunnen volgen;
- de mogelijkheid om de gevolgen van wijzigingen of aanpassingen aan de documenten te verwerken.

nr	vaste eis	wens	ordering, eisenprogramma hulpmiddel documentenplanning	
1			Funcievervulling	OORDEEL
1.1	X		Hulpmiddel moet de gevolgen van vertraging van documenten duidelijk maken:	kan voldoen
1.1.1	X		■ Gevolgen van vertraging uitgedrukt in tijd.	kan voldoen
1.1.2	X		■ Te gebruiken met variabele doorlooptijden voor gegevensverstrekking en goedkeuring (gegevensfasering afhankelijk van productgroepen)	kan voldoen
1.2	X		Hulpmiddel dient de voortgang van de documenten duidelijk te maken	kan voldoen
1.2.1	X		■ De planning van documenten wordt weergegeven, waarbij de voortgang van de documentenplanning zichtbaar is.	kan voldoen
1.2.2	X		■ De status van de documenten is in één overzicht zichtbaar.	kan voldoen
2			Kosten	
2.1		X	Arbeidskosten voor gebruiken hulpmiddel moeten zo goedkoop mogelijk zijn	kan zo goedkoop mogelijk
3			Technische eisen	
3.1	X		Hulpmiddel dient aan te sluiten bij de door Besix gebruikte computerprogrammatuur	kan voldoen
4			Gebruikerseisen	
4.1	X		Het hulpmiddel moet afstembaar zijn op de projectorganisatie:	kan voldoen
4.1.1	X		■ vereiste expertise mag niet beperkend zijn d.w.z. invoer en verwerking dienen door meerdere medewerkers uitgevoerd te kunnen worden	kan voldoen
4.2	X		Vereisten aan de uitvoergegevens:	kan voldoen
4.2.1	X		■ uitvoergegevens dienen gebruikt te kunnen worden voor het coördineren van de uitvoeringsactiviteiten	kan voldoen, maar aan te tonen in praktijk
4.3.2		X	■ uitvoergegevens geven een zo betrouwbaar en realistisch mogelijk beeld van de werkelijke situatie in de praktijk;	kan zo betrouwbaar en realistisch mogelijk
4.3.3		X	■ de uitvoergegevens zijn zo veel mogelijk eenduidig te interpreteren	kan zo eenduidig mogelijk
5			Gewenste / gevraagde kenmerken vanuit het bouwbedrijf	
5.1	X		Gevolgen dienen wanneer mogelijk te worden uitgedrukt in geld	kan voldoen
5.1.1	X		Tijdsgebonden kosten in hulpmiddel verwerkt	kan voldoen
5.1.2	X		Vaste kosten voor overschrijding contractueel vastgelegde data in hulpmiddel verwerkt	kan voldoen
5.2	X		"No Change"-datum kan zichtbaar gemaakt worden	kan gedeeltelijk voldoen
5.3	X		Het hulpmiddel dient toegepast te kunnen worden onafhankelijk van bouwfasen	kan voldoen
5.4	X		Invloed van wijzigingen en aanpassingen van de documenten dienen verwerkt te kunnen worden.	kan voldoen
5.5	X		Het hulpmiddel kan worden geïntegreerd met SDMS (het documentenbeheersysteem)	kan voldoen
5.6		X	Het aangeven van de vertraagde documenten, wordt zo eenvoudig mogelijk weergegeven	kan voldoen

Afbeelding 58 Programma van Eisen na beoordeling

Aan de eis 4.2.1, waarin wordt gesteld dat de uitvoergegevens gebruikt kunnen worden voor het coördineren van de uitvoeringsactiviteiten kan worden voldaan. Echter, is het zonder het hulpmiddel in de praktijk te gebruiken niet mogelijk om voldoende aan te tonen dat dit ook daadwerkelijk mogelijk is.

Aan de eis 5.2, waarin door Besix wordt gevraagd dat een "No Change"-datum zichtbaar gemaakt kan worden, kan slecht gedeeltelijk worden voldaan. Bij invoer en verwerking van het hulpmiddel

kan er rekening worden gehouden met de datum tot wanneer wijzigingen van documenten plaats kunnen vinden, waarbij de gevolgen in tijd (en kosten) beperkt of afwezig zullen zijn. In de uitvoer is deze datum ook zichtbaar, echter wordt er geen strikt onderscheidt gemaakt in gevolgen voor of na deze datum.

In hoofdstuk 1.6 is de doelstelling omschreven, waarnaar na de bovenstaande beoordeling kan worden teruggekoppeld.

“Het ontwikkelen van een methode waarmee de gevolgen, uitgedrukt in tijd en kosten, van vertragingen en wijzigingen binnen de gegevensfasering van documenten tijdens de afstemming van de voorbereiding (engineeringfase) van bouwfase A duidelijk kunnen worden gemaakt, om zodoende de coördinatie van de uitvoeringsactiviteiten op basis van de beschikbare documenten tijdig te kunnen beheersen en het ad hoc bijsturen van de uitvoering te voorkomen, zodat mogelijke conflicten in de uitvoering met bijbehorende fouten en herstelkosten welke veroorzaakt worden door deze specifieke vertragingen en wijzigingen worden vermeden.”

Aan het ontwikkelen van een methode kan worden voldaan, omdat het de gevolgen, uitgedrukt in tijd en kosten, van de vertragingen en wijzigingen binnen de gegevensfasering van documenten tijdens de afstemming van de voorbereiding (engineeringfase) duidelijk heeft kunnen maken. Niet alleen is deze methode voor bouwfase A ontwikkeld, maar is de methode van onafhankelijk van de bouwfasen toe te passen.

De methode, weergegeven in een hulpmiddel, zal kunnen aangeven óf en welke documenten tijdig beschikbaar zijn en waar er mogelijk vertraging optreedt tijdens de engineeringfase. Doordat hierdoor duidelijk is welke gevolgen dit heeft voor de uitvoeringsactiviteiten, kan men hierop beter anticiperen, door mogelijk maatregelen te nemen. Hierdoor worden de gevolgen, zoals de conflicten met bijbehorende fouten en herstelkosten zeker beperkt en waar mogelijk vermeden. In een eerder stadium kan men door het gebruik van het hulpmiddel duidelijk maken welke gevolgen er mogelijk zijn, waardoor wordt verwacht dat het ad hoc bijsturen van de uitvoering zo veel mogelijk wordt beperkt. Wel blijft het zonder een test in de praktijk moeilijk te beoordelen of dit ook daadwerkelijk haalbaar is.

Terugkoppelend aan de probleemstelling betekent dit dat het interne proces van documentenbeheersing door gebruik van het hulpmiddel ongestoord en beheerst kan verlopen doordat de gegevensfasering van documenten kan worden gevolgd en mogelijke gevolgen van vertraging van documenten zichtbaar zijn. Ook wanneer er wijzigingen of aanpassingen aan documenten worden gedaan voorafgaand aan de uitvoering zijn de gevolgen hiervan duidelijk zichtbaar te maken.

Bovendien kunnen de raakvlakken van de eigen werkzaamheden en die van onderaannemers in het hulpmiddel worden verwerkt, door middel van het koppelen van de gegevensfasering van de verschillende productgroepen en de relaties in de bouwplanning. Hierdoor kan de kennis over de onderlinge raakvlakken van eigen uitvoeringsactiviteiten en die met de werkzaamheden van onderaannemers worden vergroot.

Naast deze terugkoppeling kan worden nagegaan in hoeverre het afstudeerwerk heeft bijgedragen aan het oplossen van het probleem in een breder kader. Met andere woorden, waar de kracht en de vernieuwing van de methode in zit. Met het opstellen en uitwerken van een methode voor de documentenbeheersing, welke onafhankelijk van de bouwfases bij vergelijkbare bouwprojecten zou kunnen worden toegepast is een basis gelegd voor een efficiënt toepasbare methode. De extra inspanning die de methode qua tijd kost lijkt op te kunnen wegen tegen de mogelijke financiële besparingen door het voorkomen van faalkosten en een goed verlopend proces van gegevensfasering en uitvoering.

De vernieuwing van deze methode is dat er een koppeling wordt gemaakt tussen de gegevensfasering van de documenten en de uitvoeringsplanning. Dit in tegenstelling van het werken met losse documentenlijsten of bouwplanningen. Met de nieuwe methode kan de gegevensfasering van de documenten worden gevolgd/bewaakt en kan er bij vertraging of wijziging duidelijk worden gemaakt welke gevolgen in tijd dat heeft voor de verdere gegevensfasering of uitvoering. De status van de voortgang is, afhankelijk van de regelmaat waarmee de voortgang wordt bewaakt, actueel te raadplegen. Naast de gevolgen in tijd kan ook een inschatting worden gemaakt van de kosten die dit met zich meebrengt.

5.4.Aanbevelingen

Na afronding van de toetsing kan geëvalueerd worden wat er verder met het afstudeerwerk kan worden gedaan.

Het is door de beperkte kennis van programmeren niet mogelijk geweest het hulpmiddel werkend uit te werken. Wel is de werking en structuur voor het hulpmiddel zodanig omschreven dat een software-ontwikkelaar voldoende informatie zou hebben om het hulpmiddel te ontwikkelen. Daarnaast is voor de gebruiker omschreven hoe met het hulpmiddel gewerkt zou moeten worden. Mocht er vraag zijn naar het hulpmiddel, wordt aangeraden verder te onderzoeken wat er verder voor technische mogelijkheden om het hulpmiddel te ontwikkelen. Een kosten-batenanalyse is hierbij ook aan te raden.

Om aan te kunnen tonen dat de methode, gevisualiseerd in het hulpmiddel, ook daadwerkelijk het geconstateerde probleem op kan lossen, zou de gebruikte methode bij een vergelijkbaar project als pilot kunnen worden ingezet. Op deze manier kan ook worden onderzocht in hoeverre de uitvoergegevens kunnen worden gebruikt om de uitvoeringsactiviteiten tijdens de engineeringfase af te stemmen en te coördineren.

De verwachting is dat deze methode nuttig kan zijn bij vergelijkbare bouwprojecten. Bij een pilotproject zijn er een aantal voorwaarden waar aan moet worden voldaan om vergelijkbaar te zijn. Zo zal het inzetten van de methode nuttig kunnen zijn bij een bouwproject met complexe werkzaamheden, grote hoeveelheden documenten, een lange voorbereidingstijd (langer dan 1 jaar), een complexe projectorganisatie (meer dan 15 medewerkers) of een bouwsom groter dan 5 miljoen euro. Over het algemeen dus risicovolle projecten waarbij tijdsvertraging en kosten onder controle moeten zijn.

Softwareontwikkelaar van Meijel geeft vanuit haar ervaring aan dat het bij implementatie van het hulpmiddel raadzaam is om niet alleen naar de technische oplossing te kijken, maar ook te onderzoeken hoe het gebruikt moet worden, met name bij de implementatie. Doorgaans gaat dit

met key-users binnen de organisatie, die als early adaptor de anderen moet motiveren. Als het goed is groeit deze groep zover dat op een gegeven moment de gehele organisatie de software gebruikt.

Daarnaast is het belangrijk te kijken hoe het hulpmiddel kan passen in het grotere geheel, als onderdeel van een integraal proces. Zo is de laatste jaren al de trend waar te nemen dat steeds meer met digitale 3D BIM-tekeningen wordt gewerkt. 3D tekeningen zijn steeds vaker onderdeel van contracten en worden daarbij gebruikt als uitwisselingsformaat van bouwkundige informatie. Er zijn systemen op de markt waarbij dergelijke 3D modellen verwerkt kunnen worden met informatie zodat er automatisch een planning en calculatie uit te genereren is. Hierdoor zijn wijzigingen makkelijk door te voeren en werken alle partijen op basis van dezelfde data.

Aanvullend op dit punt, zal het belangrijk zijn om de informatie up-to-date te houden, waarbij de data gemakkelijk te bewerken is. Dit kan bijvoorbeeld door snel data aan te passen op een tablet voor de uitvoerder. In plaats van het bijwerken van de voortgang elke 2 weken tijdens het planningsoverleg, zou gewerkt kunnen worden met "live data". Bij vertraging van documenten kan een gebruiker een melding ontvangen, doordat deze een opgegeven datum heeft overschreden.

Bij wijzigingen/aanpassingen van documenten zou een werkvoorbereider bijvoorbeeld een voorstel tot wijziging in het hulpmiddel kunnen invoeren, waarbij dan integraal kan worden bepaald wat de gevolgen hiervan zijn en hoe dit in de data te verwerken. Op deze manier zouden bijvoorbeeld ook opdrachtgevers of onderaannemers kunnen inloggen op een portal om dit te kunnen volgen of eventueel zelf ook met de data in het hulpmiddel kunnen werken.

Concluderend kan worden gezegd dat er voldoende mogelijkheden worden gezien voor verder gebruik en ontwikkeling van het hulpmiddel.

Literatuurlijst

- Assaf, S. A.-H. (2006). Causes of delay in large construction projects. *International Journal of Project Management*(24), 349–357.
- Assaf, S., Al-Khalil, M., & Al-Hazmi, M. (1995). Causes of delay in large building construction projects. *Journal of Management and Engineering*, 2(11), 45-50.
- Bijloos, J. (2011). *Documentbeheerplan OVT Utrecht, OVT BES -- -- -- KWA WPL 0000*. Barendrecht, Nederland: Besix Nederland Branch.
- Carmichael, D. G. (2006). *Project planning and control*. London: Taylor and Francis.
- Grit, R. (2008). *Projectmanagement*. Groningen: Noordhoff Uitgevers Groningen.
- Hedeman, R. R. (2010). *Projectmanagement voor het HBO op basis van IPMA-D*. Zaltbommel: Van Haren Publishing.
- Meredith, J. R., & Mantel, S. J. (2010). *Project management : a managerial approach*. Hoboken: Wiley.
- P.L. Wentzel, A.L.M. van Eekelen en J.J. Rip (2005). *Hogere Bouwkunde Jellema: 10 Ontwerpen*. Utrecht/Zutphen: ThiemeMeulenhoff.
- Pierce, D. R. (2004). *Project scheduling and management for construction*. Kingston: Reed Construction Data.
- Regieraad Rationalisatie Bouw . (2010). *RRBouwrapport 140 - Algemene BouwplaatsKosten (ABK) van B&U-projecten 2010*. Zoetermeer: Bouwend Nederland.
- Regieraad Rationalisatie Bouw. (2004). *RRBouwrapport 118 - Contractbeheersing binnen het bouwbedrijf*. Gouda: Stichting Research en Rationalisatie Bouw .
- Vissers, M.M.J. (2004). *Dictaat Uitvoeringstechniek 2*. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven.

Methode voor het beheersen van de documentenstromen voor de coördinatie van uitvoeringsactiviteiten

Definitief – 14 september 2016

Bijlagen



Begeleidingsscommissie	
prof. dr. ir. T.A.M. Salet	TU/e
dr.ir. E.W. Vastert	TU/e
ing. C.M. de Bruijn	TU/e
ir. G. van Aperen	BESIX
ir. T. Zandbergen	BESIX

Student	
Arnout Roffel	0754516

Bijlagen

Bijlage A. SADT schema van bestaande proces

Bijlage B. Voorbeeld bouwplanning MS Project

Bijlage C. Voorbeeld Documenten- en Beslissingenschema

Bijlage D. Voorbeeld documentenlijst SDMS

Bijlage E. Voorbeeld documentenlijst Excel als uitvoer van SDMS

Bijlage F . Oorzaken van vertraging

Bijlage G. Maatregelen om activiteiten te kunnen versnellen

Bijlage H. Beoordeling visualisatiemogelijkheden planning

Bijlage I. SADT schema

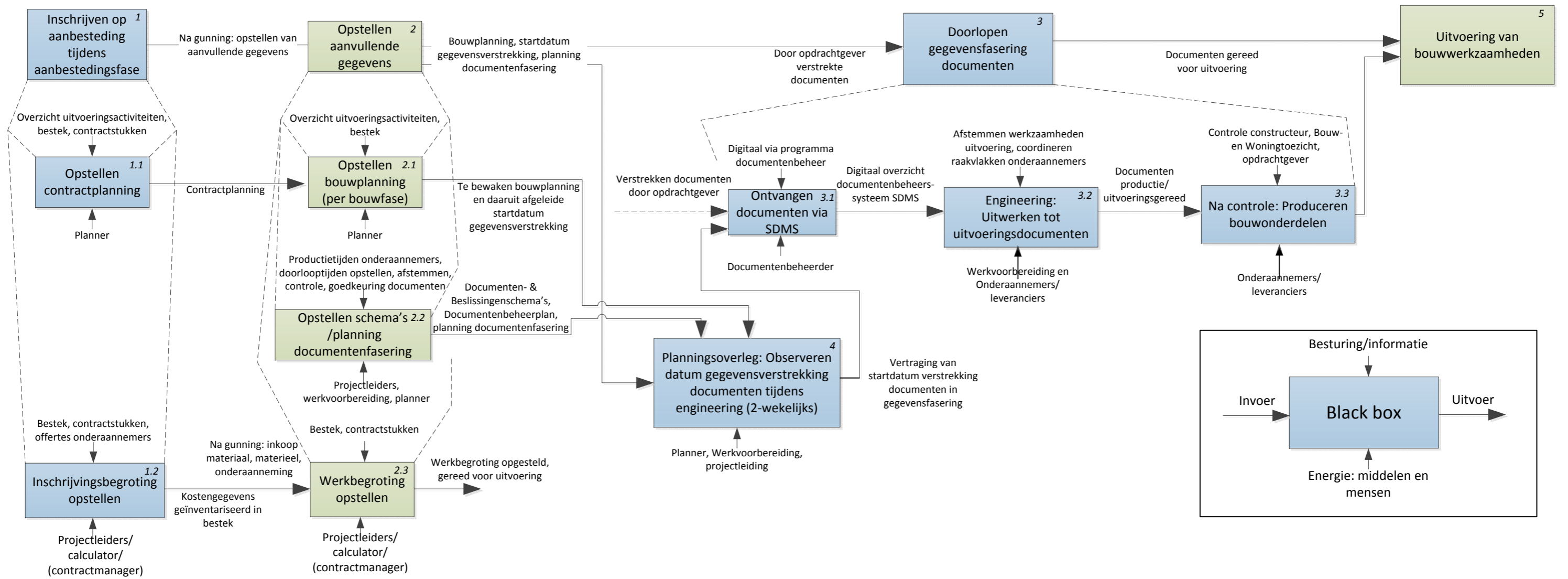
Bijlage J. BPMN schema's van processtappen

Bijlage K. Stroomschema's werkwijze verwerking met voorbeelden

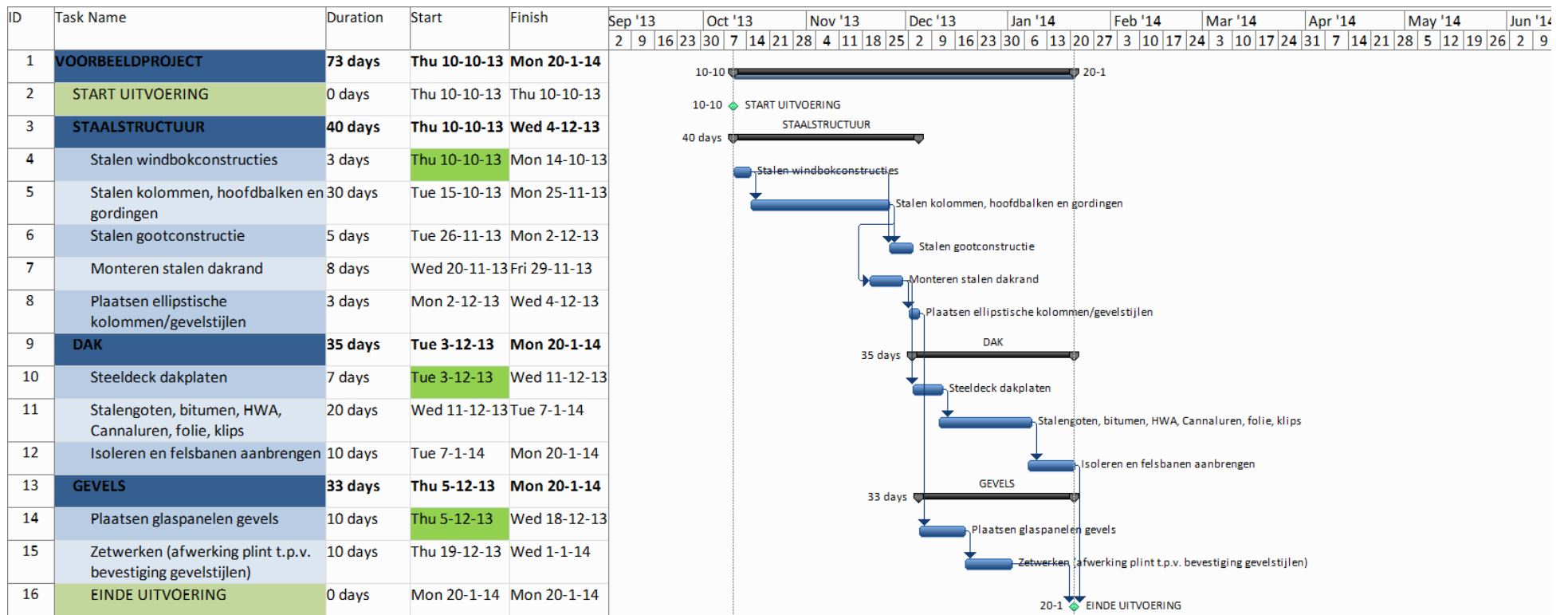
Bijlage L. Powerpointsheets als visualisatie van hulpmiddel

Bijlage M. Tijdsonderbouwing vergelijking bestaande en nieuwe proces

Bijlage A. SADT schema van bestaande proces



Bijlage B. Voorbeeld bouwplanning MS Project



Bijlage C. Voorbeeld Documenten- en Beslissingenschema

Project: OVT-Utrecht
Projectnr: xx
Documentnr: xx
Datum: 20-09-2010
Opgesteld door: Besix Nederland

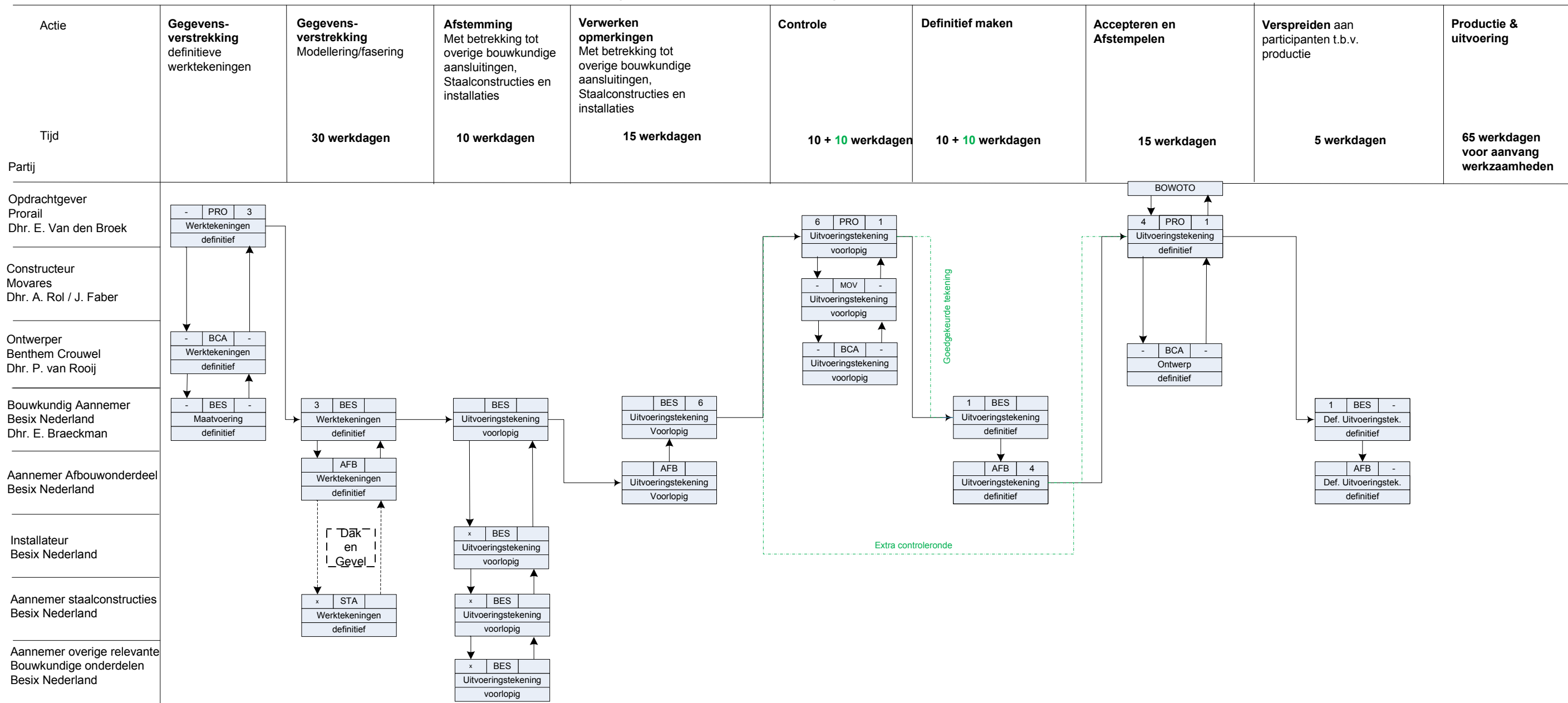


A	B	C
D		
E		

A = aantal stuks te ontvangen tekeningen hardcopy *
 B = eigenaar / verantwoordelijke
 C = aantal stuks te verstrekken tekeningen hardcopy *
 D = fase waarin tekening zich bevindt
 E = status van de tekening

* Bij hardcopy ook altijd digitale versie verstrekken (pdf + dxf)

Documenten- en beslissingenschema: Stroomdiagram Afbouwonderdelen



Besteksmatig (art 01.05.10.91):

Aantal tekeningen door aannemer in te dienen:
 Ter controle: 6 voud
 Definitief: 4 voud

Bijlage D. Voorbeeld documentenlijst SDMS



Document List - Last Revisions

Select Action

Filter by:

PRO

PHA

EME

LOT

NIV

DO1

DO2

TYP

NUM

Total Record(s) : 303

Results 1 to 100 of 303 records Lines per Page 100 Go to Page 1 1 2 3 4 Next Last

	PRO	PHA	EME	LOT	NIV	DO1	DO2	TYP	NUM	Rev.	Code Ext. Doc.	Title	Receipt Date	Status
<input type="checkbox"/>	CD	EXE	YUA	330	XXX	FA	XXX	PLA	9880	A		PROTOTYPE POUR VITRAGE SECTION HORIZONTALE	28/06/2010	BPE
<input type="checkbox"/>	CD	EXE	YUA	330	XXX	FA	XXX	PLA	9941	A		PROTOTYPE POUR VITRAGE SECTION VERTICALE	28/06/2010	
<input type="checkbox"/>	CD	EXE	YUA	330	XXX	FA	XXX	PLA	9940	A		PROTOTYPE POUR VITRAGE SECTION VERTICALE	28/06/2010	
<input type="checkbox"/>	CD	EXE	YUA	330	XXX	FA	XXX	PLA	9820	A		PROTOTYPE POUR VITRAGE ELEVATION	28/06/2010	
<input type="checkbox"/>	CD	EXE	YUA	330	XXX	FA	XXX	NDC	0210	0		CAHIER DES CHARGES TOUS LES TYPES DE FACADE	11/08/2010	
<input type="checkbox"/>	CD	EXE	YUA	330	XXX	FA	XXX	NDC	0260	0		REACTION D'APPUI TYPE 1 ET 2	11/08/2010	
<input type="checkbox"/>	CD	EXE	YUA	330	XXX	FA	XXX	NDC	1220	0		DIMENSIONNEMENT DES VITRAGES FACADE TYPE 1	11/08/2010	
<input type="checkbox"/>	CD	EXE	YUA	330	XXX	FA	XXX	NDC	1230	0		DIMENSIONNEMENT SYSTEME TYPE 1	11/08/2010	
<input type="checkbox"/>	CD	EXE	YUA	330	XXX	FA	XXX	NDC	1260	0		CALCUL DES FIXATIONS AU BATIMENT TYPE 1	11/08/2010	
<input type="checkbox"/>	CD	EXE	YUA	330	XXX	FA	XXX	NDC	1430	0		VALEUR ET RISQUE DE CONDENSATION TYPE DE FACADE 1	11/08/2010	
<input type="checkbox"/>	CD	EXE	YUA	330	XXX	FA	XXX	NDC	2430	0		VALEUR ET RISQUE DE CONDENSATION TYPE DE FACADE 2	11/08/2010	
<input type="checkbox"/>	CD	EXE	BED	210	GEN	GO	XXX	NDC	0002	B		DESCENTES DE CHARGES	20/07/2010	
<input type="checkbox"/>	CD	EXE	BED	210	GEN	GO	XXX	NDC	0006	A		PIEUX FORES	20/07/2010	
<input type="checkbox"/>	CD	EXE	BED	210	GEN	GO	IDC	NDC	0009	0		DESCENTE DE CHARGES DES DALLES EXISTANTES	05/08/2010	ANN
<input type="checkbox"/>	CD	EXE	SBX	GEN	XXX	ME	XXX	PLA	0200	F		INSTALLATION DE CHANTIER	06/07/2010	
<input type="checkbox"/>	CD	EXE	SBX	210	XXX	ME	XXX	PLA	0404	B		PHASAGE GENERAL FONDATIONS	16/07/2010	
<input type="checkbox"/>	CD	EXE	BED	210	GEN	GO	XXX	NDC	0008	0		DEFORMATIONS VERTICALES DES PORTEURS	03/08/2010	
<input type="checkbox"/>	CD	EXE	YUA	330	XXX	FA	XXX	PLA	9831	0		PROTOTYPE VISUEL MODELE 3D	28/06/2010	

Total Record(s) : 303

Results 1 to 100 of 303 records Lines per Page 100 Go to Page 1 1 2 3 4 Next Last

Bijlage E. Voorbeeld documentenlijst Excel als uitvoer van SDMS

Bijlage F - Oorzaken van vertraging

In de literatuur betreffende vertraging in de bouw zijn een groot aantal oorzaken gevonden voor vertraging. (Assaf S. A.-H., 2006) Deze oorzaken zijn samengesteld uit verschillende internationale onderzoeken naar bouwvertraging, welke betrekking hebben op bouwprojecten in diverse sectoren. In de literatuurstudie (Assaf, Al-Khalil, & Al-Hazmi, 1995) worden de oorzaken gegroepeerd naar de onderstaande negen categorieën waaronder de oorzaken kunnen vallen:

1. **Financiering:** Financiering tijdens bouw door aannemer; vertraging in betaling voortgang aannemer door de opdrachtgever; gedeeltelijke betaling tijdens bouw;
2. **Materiaal:** Tekort in bouw materiaal; wijzigingen van materiaaltypen en specificaties tijdens bouw; late levering van materiaal; schade aan materiaal
3. **Contractuele verhoudingen:** De coördinatie tussen verschillende partijen (aannemer, onderaannemer, opdrachtgever, adviseur); de samenhang tussen uitvoeringsplanningen van verschillende onderaannemers; conflicten tussen aannemer en adviseur; vertraging in het nemen van beslissingen door de eigenaar; slechte organisatie van de aannemer of adviseur; gebrek aan goede aansturing uitvoerings- en contractmanagement; aansturing onderaannemers door hoofdaannemer bij uitvoering.
4. **Wijzigingen:** Veranderingen in het ontwerp door de opdrachtgever; ontwerpfouten gemaakt door ontwerper (vanwege onbekendheid met lokale omstandigheden); toestand van de aangetroffen bouwgrond; fouten in het bodemonderzoek; fouten begaan tijdens de uitvoering op de bouwplaats;
5. **Verhoudingen m.b.t. overheid / Regels en wetgeving:** Verkrijgen van vergunningen van de gemeente; buitensporige bureaucratie van de opdrachtgever; het proces voor het verkrijgen van de bouwvergunning; veranderingen in wetten en regels;
6. **Arbeid/mankracht:** Tekort aan arbeiders; onbekwame arbeiders;
7. **Planning en bewaking/controle:** Gebrek aan informatie bij het bepalen van de duur van activiteiten en het aantal werknemers; de procedures voor het inspecteren en testen tijdens het project; het toepassen van kwaliteitscontrole gebaseerd op andere specificaties; ongevallen tijdens de uitvoering; het voorbereiden (en wachten op goedkeuring) van werkplaatstekeningen en proefmonsters;
8. **Materieel/gereedschap:** Tekort aan materieel; onbekwame gebruikers van materieel; slecht functionerend materieel (storing); late levering van materieel;
9. **Omgeving:** Weersomstandigheden (effecten van warm weer of regen op bouwactiviteiten); windschade; overstroming.

Verder wordt er in de literatuur een indeling beschreven, welke betrekking heeft op de partij aan wie de oorzaken van vertraging kan worden toegeschreven, met andere woorden, wie daar voor verantwoordelijk en/of aansprakelijk is. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in interne oorzaken en externe oorzaken. Interne oorzaken zijn die oorzaken die aan de contractpartijen kunnen worden toegeschreven (aannemer, opdrachtgever en adviseurs). Externe oorzaken zijn die oorzaken of gebeurtenissen die buiten de controle van deze partijen plaatsvinden, zoals weersomstandigheden of ingrijpen van de overheid (Ahmed, 2003).

In andere literatuurstudies wordt er een verder onderscheid gemaakt in interne oorzaken welke toe te schrijven zijn aan de verantwoordelijkheid en/of aansprakelijkheid van de aannemer en zijn onderaannemers enerzijds en de opdrachtgever anderzijds (Bolton, 1990). In een aantal gevallen is het mogelijk om de partij aan te wijzen welke aansprakelijk en/of verantwoordelijk kan worden gehouden voor de oorzaak van de vertraging. Wanneer dit zich voordoet is het mogelijk om een claim in te dienen om tijd- of kosten te compenseren. De voorwaarden hiervan zijn afhankelijk van de afspraken welke tussen de verschillende contractpartijen worden vastgelegd (Mubarak, 2005).

De gevolgen van bovenstaande oorzaken kunnen groter zijn wanneer er meerdere oorzaken tegelijkertijd optreden. Oorzaken van vertragingen kunnen zich hierdoor opstapelen of tot een kettingreactie vormen waardoor de gevolgen vergroot worden. Bovendien is het van belang om onderscheid te maken in uitvoeringsactiviteiten die het kritieke pad vormen. Vertraging van kritieke activiteiten zal altijd leiden tot een vertraging van andere activiteiten, omdat de speling nihil is. Uitvoeringsactiviteiten die niet onderdeel zijn van het kritieke pad, kunnen wel vertragen, maar hoeven niet noodzakelijkerwijs te leiden tot verdere vertraging van opvolgende activiteiten, zolang de vertraging kleiner is dan de speling.

Bijlage G - Maatregelen om activiteiten te kunnen versnellen

Er zijn een viertal manieren om de totale tijd voor de uitvoering van de bouwactiviteiten te kunnen versnellen:

1. **Een activiteit van het kritieke pad halen.** Wanneer de activiteit niet meer onderdeel uit maakt van het kritieke pad, wordt het kritieke pad verkort. Dit kan door een manier te vinden waarmee de activiteit niet langer afhankelijk te laten is van een voorgaande activiteit;
2. **De tijdsduur van een activiteit op het kritieke pad verkorten.** Wanneer de kritieke activiteit verkort, wordt ook een kritieke pad verkort. Hiervoor zijn een drietal mogelijkheden:
 - a. **Meer werknemers of materieel inzetten** (of ze meer uren laten werken);
 - b. **Ander materieel inzetten** (bijvoorbeeld een shovel in plaats van een aantal werknemers met een schep);
 - c. **De scope van het project beperken** (Dit wordt vaak gedaan, maar wordt niet opgemerkt, en zonder berekening welk effect het heeft op de totale projectwaarde);
3. **De relatie tussen de voorgaande en opvolgende activiteiten op het kritieke pad wijzigen** (bijvoorbeeld van een Finish-Startrelatie naar een Start-Start relatie met lag (ingecalculeerde wachttijd));
4. **De hoeveelheid lag (ingecalculeerde wachttijd) van één of meer activiteiten op het kritieke pad beperken.**

Bron: (Devaux, 1999)

In het Engels wordt het nemen van maatregelen om te versnellen "fast-tracking" genoemd (Carmichael, 2006), waarbij de fasering van activiteiten wordt overlapt, zodat de totale doorlooptijd wordt beperkt.

Niet alle bovenstaande methodes zijn toepasbaar op een project, kritiek pad of activiteit. Een test van 30 dagen, zal altijd 30 dagen duren, ongeacht hoeveel werknemers de test uitvoeren. Verkorten van de tijdsduur van de kritieke activiteit is alleen efficiënt, wanneer het kritieke pad groter of gelijk is aan de totale duur van de activiteiten die net-niet kritiek zijn. Ook dient er rekening te worden gehouden of de kosten voor tijdsversnelling van een activiteit opwegen tegen de kosten die ermee bespaard kunnen worden.

Geciteerde werken – bijlagen F en G

- Ahmed, S. A. (2003). Delays in construction: a brief study of Florida construction industry. *Proceedings of the 39th Annual ASC Conference, Clemson University*, 257-66.
- Assaf, S. A.-H. (2006). Causes of delay in large construction projects. *International Journal of Project Management*(24), 349–357.
- Assaf, S., Al-Khalil, M., & Al-Hazmi, M. (1995). Causes of delay in large building construction projects. *Journal of Management and Engineering*, 2(11), 45-50.
- Bolton, J. (1990). *Type of claims. Construction and disruption claims*. London: Portman Inter-Continental.
- Carmichael, D. G. (2006). *Project planning and control*. London: Taylor and Francis.
- Devaux, S. A. (1999). *Total project control : a manager's guide to integrated project planning, measuring, and tracking*. Chichester: Wiley.
- Mubarak, S. (2005). *Construction project scheduling and control*. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall.

Bijlage H - Beoordeling visualisatiemogelijkheden planning

Begrip

- *Gantt Chart / balkenschema ++/positief / 2 punten*
Door de combinatie van balken, welke de activiteiten weergeven, en de horizontale tijdsbalk is het Gantt Chart voor iedereen eenvoudig te begrijpen. Door middel van pijlen kunnen onderlinge relaties tussen activiteiten worden weergegeven.
- *Netwerkplanning / PERT-diagram +/enijszins positief / 1 punt*
De activiteiten worden in de netwerkplanningen weergegeven door middel van rechthoeken met daarin de taaknaam, start- en einddatum en doorlooptijd. Bovendien geven pijlen de relaties tussen de verschillende activiteiten weer, wat het makkelijk maakt om dergelijke plannings af te lezen.
- *Tijd-wegdiagrammen -/enijszins negatief / -1 punt*
Het aflezen van de activiteiten, de start-, eind- en doorlooptijd van deze activiteiten is niet direct in één oogopslag zichtbaar. Tijd-wegdiagrammen kunnen een complex beeld geven omdat naast de tijd ook de locatie van de activiteiten wordt vastgelegd.

Beschikbare software

- *Gantt Chart / balkenschema ++/positief / 2 punten*
Er is voldoende software beschikbaar die het werken met balkenschema's ondersteund, deze is ook in de projectorganisatie aanwezig.
- *Netwerkplanning / PERT-diagram +/enijszins positief / 1 punt*
Er is beperkt software beschikbaar die het werken met netwerkplanningen ondersteund, deze is ook in de projectorganisatie aanwezig.
- *Tijd-wegdiagrammen -/enijszins negatief / -1 punt*
Er is slechts beperkt software aanwezig, waarmee tijd-wegdiagrammen te maken zijn. Voorbeelden zijn Tilos of SOG. De aanschafprijs van deze software is kostbaar, deze bedraagt ongeveer het tweevoudige tot drievoudige in verhouding met software voor Gantt Charts of netwerkplanningen zoals MS Project. Bovendien is deze software niet in de projectorganisatie aanwezig.

Snelheid

- *Gantt Chart / balkenschema +/enijszins positief / 1 punt*
Met de juiste software kan er eenvoudig en snel een Gantt Chart worden opgezet. Wijzigen van deze informatie kan relatief snel.
- *Netwerkplanning / PERT-diagram +/enijszins positief / 1 punt*
Met de juiste software kan er eenvoudig en snel een netwerkplanning worden opgezet. Ook het wijzigen van informatie neemt niet noemenswaardig veel tijd in beslag.
- *Tijd-wegdiagrammen +/enijszins positief / 1 punt*
Met de juiste software kan er redelijk snel een tijd-wegdiagram worden opgezet, echter is hiervoor wel geschikte software en expertise vereist. Aan te nemen is dat het verwerken van wijzigingen weinig beperking in tijd oplevert.

Duidelijkheid

- *Gantt Chart / balkenschema ++/positief / 2 punten*
Een balkenschema kan in één overzicht de verschillende activiteiten, de duur van de activiteiten, de onderlinge relaties en de start- en einddatum weergeven. Dit gebeurt zowel visueel als in een tabel, waarbij het eenvoudig is om de opmaak aan te passen. Omdat deze methode iets functioneler is, wordt er een positieve score van 2 punten gegeven.
- *Netwerkplanning / PERT-diagram +/eniqszins positief / 1 punt*
Bij een netwerkplanning worden de activiteiten weergegeven door middel van vakjes waarin de taak, taakduur, start en einddatum worden weergegeven. Onderlinge relaties worden door middel van pijlen tussen deze vakjes aangegeven. Dit kan voor eenvoudige plannings voldoende zijn, echter is deze methode niet sterk in het visueel weergeven van tijdsduur en eventuele vertraging of versnelling.
- *Tijd-wegdiagrammen +/eniqszins positief / 1 punt*
In tijd-wegdiagrammen worden de activiteiten in tijd op de ene as afgezet tegen de locatie/plaats van het uitvoeren van de activiteit op de andere as. Afhankelijk van de hoeveelheid activiteiten zijn de onderlinge relaties niet altijd eenvoudig af te lezen.

Vertraging/versnelling weergeven

- *Gantt Chart / balkenschema ++/positief / 2 punten*
Vertraging en versnelling kan worden weergegeven door een verlenging of verkorting van een balk welke de activiteiten weergeeft. Met behulp van kleuren, en het weergeven van de geplande en werkelijke uitgevoerde activiteiten, kan de voortgang worden weergegeven.
- *Netwerkplanning / PERT-diagram +/eniqszins positief / 1 punt*
Vertraging kan in een netwerkplanning worden weergegeven door een balk te tekenen achter het rechthoek welke de activiteit weergeeft. Er zijn weinig mogelijkheden om versnelling weer te geven in een netwerkplanning, wat een nadeel is van deze methode.
- *Tijd-wegdiagrammen ++/positief / 2 punten*
Door middel van het trekken van twee lijnen in het tijd-wegdiagram, één voor het geplande proces en één voor het werkelijke proces, is het eenvoudig om een vertraging of versnelling weer te geven. Bovendien geeft de steilheid van de lijn het werktempo aan.

Compatible met MS Excel

- *Gantt Chart / balkenschema ++/positief / 2 punten*
Gegevens in de balkenschema's zijn met behulp van Excel onderling uitwisselbaar. Daarnaast zou het mogelijk kunnen zijn om een eenvoudig Gantt Chart in MS Excel op te bouwen.
- *Netwerkplanning / PERT-diagram ++/positief / 2 punten*
Gegevens in de netwerkplanningen zijn met behulp van Excel onderling uitwisselbaar. Daarnaast zou het mogelijk kunnen zijn om een eenvoudige netwerkplanning in MS Excel op te bouwen.
- *Tijd-wegdiagrammen 0/neutral / 0 punten*

Gegevens uit een tijd-wegdiagram zouden met behulp van MS Excel kunnen worden opgebouwd. Aan te nemen is dat dit waarschijnlijk wel omslachtig is, omdat naast een tijd, ook een locatie moet worden weergegeven.

Compatible met MS Project

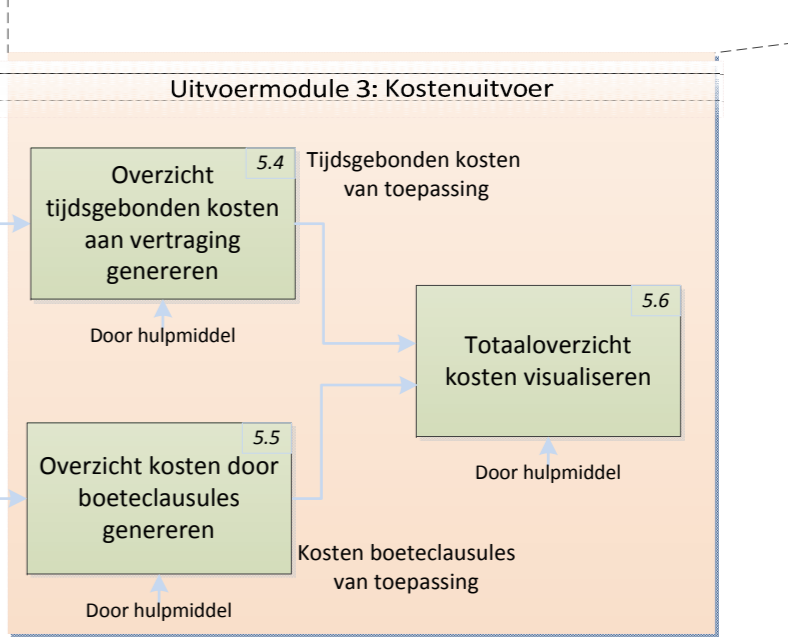
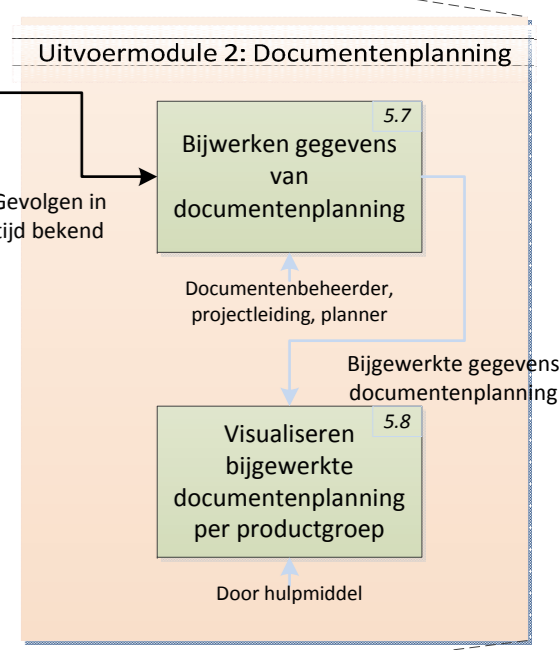
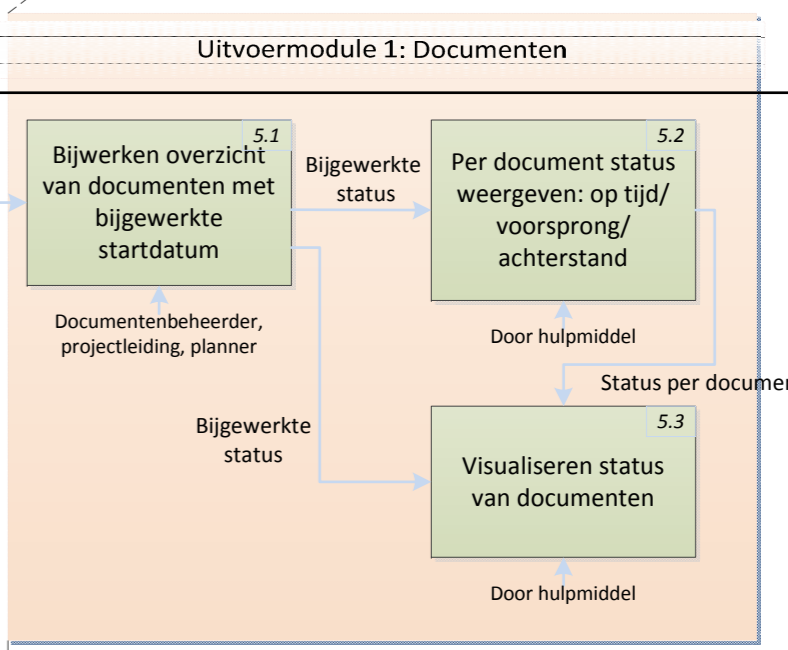
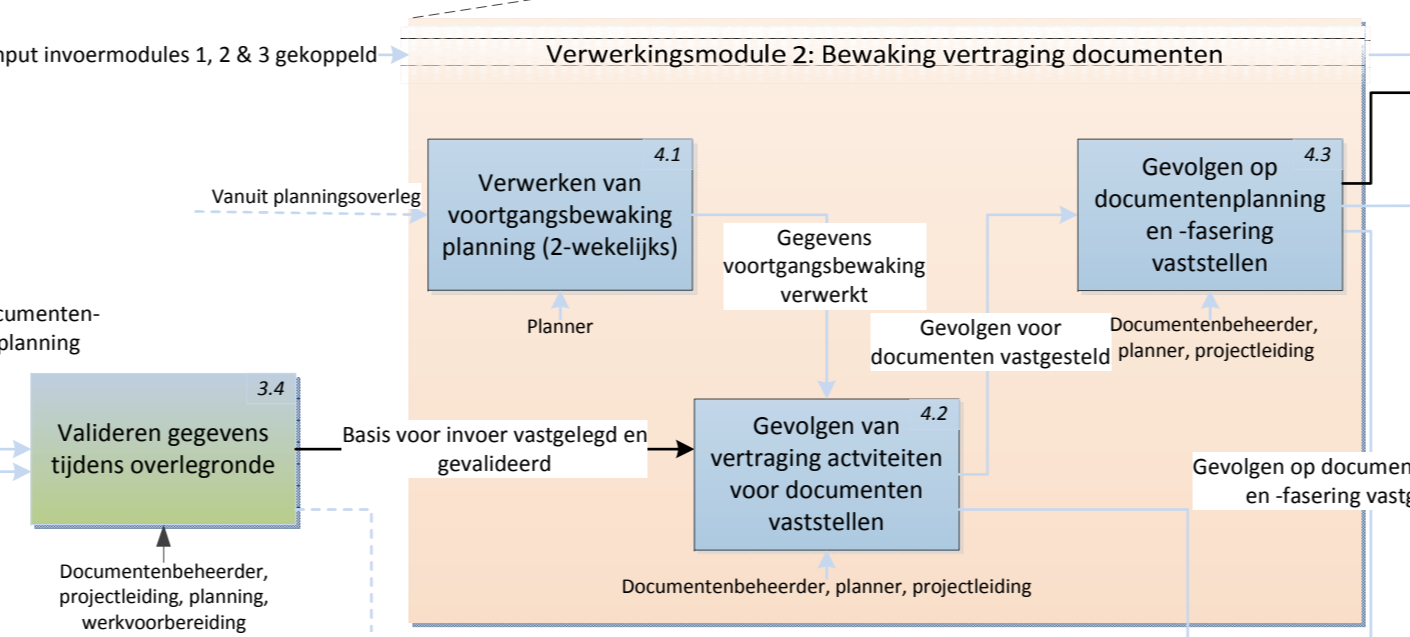
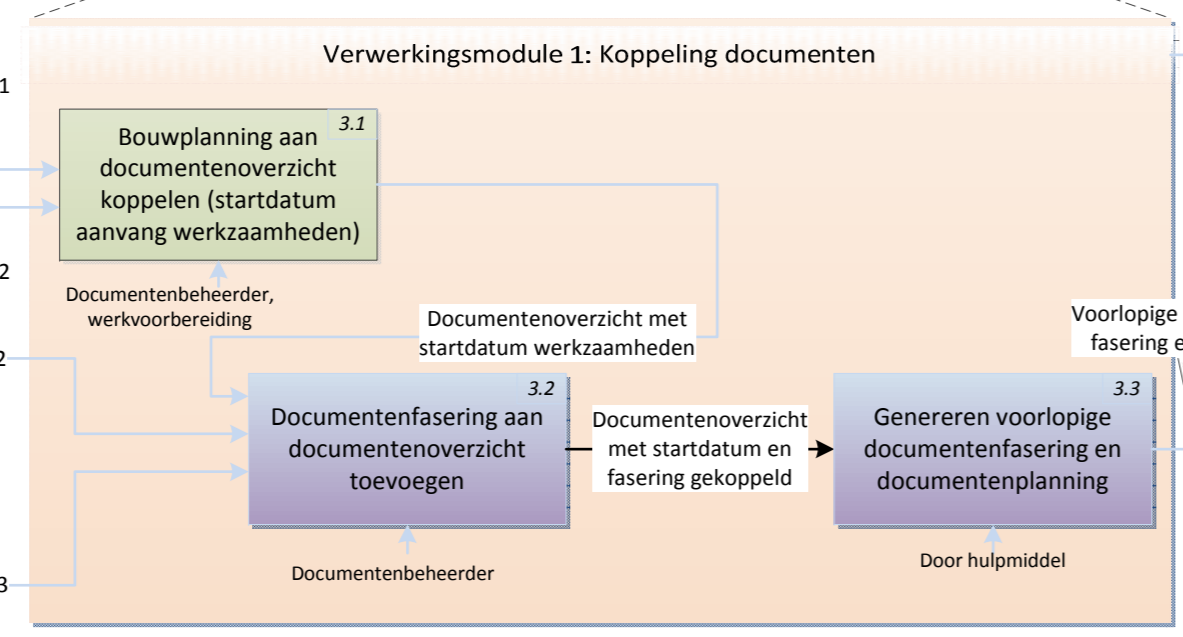
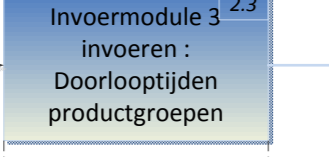
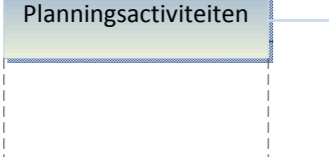
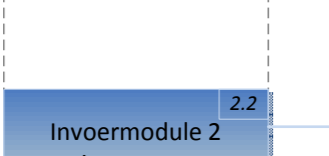
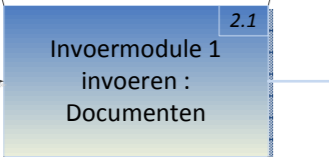
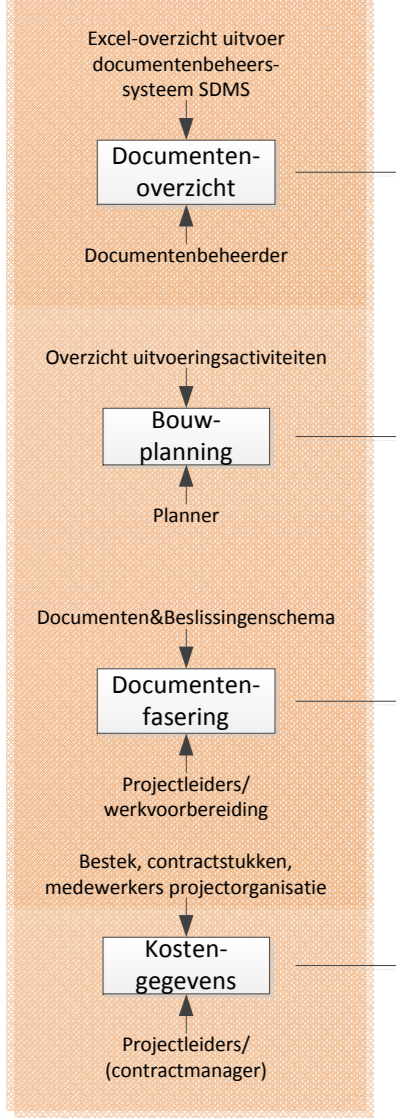
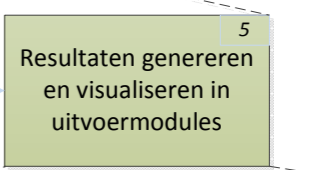
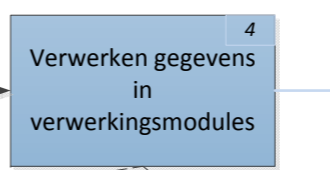
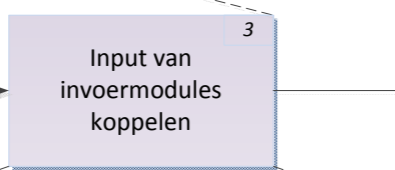
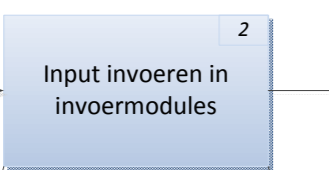
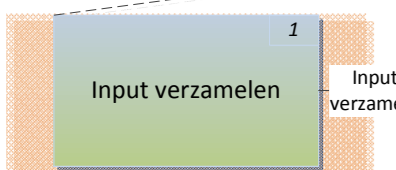
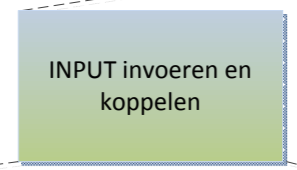
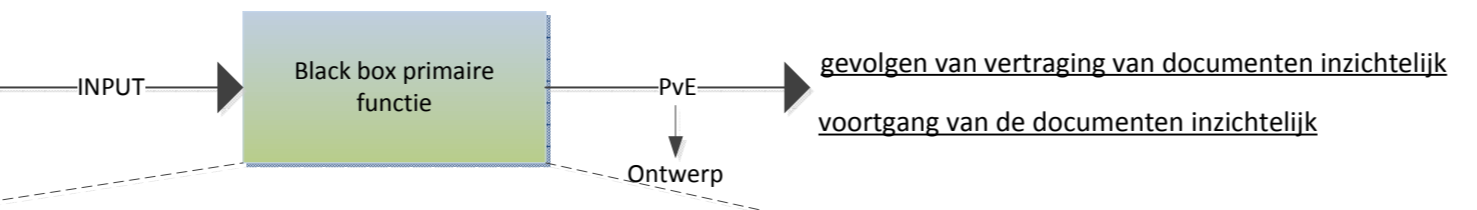
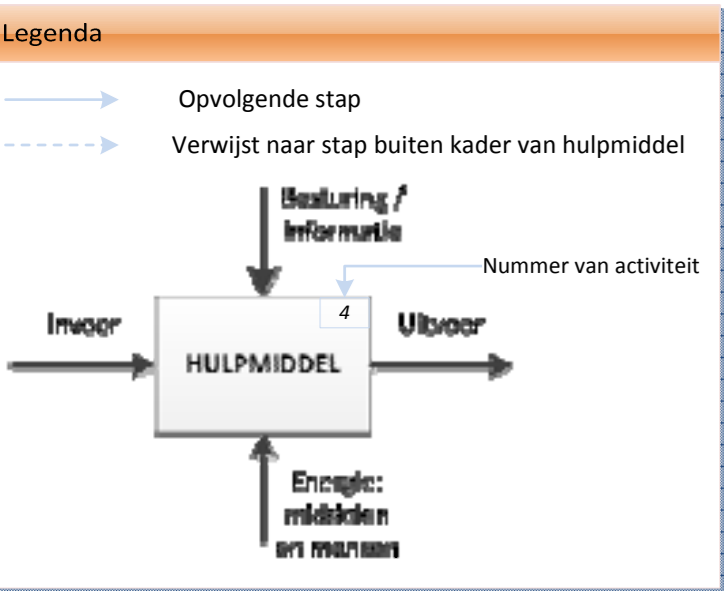
- *Gantt Chart / balkenschema +++/zeer positief / 3 punten*
MS Project ondersteund het werken met balkenschema's uitermate goed.
- *Netwerkplanning / PERT-diagram +++/zeer positief / 3 punten*
MS Project ondersteund het werken met netwerkplanningen.
- *Tijd-wegdiagrammen 0/neutral / 0 punten*
MS Project ondersteund het werken met tijd-wegdiagrammen niet, wel is het mogelijk om vanuit programma's voor het opstellen van tijd-wegdiagrammen te exporteren naar MS Project.

Vereiste expertise

- *Gantt Chart / balkenschema +/enigszins positief / 1 punt*
Voor het werken met balkenschema's is enige basiskennis van plannings vereist. Verondersteld wordt dat deze in de projectorganisatie aanwezig is.
- *Netwerkplanning / PERT-diagram +/enigszins positief / 1 punt*
Voor het werken met netwerkplanningen is enige basiskennis van plannings vereist. Verondersteld wordt dat deze in de projectorganisatie aanwezig is.
- *Tijd-wegdiagrammen -/enigszins negatief / -1 punt*
Het werken met tijd-wegdiagrammen vraagt gevorderde kennis van plannings. Het is aan te nemen dat met basiskennis deze plannings te begrijpen zijn, echter is voor het opstellen met de beschikbare software training en ervaring vereist. Verondersteld wordt dat dit in de projectorganisatie slechts beperkt aanwezig is.

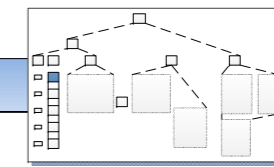
Bijlage I. SADT schema

Schematiseren van primaire functie hulpmiddel

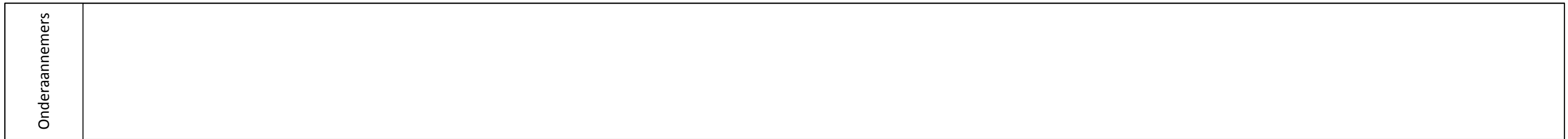
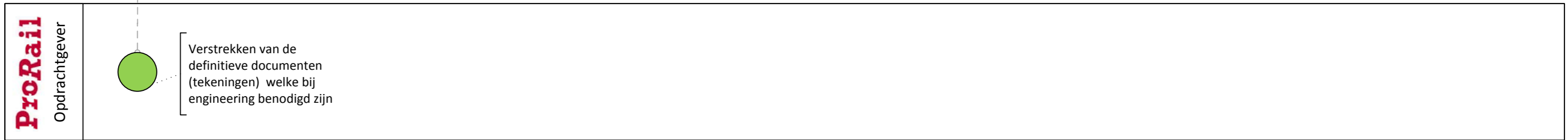
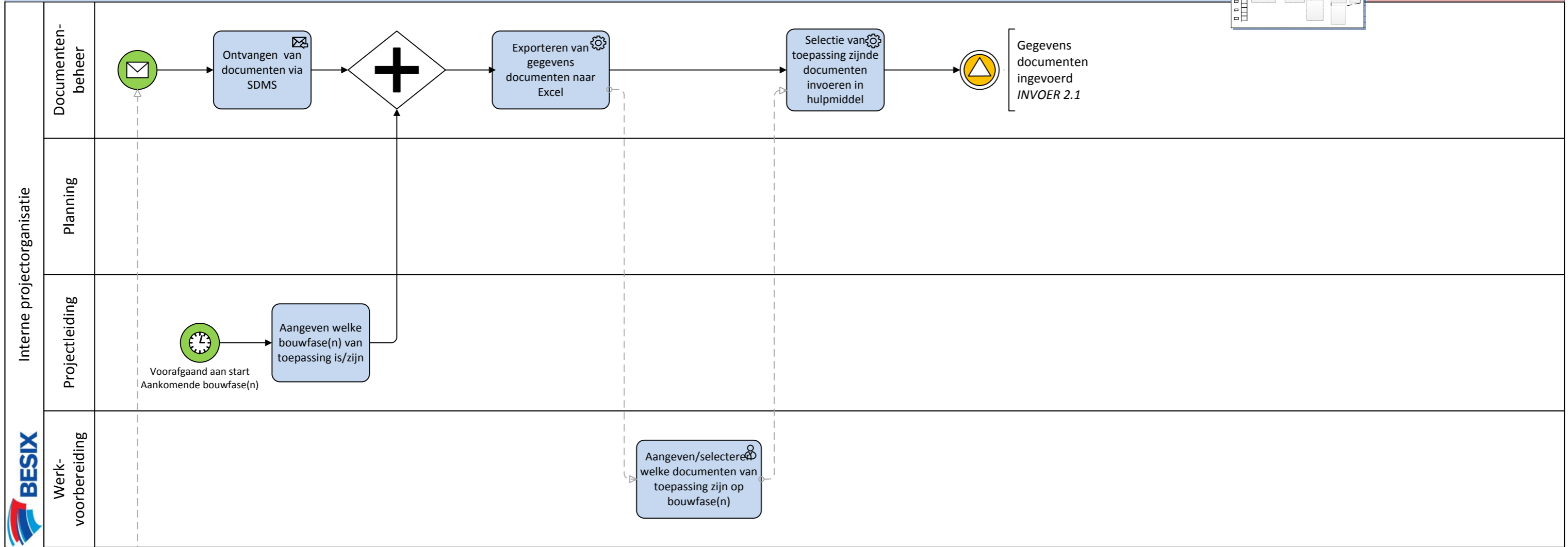


Bijlage J. BPMN schema's van processtappen

Invoermodule 1 : Documenten

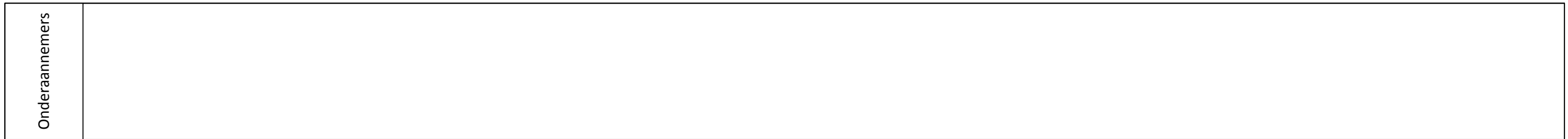
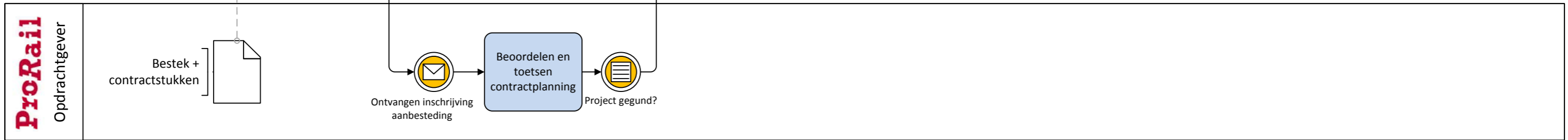
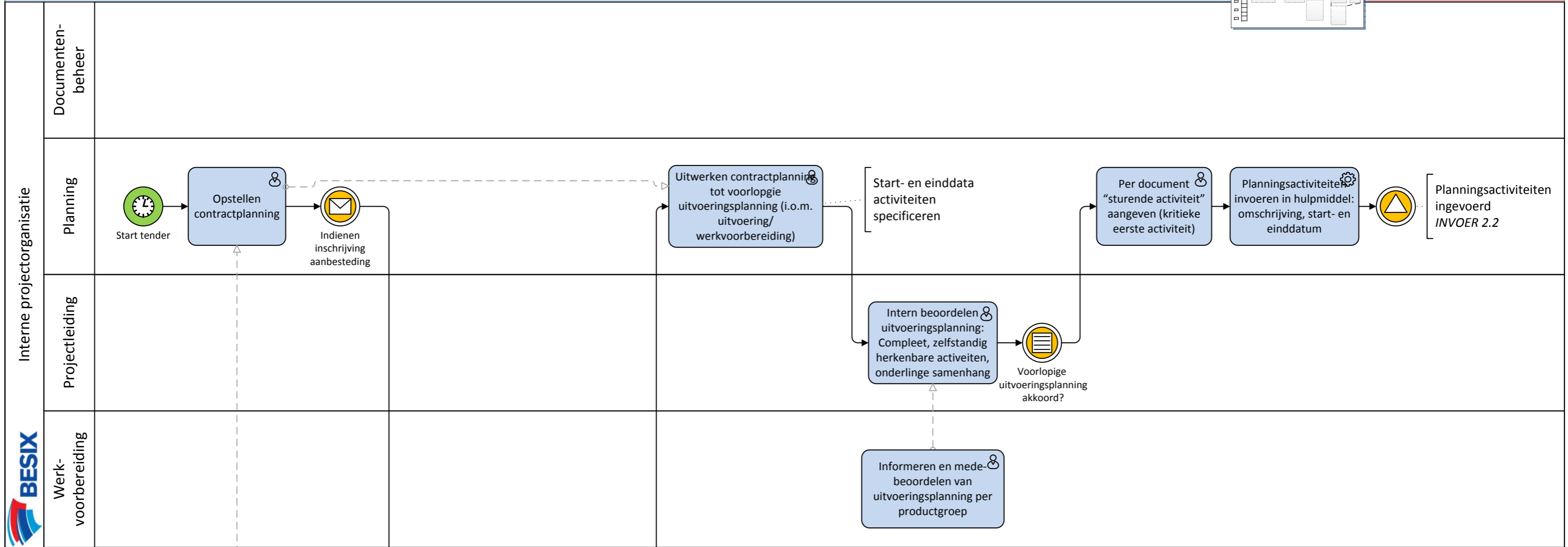
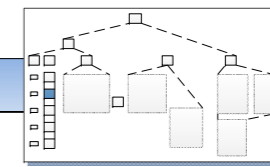


Behorend bij SADT blok 2.1



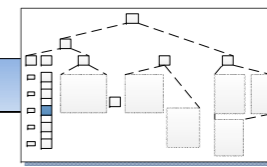
Legenda BPMN-diagram				Informatie
Pijlen/lijnen Sequentie-stroom Berichten-stroom Associatie	Events (combinatie kleur en symbool) Startgebeurtenis Tusseliggende gebeurtenis Eindgebeurtenis Verzenden/ontvangen bericht Timer Voorwaardelijk	Taaktypen Taak Service taak Verstuur bericht Signalering naar andere processen	Gateways/kruispunten Gateway/kruispunt Exclusieve gateway (ja/nee) Parallel kruispunt	Overig Data-object Groep Tekstaantekening

Informatie
 Geschatte doorlooptijd:
 1 week, afhankelijk van verstrekking documenten procesmeerdere keren doorlopen

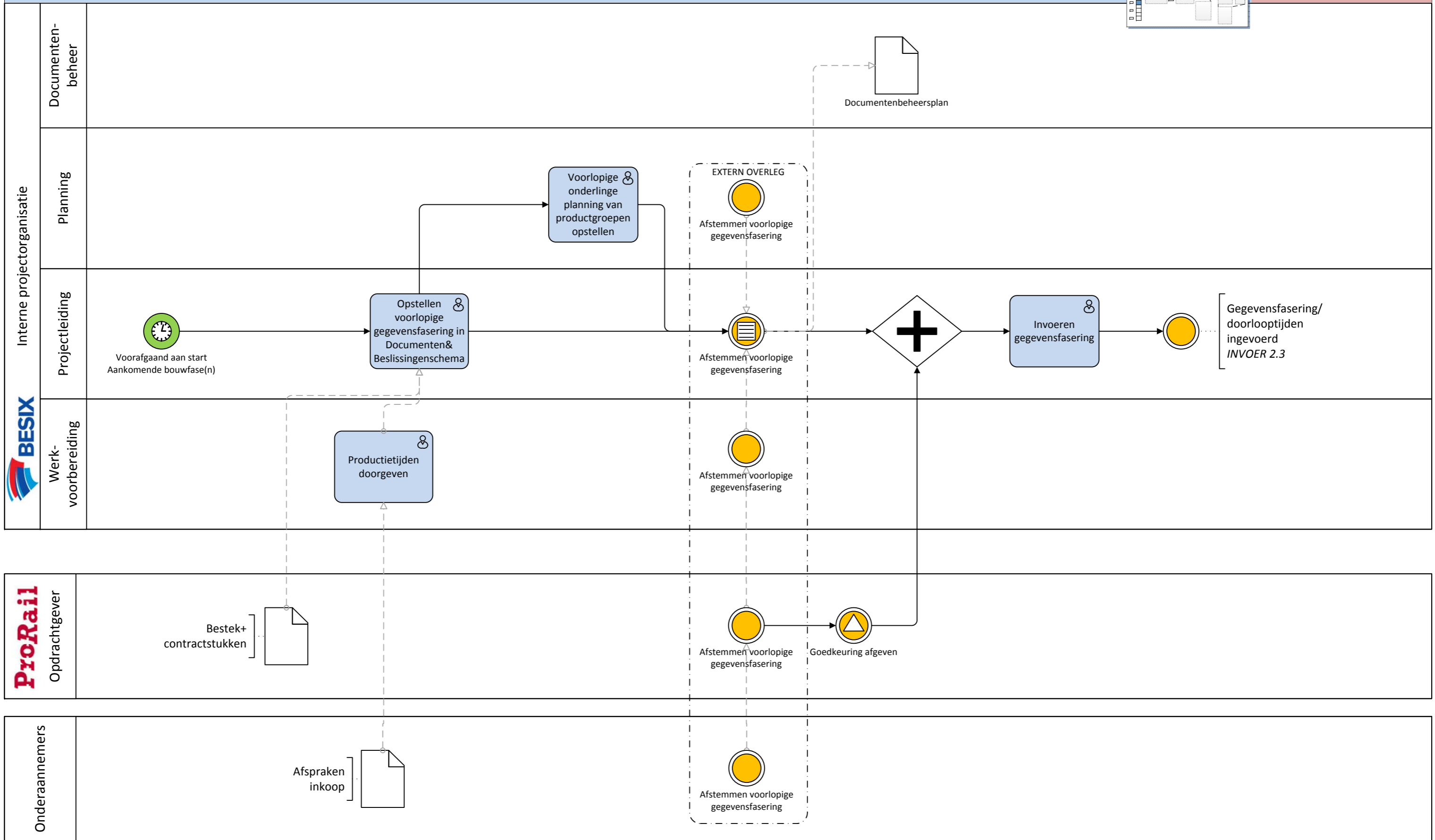


Legenda BPMN-diagram				Informatie	
<p>Pijlen/lijnen</p> <p>→ Sequentie-stroom</p> <p>⊡ Berichten-stroom</p> <p>⋯ Associatie</p>	<p>Events (combinatie kleur en symbool)</p> <p>● Startgebeurtenis</p> <p>● Tusseliggende gebeurtenis</p> <p>● Eindgebeurtenis</p>	<p>Verzenden/ontvangen bericht</p> <p>✉ Verzenden bericht</p> <p>✉ Ontvang bericht</p> <p>⌚ Timer</p> <p>⚙ Voorwaardelijk</p> <p>⚠ Signalering naar andere processen</p>	<p>Taaktypen</p> <p>⬜ Taak</p> <p>⚙ Service taak</p> <p>✉ Verstuur bericht</p> <p>⬜ Ontvang bericht</p> <p>👤 Gebruiker taak</p> <p>📄 Script taak</p> <p>🔗 Verwijzing taak</p> <p>🔄 Lus</p> <p>⏏ Parallele lus</p>	<p>Gateways/kruispunten</p> <p>◇ Gateway/kruispunt</p> <p>⊗ Exclusieve gateway (ja/nee)</p> <p>⊕ Parallel kruispunt</p> <p>Overig</p> <p>📄 Data-object</p> <p>⊙ Groep</p> <p>⋯ Tekstaantekening</p>	<p>Informatie</p> <p>Geschatte doorlooptijd:</p> <p>Opstellen contractplanning: 1 maand;</p> <p>Uitwerken uitvoeringsplanning: 3 weken</p>

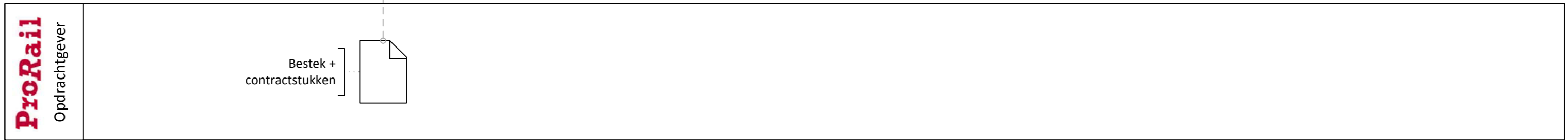
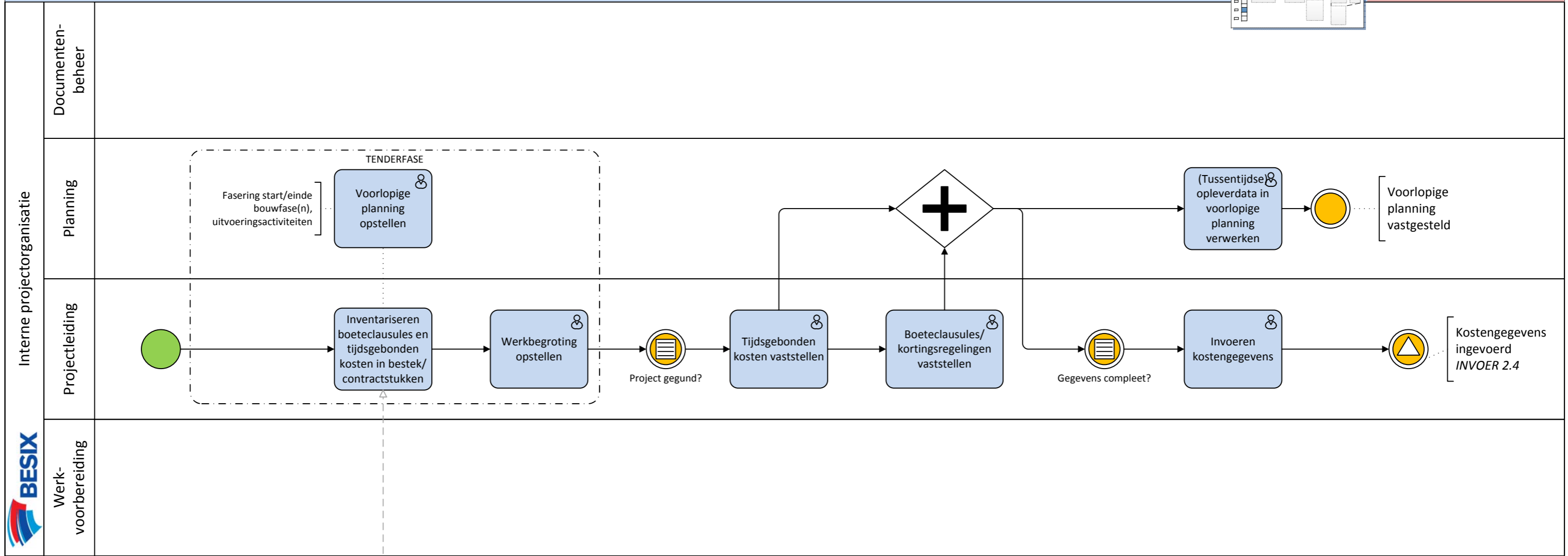
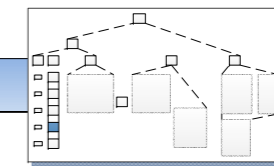
Invoermodule 3: Doorlooptijden productgroepen



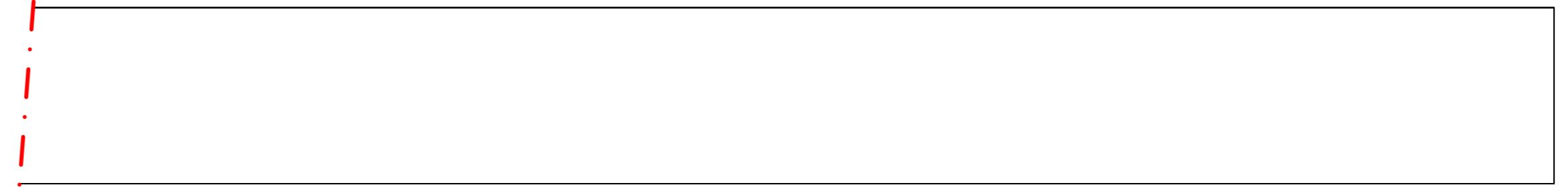
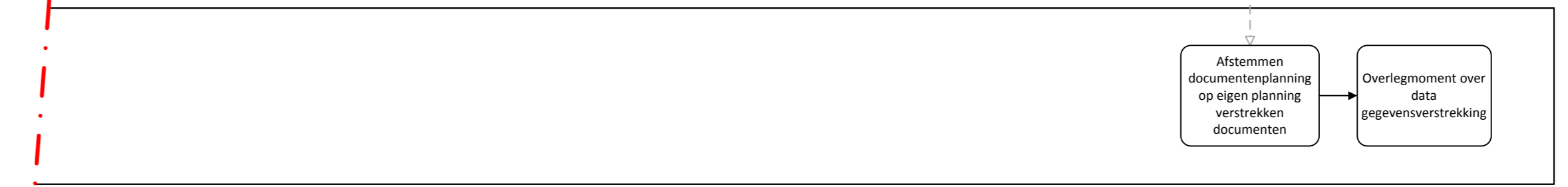
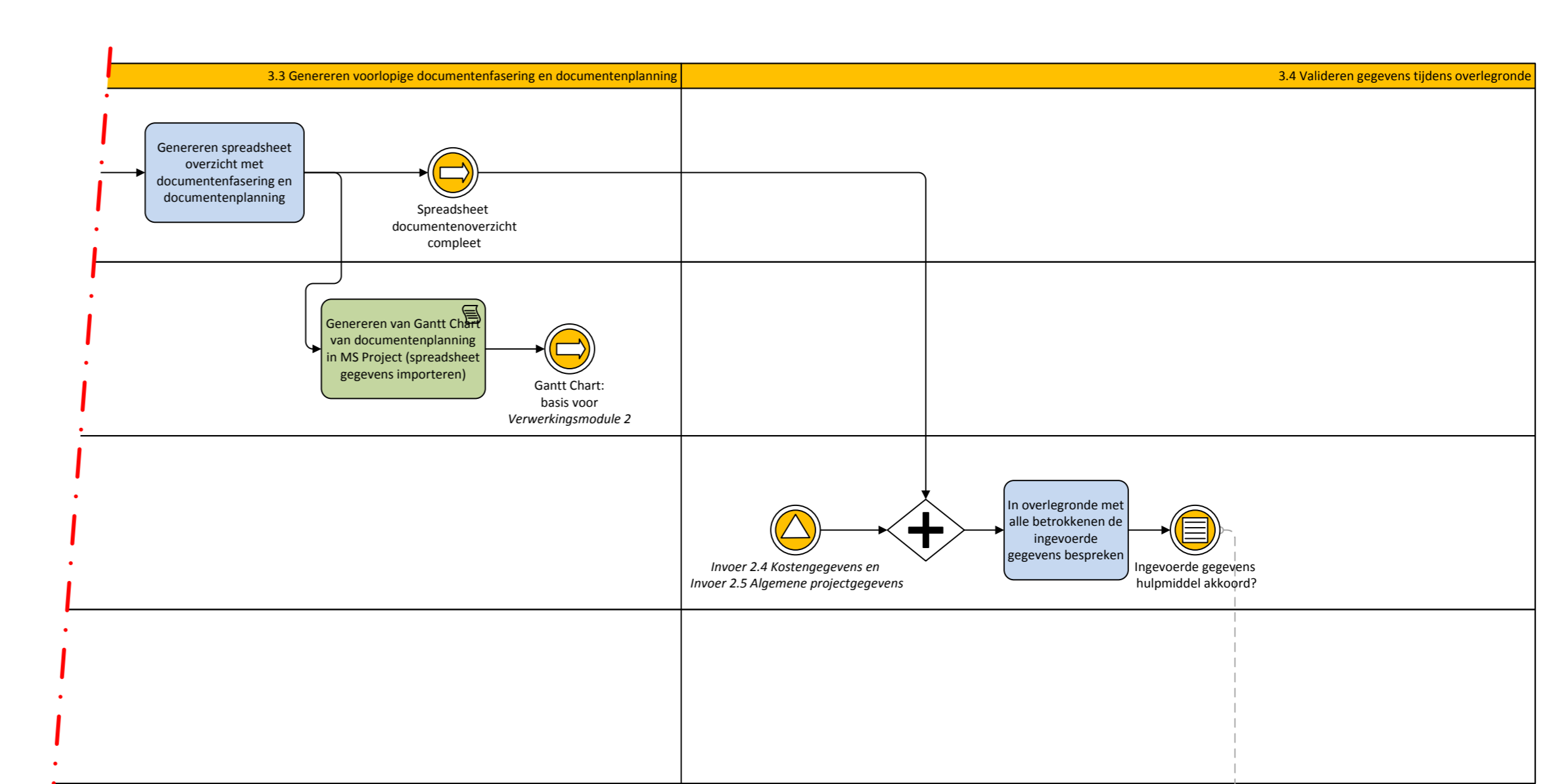
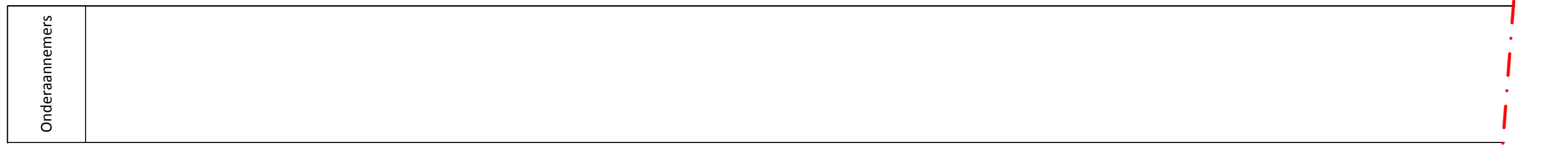
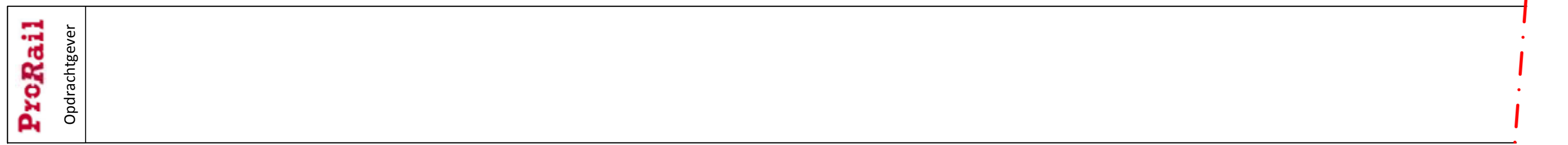
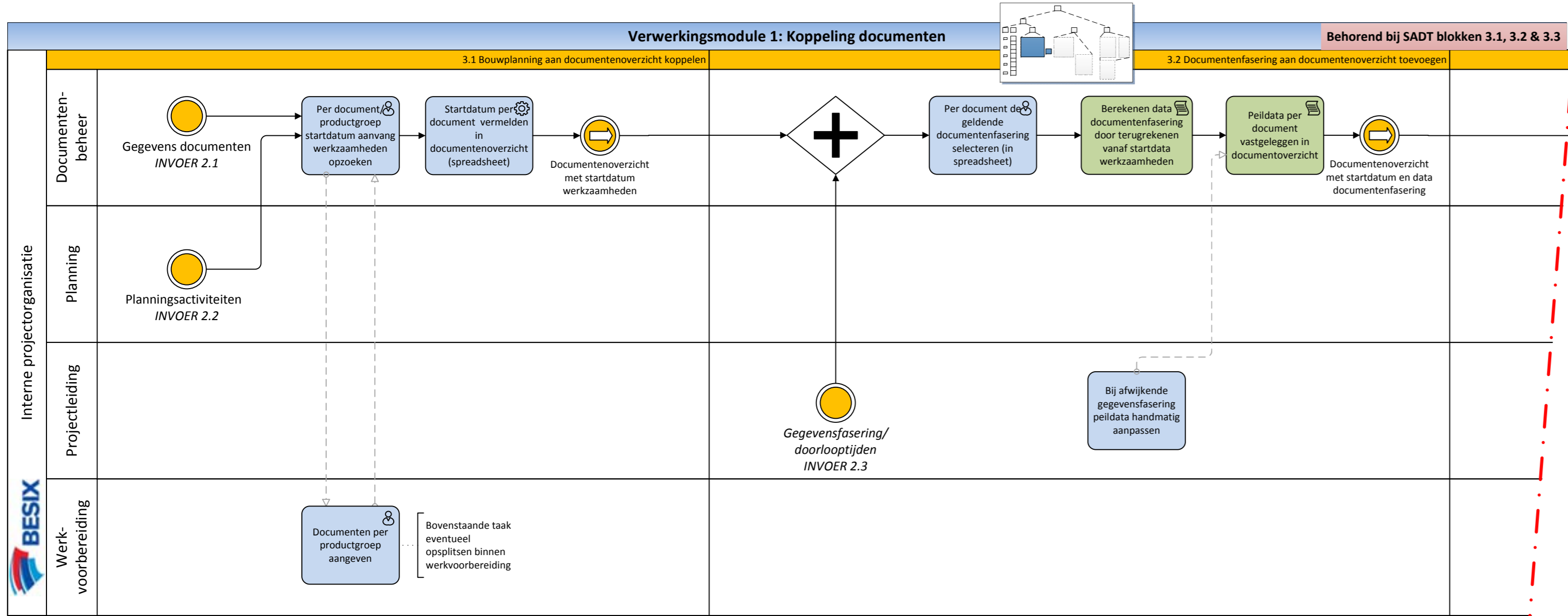
Behorend bij SADT blok 2.3



Legenda BPMN-diagram				Informatie			
Pijlen/lijnen → Sequentie-stroom - - - Bericht-stroom Associatie		Events (combinatie kleur en symbool) ● Startgebeurtenis ● Tusseliggende gebeurtenis ● Eindgebeurtenis ✉ Verzenden/ontvangen bericht ⌚ Timer 📄 Voorwaardelijk ⚠ Signalering naar andere processen		Taaktypen 📄 Taak ⚙ Service taak ✉ Verstuur bericht ✉ Ontvang bericht 👤 Gebruiker taak 📄 Script taak 📄 Verwijzing taak ⌚ Lus Parallele lus ⬠ Gateway/kruispunt ⬠ Exclusieve gateway (ja/nee) ⬠ Parallel kruispunt		Overig 📄 Data-object ○ Groep - - - Tekstaantekening	
				Geschatte doorlooptijd: 2-3 weken			



Legenda BPMN-diagram				Informatie
Pijlen/lijnen	Events (combinatie kleur en symbool)	Taaktypen	Gateways/kruispunten	Overig
<ul style="list-style-type: none"> Sequentie-stroom Berichten-stroom Associatie 	<ul style="list-style-type: none"> Startgebeurtenis Tussentijdse gebeurtenis Eindgebeurtenis Verzenden/ontvangen bericht Timer Voorwaardelijk Signalering naar andere processen 	<ul style="list-style-type: none"> Taak Service taak Verstuur bericht Ontvang bericht Gebruiker taak Script taak Verwijzing taak Lus Parallele lus 	<ul style="list-style-type: none"> Gateway/kruispunt Exclusieve gateway (ja/nee) Parallel kruispunt 	<ul style="list-style-type: none"> Data-object Groep Tekstaantekening
				<p>Geschatte doorlooptijd: Tenderfase: afhankelijk van projectgrootte 2 weken - 3 maanden; Gegevens invoeren: 1-2 weken</p>

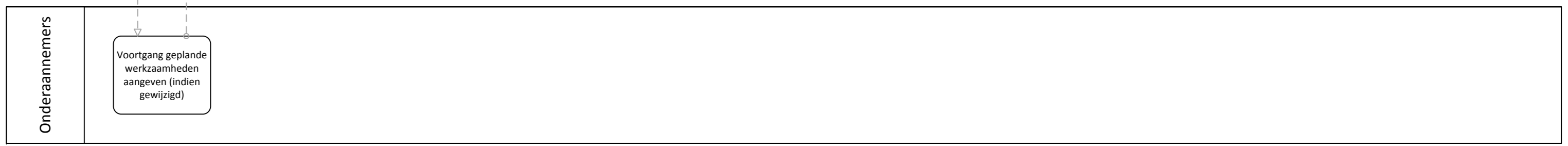
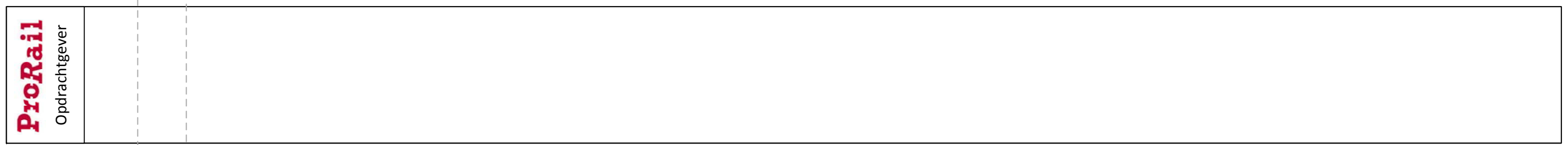
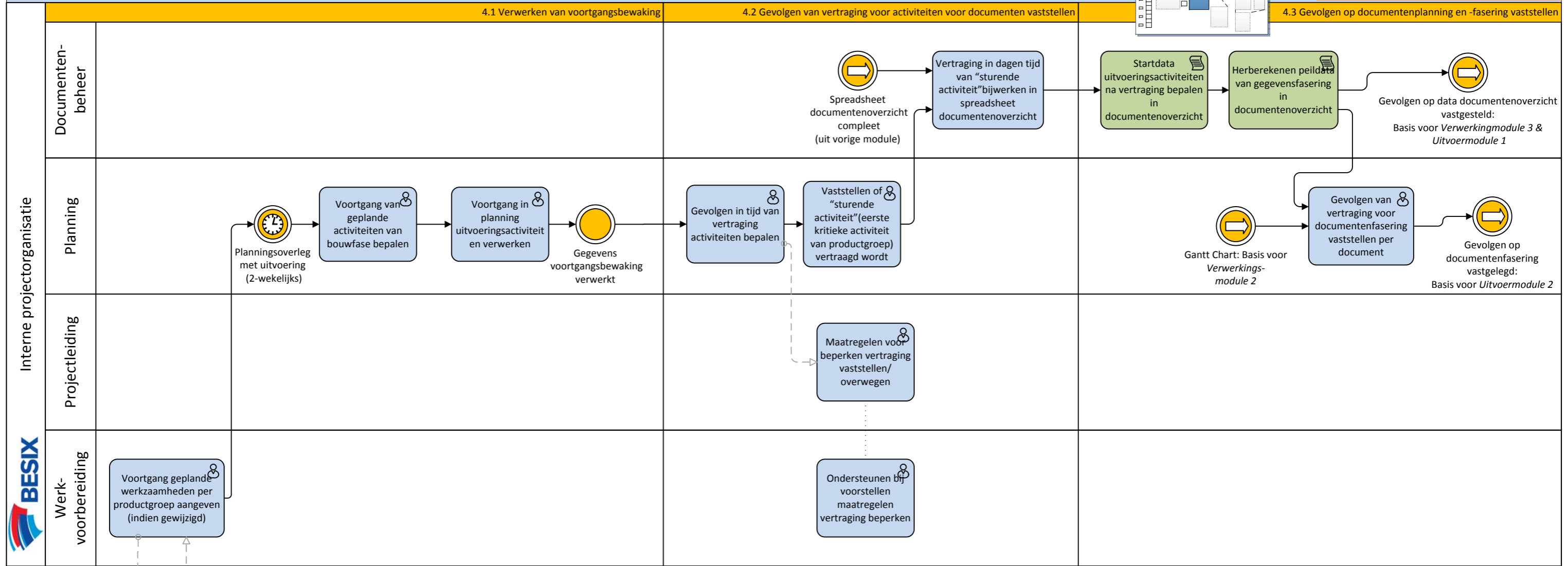


Legenda BPMN-diagram				Informatie
Pijlen/lijnen → Sequentie-stroom - - - Bericht-stroom ... Associatie	Events (combinatie kleur en symbool) ● Startgebeurtenis ● Tussentijdse gebeurtenis ● Eindgebeurtenis	Taaktypen [] Taak [] Service taak [] Verstuur bericht	Gateways/kruispunten { } Gateway/kruispunt { X } Exclusieve gateway (ja/nee) { + } Parallel kruispunt	Overig [] Data-object [] Groep [] Tekstaantekening
Signalering naar andere processen [] Verzenden/ontvangen bericht [] Timer [] Voorwaardelijk				Verwijzing taak [] Ontvang bericht [] Gebruiker taak [] Script taak
Andere processen [] Signalering naar andere processen [] Koppeling naar andere processen				Lus [] Lus [] Parallele lus

Geschatte doorlooptijd:
2-3 weken

Verwerkingsmodule 2: Bewaking vertraging documenten

Behorend bij SADT blokken 4.1, 4.2 & 4.3

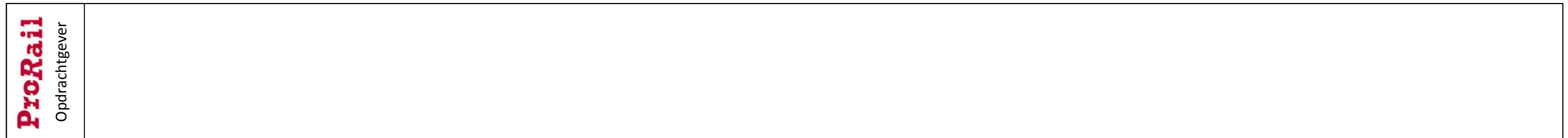
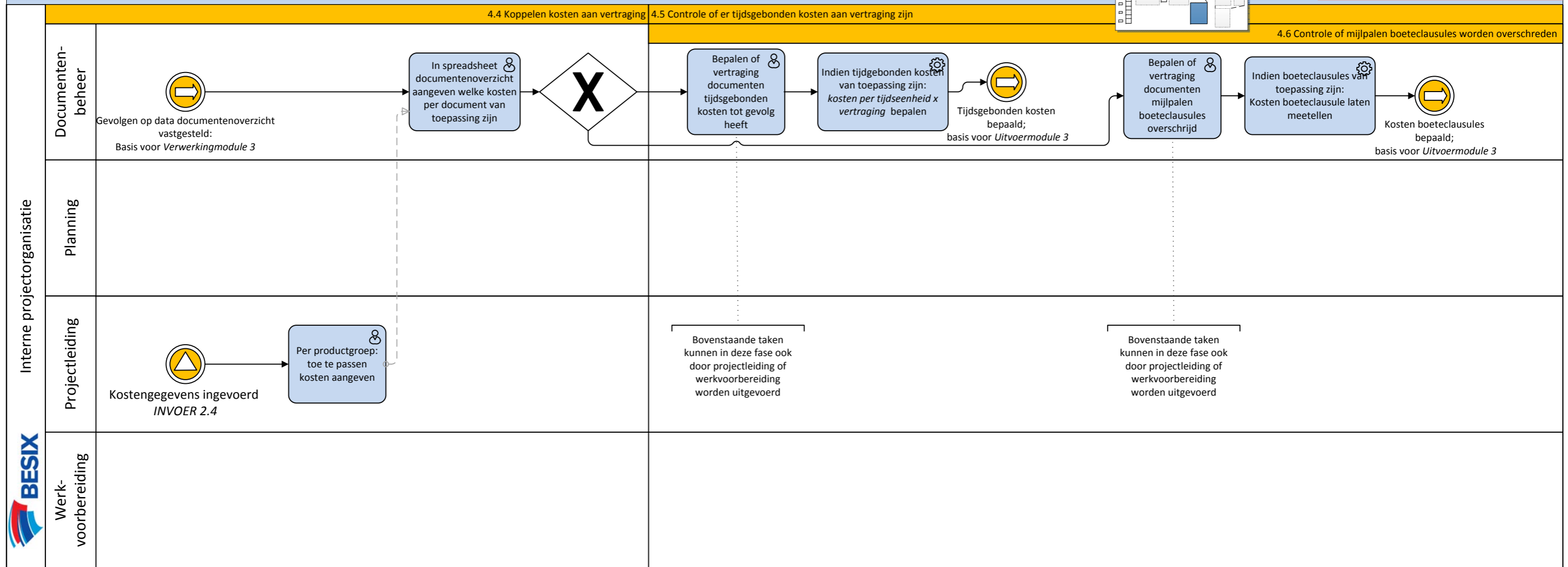


Legenda BPMN-diagram								Informatie	
Pijlen/lijnen		Events (combinatie kleur en symbool)		Taaktypen		Gateways/kruispunten		Overig	
→	Sequentie-stroom	●	Startgebeurtenis	Ⓜ	Verzenden/ontvangen bericht	Ⓜ	Ontvang bericht	📄	Data-object
⚡	Berichten-stroom	●	Tusseliggende gebeurtenis	⚙️	Service taak	👤	Gebruiker taak	Ⓜ	Groep
⋯	Associatie	●	Eindgebeurtenis	✉️	Verstuur bericht	📄	Script taak	Ⓜ	Tekstaantekening
		⌚	Timer	⚙️	Verwijzing taak	Ⓜ	Lus		
		Ⓜ	Voorwaardelijk	Ⓜ	Verwijzing taak	Ⓜ	Parallele lus		
		Ⓜ	Signalering naar andere processen	Ⓜ	Verwijzing taak	Ⓜ	Parallele lus		
		Ⓜ	Koppeling naar andere processen	Ⓜ	Verwijzing taak	Ⓜ	Parallele lus		
				Ⓜ	Verwijzing taak	Ⓜ	Parallele lus		

Geschatte doorlooptijd: 1-2 weken;
Herhaald zich elke 2 weken na planningsoverleg

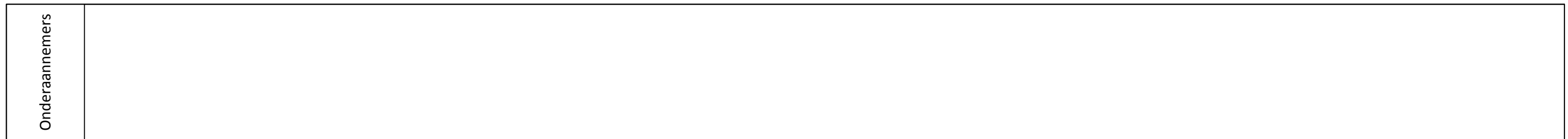
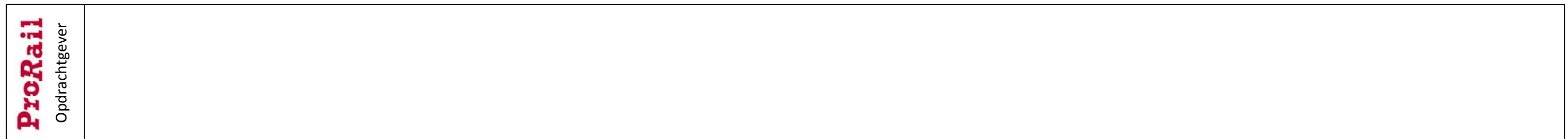
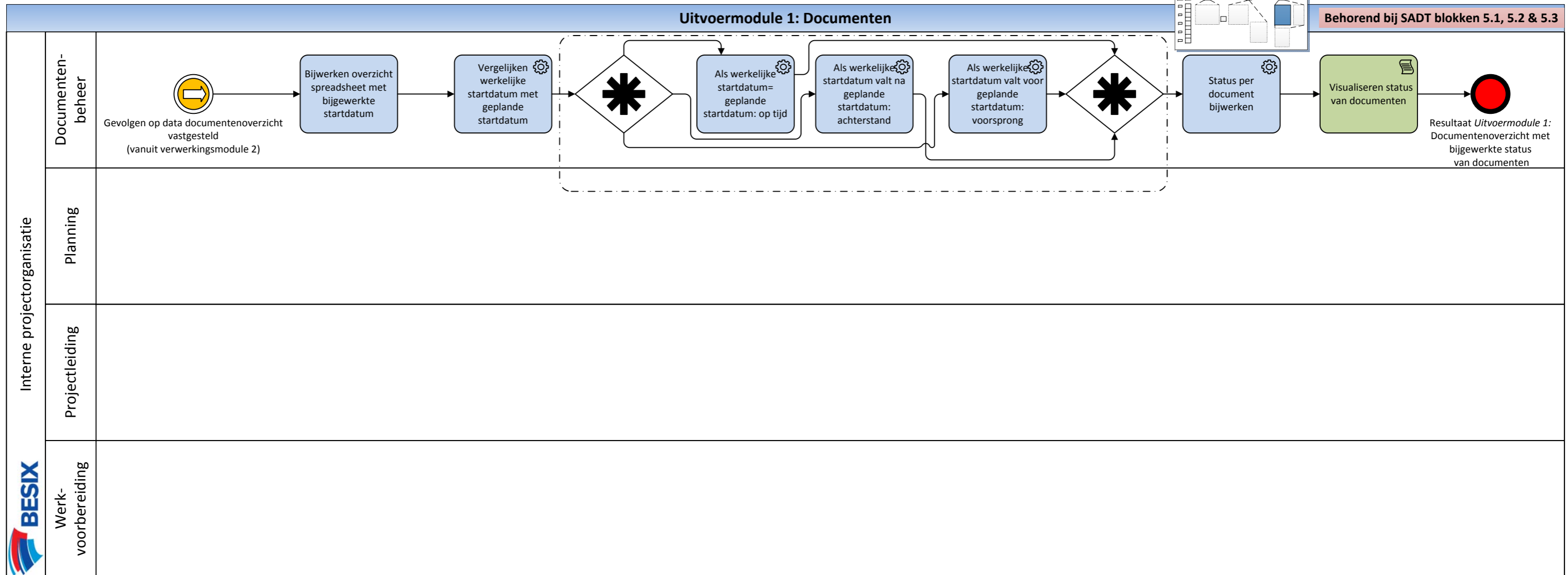
Verwerkingsmodule 3: Bewaking kosten vertraging

Behorend bij SADT blokken 4.4, 4.5 & 4.6



Legenda BPMN-diagram								Informatie	
Pijlen/lijnen		Events (combinatie kleur en symbool)		Taaktypen		Gateways/kruispunten		Overig	
→	Sequentie-stroom	●	Startgebeurtenis	✉	Verzenden/ontvangen bericht	⚠	Signalering naar andere processen	📄	Data-object
⇄	Berichten-stroom	●	Tusseliggende gebeurtenis	⌚	Timer	⚙️	Koppeling naar andere processen	⬭	Groep
⋯	Associatie	●	Eindgebeurtenis	📋	Voorwaardelijk	✉	Verstuur bericht	📄	Tekstaantekening
				👤	Gebruiker taak	📄	Script taak	⏪	Lus
				📧	Verstuur bericht	📄	Script taak	⏩	Parallele lus
				📧	Ontvang bericht	📄	Verwijzing taak	◇	Gateway/kruispunt
				📧	Verwijzing taak	⚡	Exclusieve gateway (ja/nee)	⊕	Parallel kruispunt

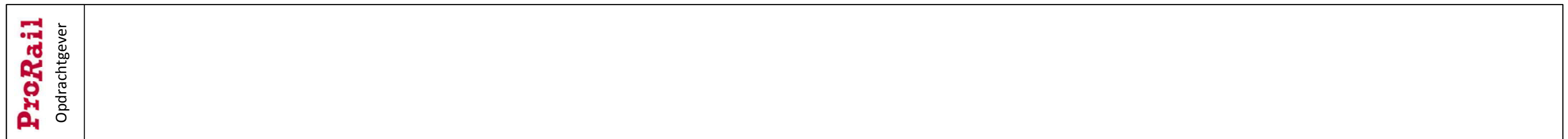
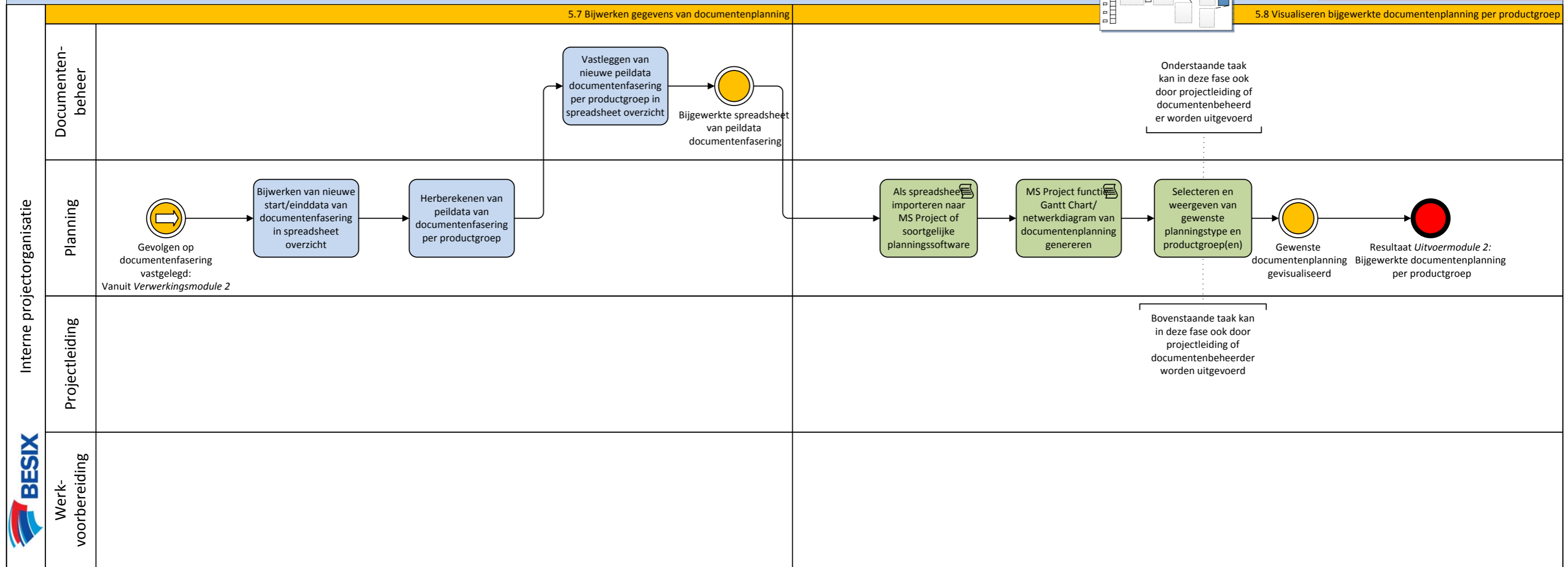
Geschatte doorlooptijd:
1 week



Legenda BPMN-diagram								Informatie	
Pijlen/lijnen		Events (combinatie kleur en symbool)		Taaktypen		Gateways/kruispunten		Overig	
→	Sequentie-stroom	●	Startgebeurtenis	✉	Verzenden/ontvangen bericht	⚠	Signalering naar andere processen	📄	Geschatte doorlooptijd: 1-2 weken
⚡	Berichten-stroom	●	Tussentijdse gebeurtenis	⌚	Timer	👤	Koppeling naar andere processen	📁	
⋯	Associatie	●	Eindgebeurtenis	📧	Voorwaardelijk	📄	Verstuur bericht	📄	
				⚙️	Service taak	📄	Script taak	⋮	
				📧	Verzenden bericht	📄	Verwijzing taak	◇	Gateway/kruispunt
				📧	Gebruiker taak	📄	Lus	⊗	Exclusieve gateway (ja/nee)
				📧	Verstuur bericht	📄	Parallele lus	⊕	Parallel kruispunt
								⋮	Tekstaantekening

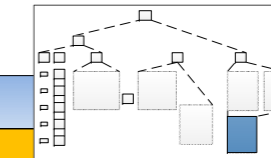
Uitvoermodule 2: Documentenplanning

Behorend bij SADT blokken 5.7 & 5.8



Legenda BPMN-diagram								Informatie
Pijlen/lijnen Sequentie-stroom Berichten-stroom Associatie	Events (combinatie kleur en symbool) Startgebeurtenis Tusseliggende gebeurtenis Eindgebeurtenis	Verzenden/ontvangen bericht Timer Voorwaardelijk	Taaktypen Taak Service taak Verstuur bericht	Ontvang bericht Gebruiker taak Script taak	Verwijzing taak Lus Parallele lus	Gateways/kruispunten Gateway/kruispunt Exclusieve gateway (ja/nee) Parallel kruispunt	Overig Data-object Groep Tekstaantekening	Geschatte doorlooptijd: 1-2 weken

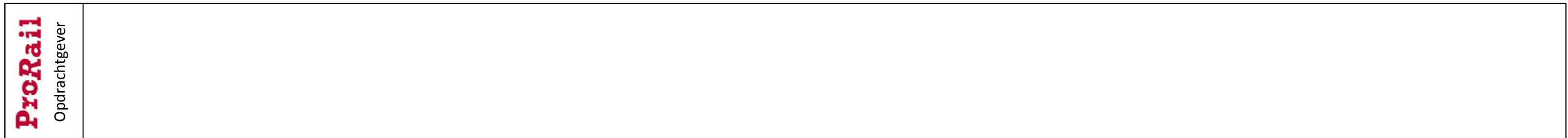
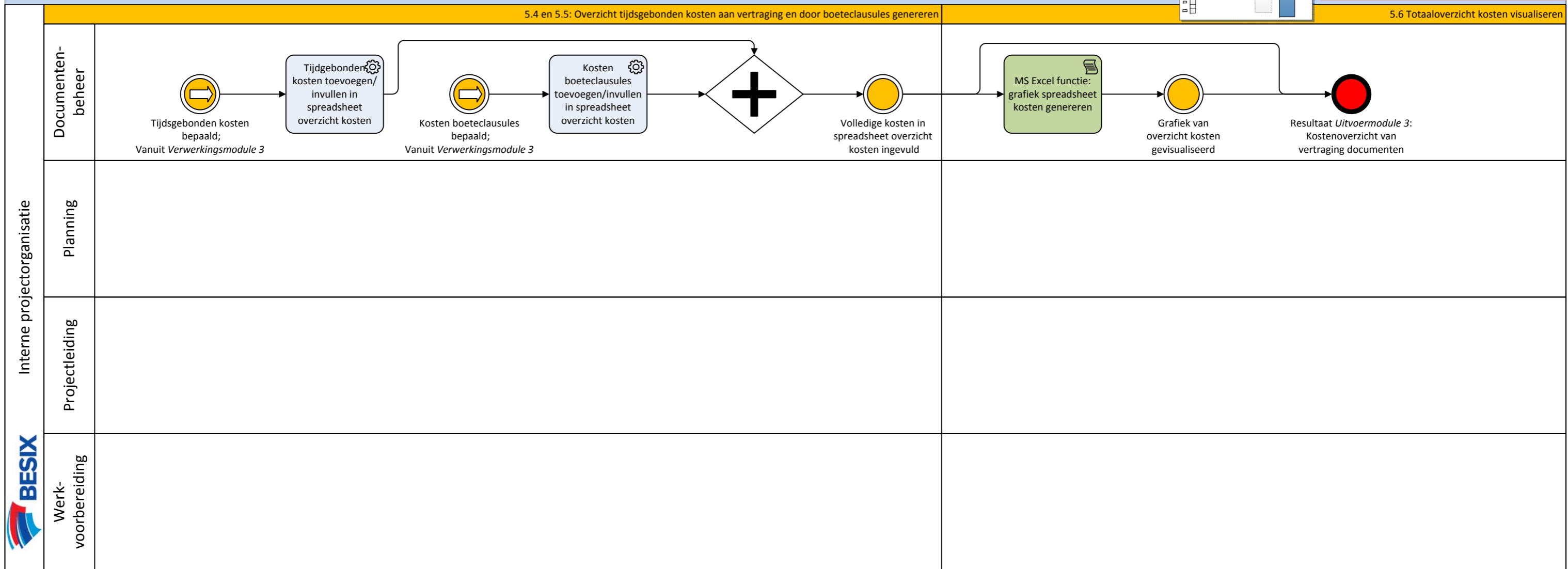
Uitvoermodule 3: Kostenuitvoer



Behorend bij SADT blokken 5.4, 5.5 & 5.6

5.4 en 5.5: Overzicht tijdsgebonden kosten aan vertraging en door boeteclausules genereren

5.6 Totaaloverzicht kosten visualiseren

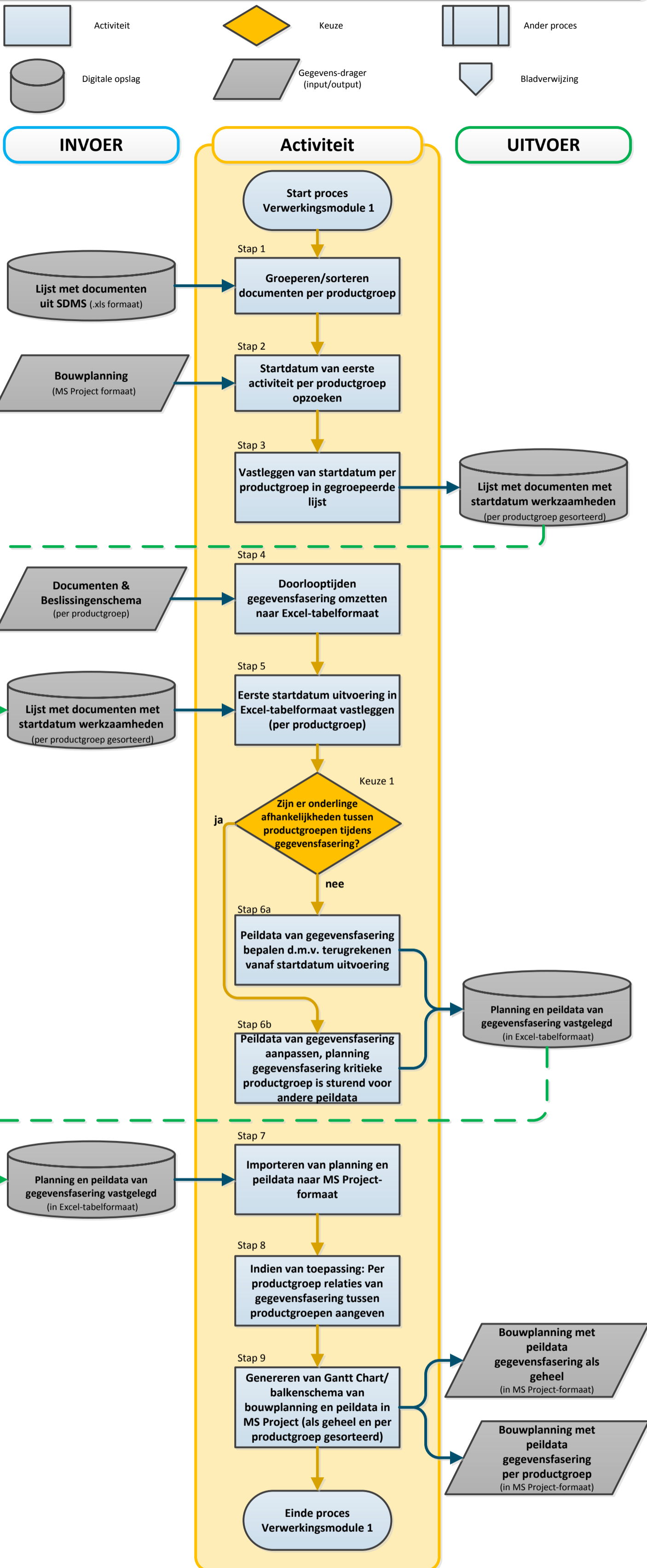


Legenda BPMN-diagram								Informatie	
Pijlen/lijnen		Events (combinatie kleur en symbool)		Taaktypen		Gateways/kruispunten		Overig	
→	Sequentie-stroom	●	Startgebeurtenis	✉	Verzenden/ontvangen bericht	⚠	Signalering naar andere processen	📄	Data-object
⚡	Berichten-stroom	●	Tusseliggende gebeurtenis	⚙	Service taak	⚠	Koppeling naar andere processen	⊞	Groep
⋯	Associatie	●	Eindgebeurtenis	✉	Verstuur bericht	⚠	Timer	⊞	Tekstaantekening
				⚙	Verwijzing taak	⚠	Voorwaardelijk		
				⚙	Ontvang bericht	⚠	Signalering naar andere processen		
				⚙	Gebruiker taak	⚠	Koppeling naar andere processen		
				⚙	Script taak	⚠	Signalering naar andere processen		
				⚙	Lus	⚠	Koppeling naar andere processen		
				⚙	Parallele lus	⚠	Koppeling naar andere processen		
				⚙	Parallele lus	⚠	Koppeling naar andere processen		

Geschatte doorlooptijd:
1-2 weken

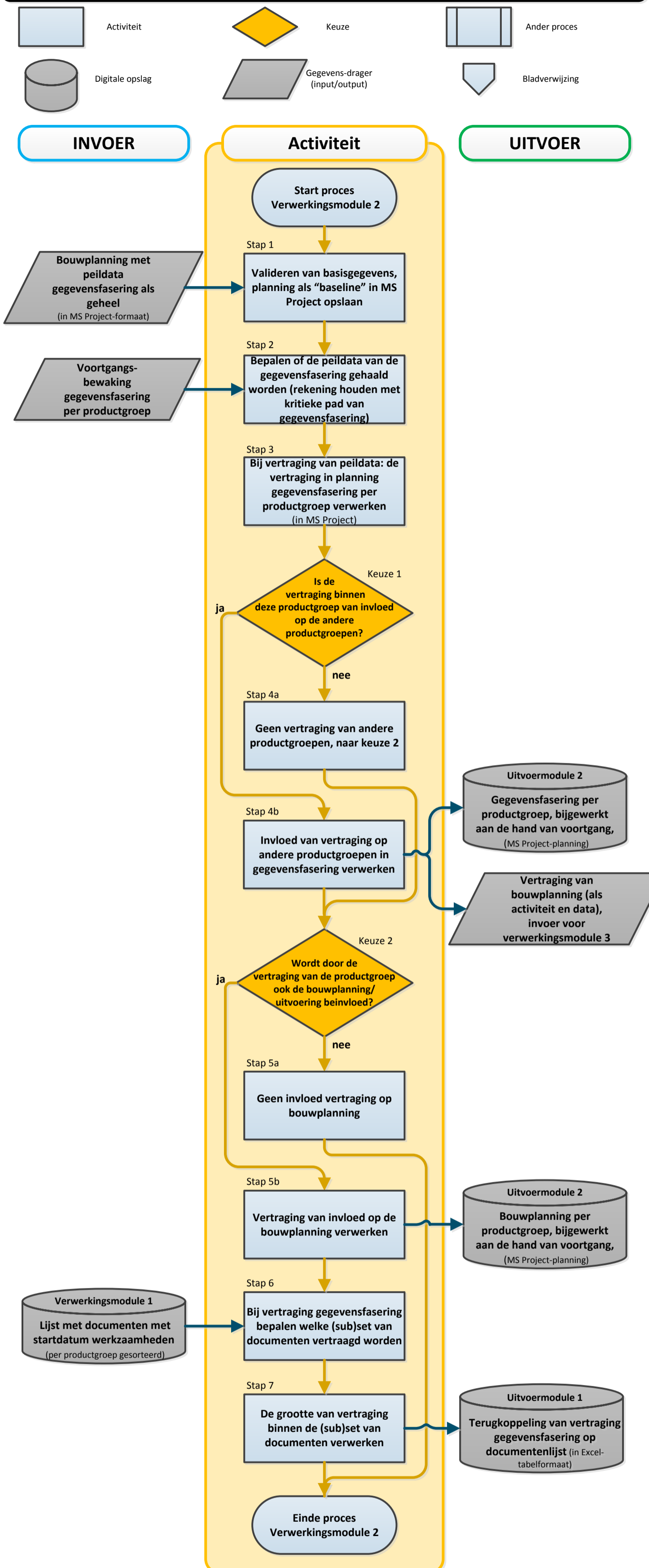
Bijlage K. Stroomschema's werkwijze verwerking met voorbeelden

Stroomdiagram Verwerkingsmodule 1: Koppeling documenten



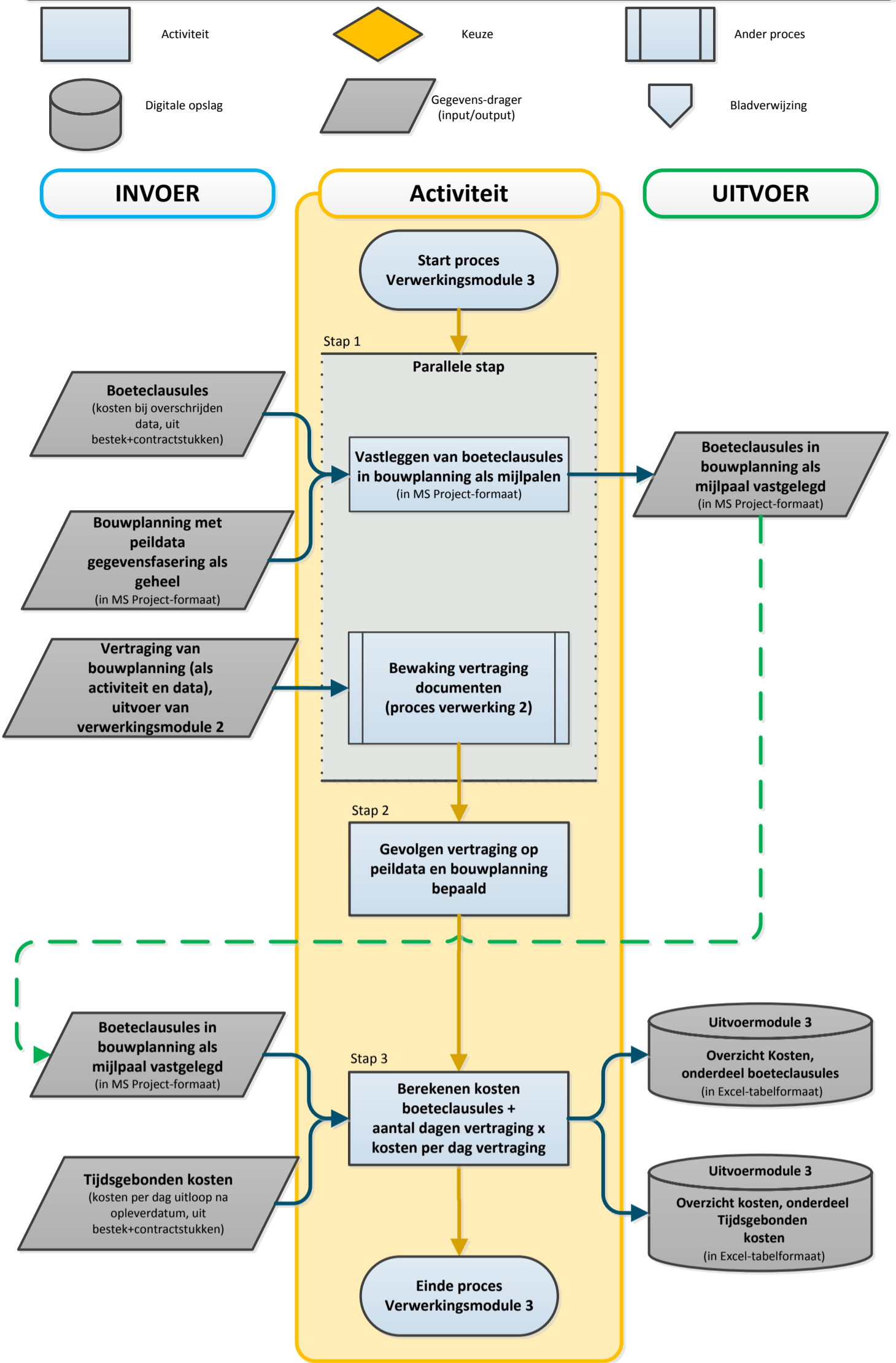
Afbeelding 46 Stroomschema van verwerkingmodule 1

Stroomdiagram Verwerkingsmodule 2: Bewaking vertraging documenten



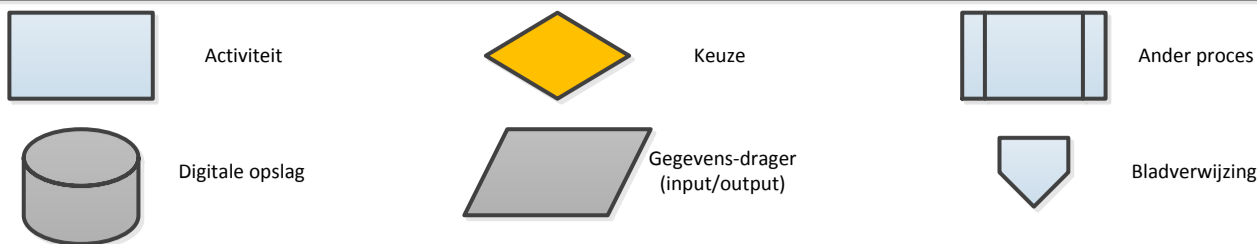
Afbeelding 47 Stroomschema van verwerkingmodule 2

Stroomdiagram Verwerkingsmodule 3: Bewaking kosten vertraging



Afbeelding 48 Stroomschema van verwerkingmodule 3

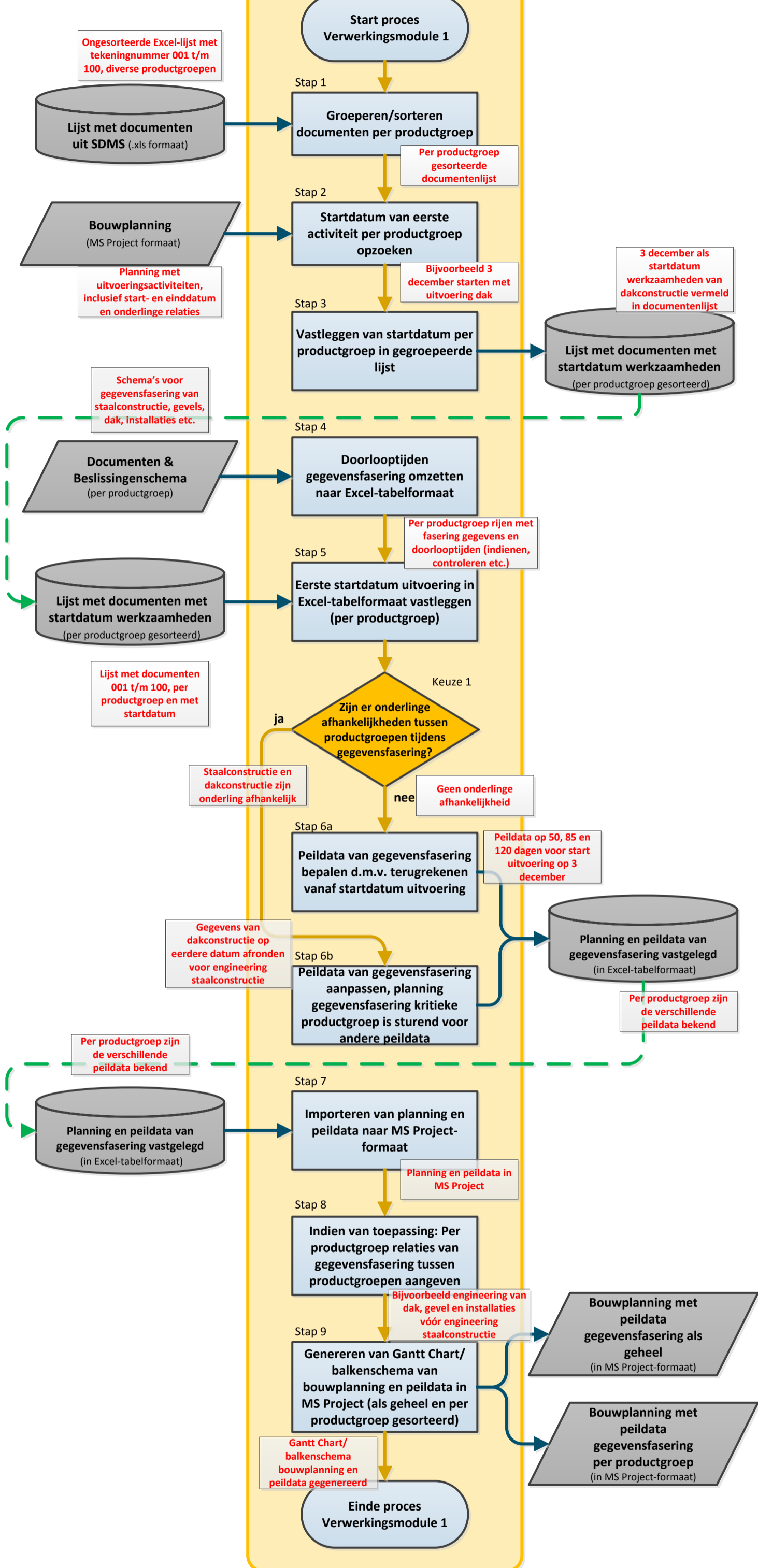
Stroomdiagram Verwerkingsmodule 1: Koppeling documenten



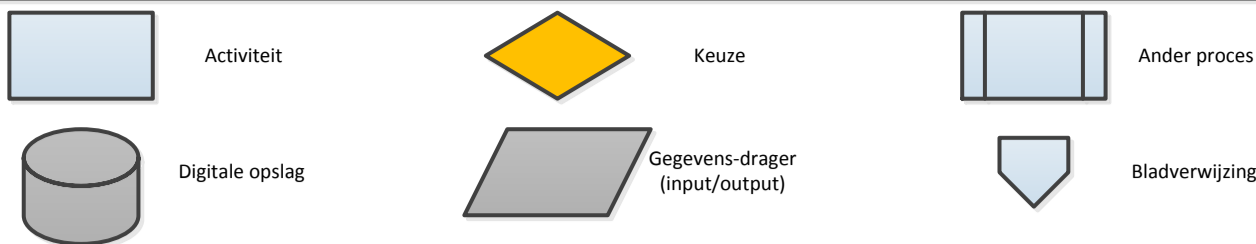
INVOER

Activiteit

UITVOER



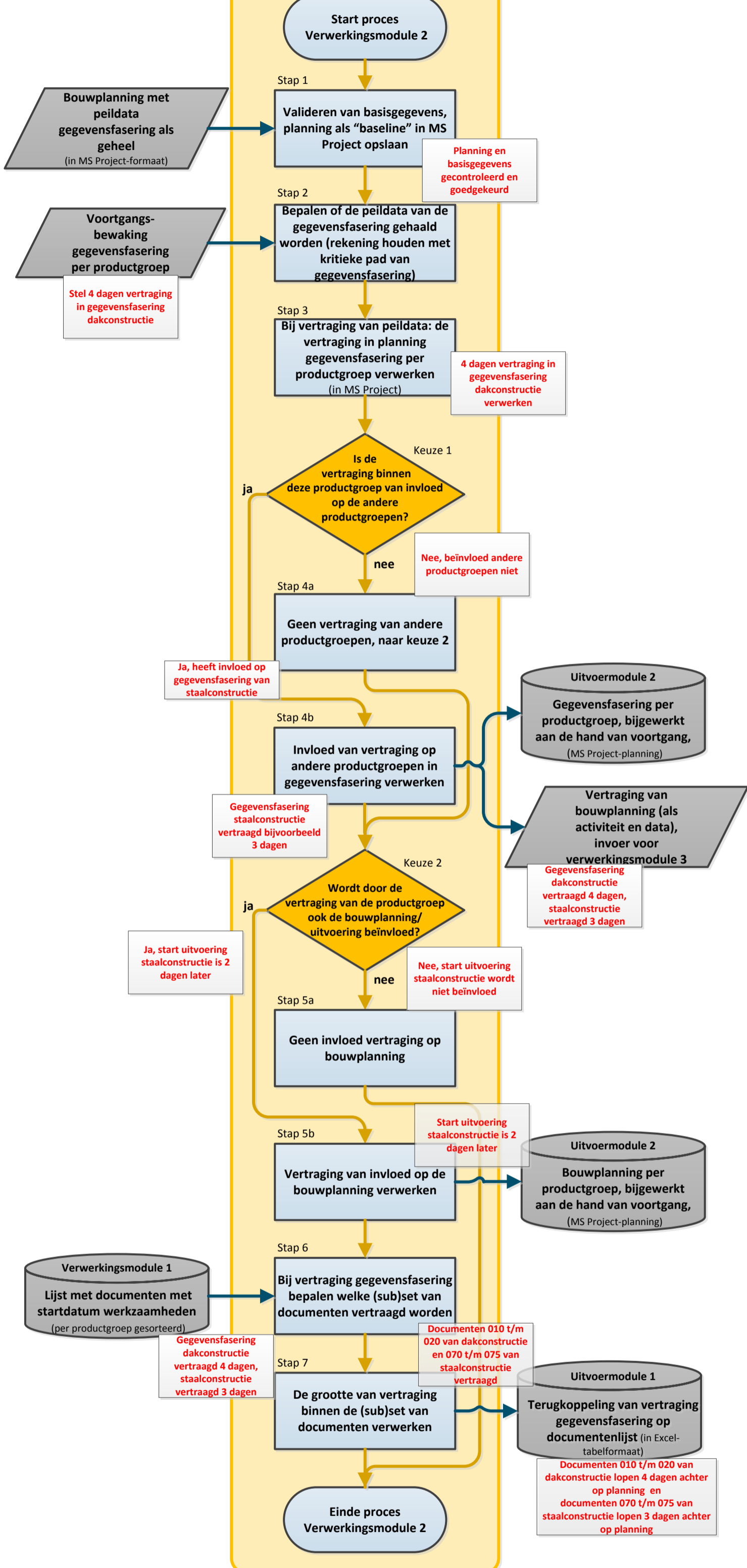
Stroomdiagram Verwerkingsmodule 2: Bewaking vertraging documenten



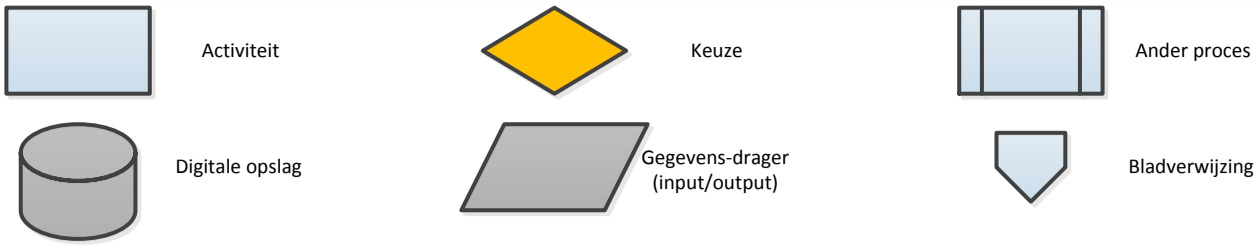
INVOER

Activiteit

UITVOER



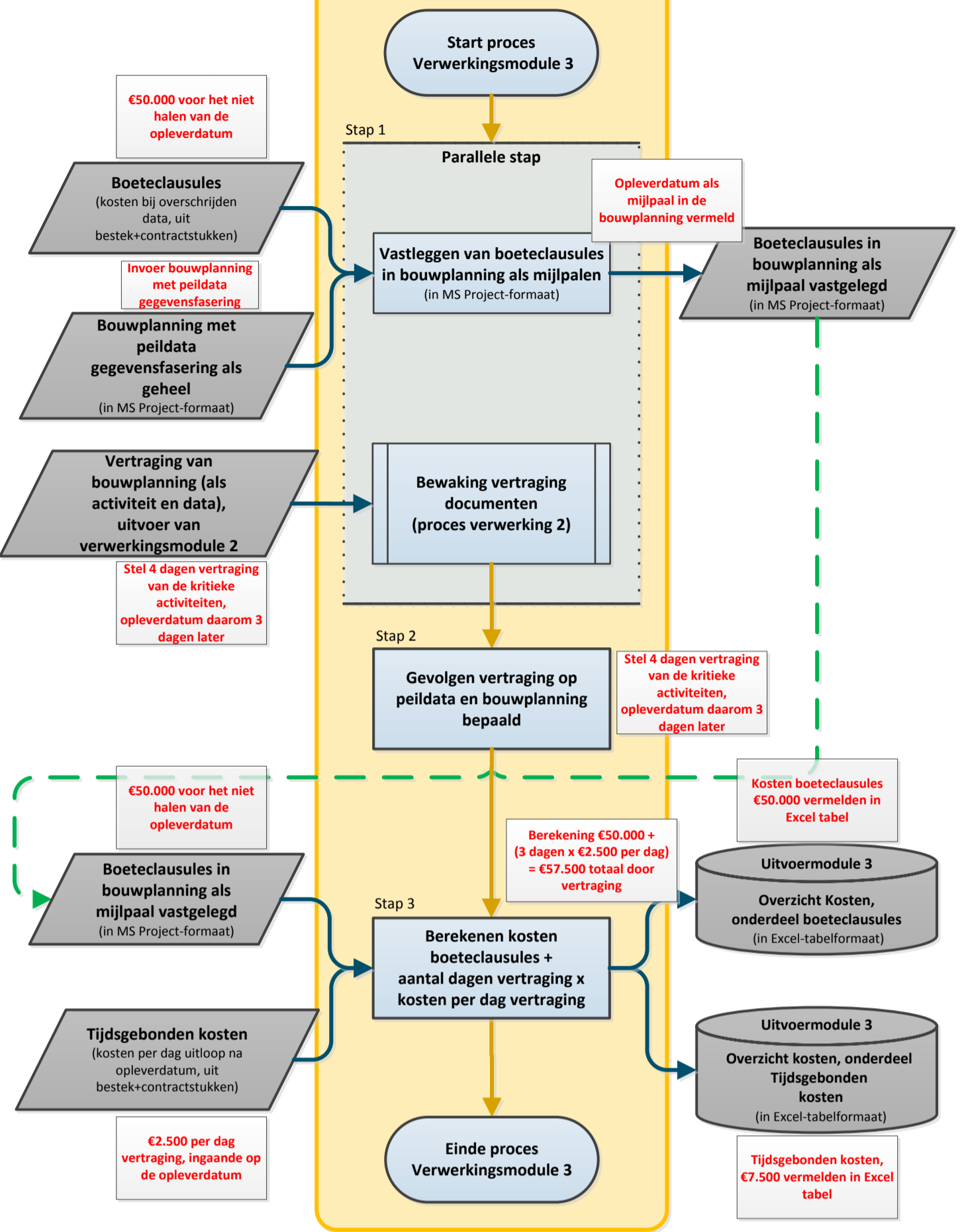
Stroomdiagram Verwerkingsmodule 3: Bewaking kosten vertraging



INVOER

Activiteit

UITVOER



Bijlage L. Powerpointsheets als visualisatie van hulpmiddel

Presentatie methode hulpmiddel documentenbeheersing

Beheersen van de documentenstromen voor de coördinatie
van uitvoeringsactiviteiten van Project OVT Utrecht

Arnout Roffel
Masterstudent Uitvoeringstechniek

6 juni 2016



Doelstelling

“Het ontwikkelen van een methode waarmee de gevolgen, uitgedrukt in tijd en kosten, van vertragingen en wijzigingen binnen de gegevensfasering van documenten tijdens de afstemming van de voorbereiding(engineeringsfase) van bouwfase A duidelijk kunnen worden gemaakt,

om zodoende de coördinatie van de uitvoeringsactiviteiten op basis van de beschikbare documenten tijdig te kunnen beheersen en het ad hoc bijsturen van de uitvoering te voorkomen,

zodat mogelijke conflicten in de uitvoering met bijbehorende fouten en herstelkosten welke veroorzaakt worden door deze specifieke vertragingen en wijzigingen worden vermeden.”

TU/e BESIX

Black Box

```

graph TD
    Invoer[invoer] --> BlackBox[BLACK BOX]
    BlackBox --> Uitvoer[uitvoer]
    Hulpmiddel[hulpmiddel] --> BlackBox
  
```

- Welke uitvoer is er nodig voor doelstelling?
- Wat moet het hulpmiddel doen om tot deze uitvoer te komen?
- Met welke invoer kan er gewerkt worden om dit te bereiken?

3

TU/e BESIX

Benodigde uitvoer

- welke documenten er vertraging hebben in de engineering/gegevensfasering?
- welke gevolgen dit heeft voor de uitvoeringsactiviteiten in een eenheid van tijd?
- welke gevolgen dit heeft voor de uitvoeringsactiviteiten in eenheid van kosten?
- Bovendien:
 - voortgang van documenten kunnen volgen;
 - gevolgen wijzigingen/aanpassingen aan documenten kunnen verwerken.

4

Benodigde uitvoer 1

TU/e BESIX

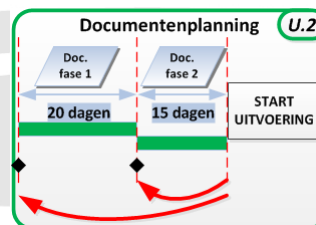
Documenten		
Doc. A	GEPLANDE STARTDATUM ./././...	VOORSPRONG/ OP SCHEMA / ACHTERSTAND
Doc. ...	GEPLANDE STARTDATUM ./././...	VOORSPRONG/ OP SCHEMA / ACHTERSTAND

- Documentenlijst
 - Overzicht documenten
 - Vertraging in engineering/gegevensfasering zichtbaar;
 - Gevolgen voor startdatum uitvoeringsactiviteiten zichtbaar;

5

Benodigde uitvoer 2

TU/e BESIX



- Documentenplanning
 - Overzicht voortgang gegevensfasering + gevolgen bouwplanning
 - Vertraging in engineering/gegevensfasering zichtbaar;
 - Voortgang documenten volgen;
 - Gevolgen voor startdatum uitvoeringsactiviteiten zichtbaar;
 - KOPPELING TUSSEN GEGEVENSFASERING en BOUWPLANNING

6

Benodigde info voor Uitvoer 1 en 2

Documenten U.1

Doc. A	GEPLANE STARTDATUM .././....	VOORSPRONG/ OP SCHEMA / ACHTERSTAND
Doc. ...	GEPLANE STARTDATUM .././....	VOORSPRONG/ OP SCHEMA / ACHTERSTAND

Documentenplanning U.2

- Documentenoverzicht -> INVOER 1
- Bouwplanning -> INVOER 2
- Overzicht van doorlooptijden/fasering van gegevensfasering van documenten -> INVOER 3
- Koppeling gegevensfasering en uitvoeringsactiviteiten
- Voortgang van gegevensfasering en gevolgen tijd van documenten

7

Benodigde info voor Uitvoer 1 en 2

INVOER

Documenten L.1

Bouwplanning L.2

Taak 1 Taak 2 Taak 3

Documentenfasering L.3

VERWERKING

UITVOER

Documenten U.1

Doc. A	GEPLANE STARTDATUM .././....	VOORSPRONG/ OP SCHEMA / ACHTERSTAND
Doc. ...	GEPLANE STARTDATUM .././....	VOORSPRONG/ OP SCHEMA / ACHTERSTAND

Documentenplanning U.2

8

Benodigde info voor Uitvoer 1 en 2

Documenten U.1

	GEPLANE STARTDATUM	VOORSPRONG/ OP SCHEMA / ACHTERSTAND
Doc. A	.././....	
Doc././....	

Documentenplanning U.2

- ✓ Documentenoverzicht -> INVOER 1
- ✓ Bouwplanning -> INVOER 2
- ✓ Overzicht van doorlooptijden/fasering van gegevensfasering van documenten -> INVOER 3
- Koppeling gegevensfasering en uitvoeringsactiviteiten
 - > Invoer 1 , Invoer 2 en Invoer 3 koppelen
- Voortgang van gegevensfasering en gevolgen tijd van documenten
 - -> kan na Koppeling gegevensfasering en uitvoeringsactiviteiten worden verwerkt

9

Structuur invoer Uitvoer 1 en 2

INVOER

Documenten I.1

Bouwplanning I.2

Taak 1 Taak 2 Taak 3

Documentenfasering I.3

VERWERKING

Koppeling documenten V.1

Bewaking vertraging documenten V.2

UITVOER

Documenten U.1

	GEPLANE STARTDATUM	VOORSPRONG/ OP SCHEMA / ACHTERSTAND
Doc. A	.././....	
Doc././....	

Documentenplanning U.2

10

Benodigde uitvoer 1 en 2

TU/e BESIX

- ✓ welke documenten er vertraging hebben in de engineering/gegevensfasering?
- ✓ welke gevolgen dit heeft voor de uitvoeringsactiviteiten in een eenheid van tijd?
- welke gevolgen dit heeft voor de uitvoeringsactiviteiten in eenheid van kosten?
- ✓ Bovendien:
 - voortgang van documenten kunnen volgen;
 - gevolgen wijzigingen/aanpassingen aan documenten kunnen verwerken.

11

Benodigde info voor Uitvoer 3

TU/e BESIX

Kostenuitvoer U.3	
Tijdsgebonden kosten	€ TOTAAL
Kosten boeteclausule voor niet halen mijlpaal	€ TOTAAL

- Kostenuitvoer
 - Overzicht kosten als gevolg van vertrapte uitvoeringactiviteiten
 - Tijdsgebonden kosten
 - Kosten voor boeteclausules, overschrijden contractdata
 - Voorgangsbewaking van vertraging uitvoering

12

TU/e BESIX

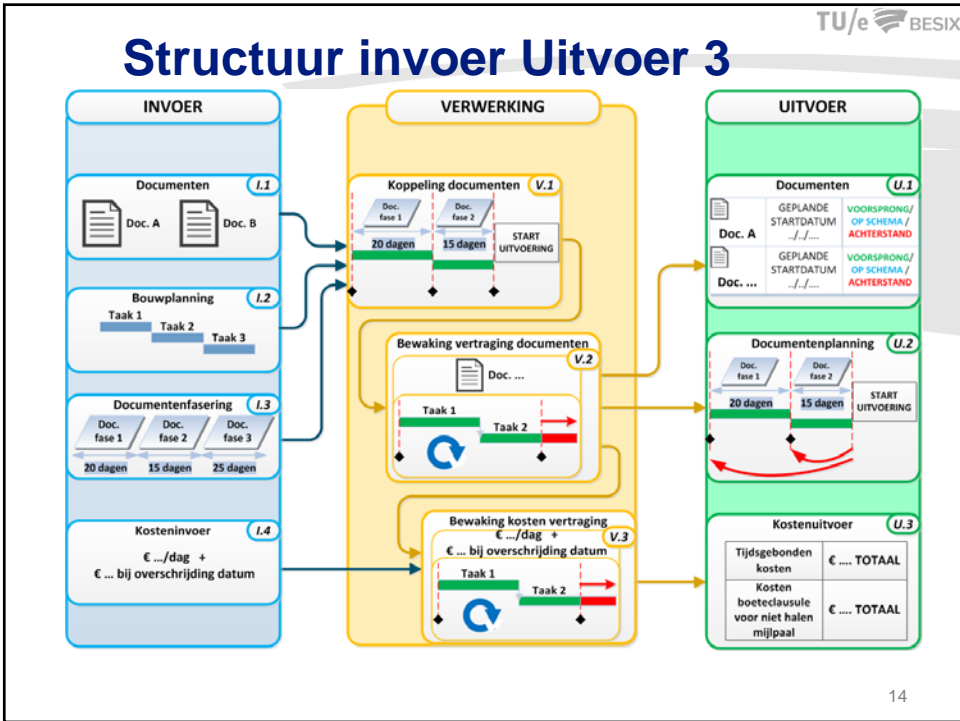
Benodigde info voor Uitvoer 3

Kostenuitvoer U.3

Tijdsgebonden kosten	€ ... TOTAAL
Kosten boeteclausule voor niet halen mijlpaal	€ ... TOTAAL

- Kostenuitvoer
- Overzicht kosten als gevolg van vertragde uitvoeringactiviteiten:
 - Tijdsgebonden kosten ->INVOER 4
 - Kosten voor boeteclausules, overschrijden contractdata->INVOER 4
- Voorgangsbewaking van vertraging uitvoering
 - > Uit vorige onderdeel na verwerking tot
Uitvoer 1 Documentenlijst en 2 Documentenplanning te bepalen

13

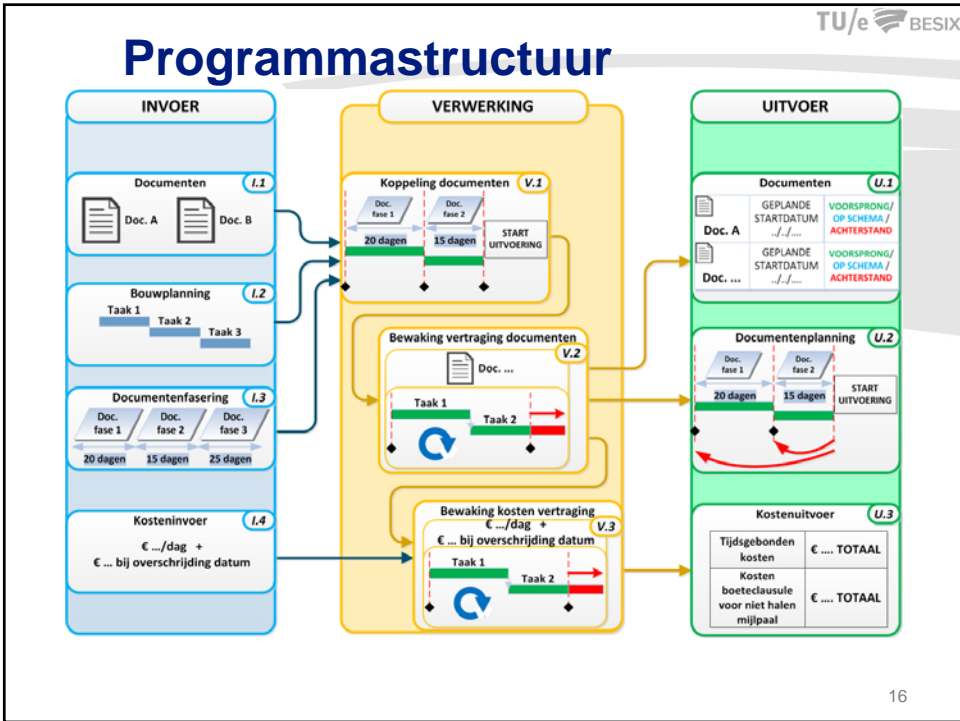


TU/e BESIX

Benodigde uitvoer 3

- ✓ welke documenten er vertraging hebben in de engineering/gegevensfasering?
- ✓ welke gevolgen dit heeft voor de uitvoeringsactiviteiten in een eenheid van tijd?
- ✓ welke gevolgen dit heeft voor de uitvoeringsactiviteiten in eenheid van kosten?
- ✓ Bovendien:
 - voortgang van documenten kunnen volgen;
 - gevolgen wijzigingen/aanpassingen aan documenten kunnen verwerken.



15





Uitwerken aan de hand van Programmastructuur en Stroomschema's

17



Programmatuur

- Programmatuur binnen projectorganisatie:
 - MS Excel
 - MS Project
 - SDMS (documentenbeheersysteem)

18

Programmatuur

TU/e BESIX

The screenshot shows the BESIX SDMS - Release 1.0 interface. At the top, it displays the project name 'PROJET : TOHR CARPE DIEFF' and the user 'admin'. Below this is a navigation bar with options like 'Home', 'Documents', 'Transit Box', 'Search & Reports', 'Clipboard', 'Admin', and 'Tools'. The main area is titled 'Document List - Last Revisions' and contains a table with 303 records. The table columns include 'PRD', 'PHA', 'EIE', 'LOT', 'REV', 'DO1', 'DO2', 'TYP', 'REV1', 'Code Est. Doc.', 'Title', 'Receipt Date', and 'Status'. The table lists various technical documents such as 'PROTOTYPE POUR VITRAGE SECTION HORIZONTALE' and 'DIMENSIONNEMENT DES VITRAGES FACADE TYPE 1'. A filter sidebar on the left allows users to filter documents by various criteria like 'PRD', 'PHA', 'EIE', etc.

- SDMS (documentenbeheersysteem)

19

Verwerkingsmodule 1: Koppeling documenten - overzicht

TU/e BESIX

The diagram illustrates the document processing workflow. It starts with 'Invoer' (Input), which includes a list of documents (Excel) and construction planning (MS Project). This leads to 'Documenten' (Documents), represented by icons for 'Doc. A' and 'Doc. B'. The next step is 'Bouwplanning' (Construction Planning), shown as a sequence of tasks 'Taak 1', 'Taak 2', and 'Taak 3'. Finally, the process moves to 'Documentenfasering' (Document Phasing), which is divided into three phases: 'Doc. fase 1' (20 dagen), 'Doc. fase 2' (15 dagen), and 'Doc. fase 3' (25 dagen).

Invoer

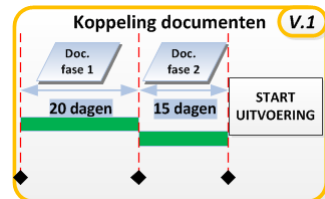
- Lijst met documenten – Excel
- Bouwplanning – MS Project
- Documenten- & Beslissingenschema (gegevensfasering)

20

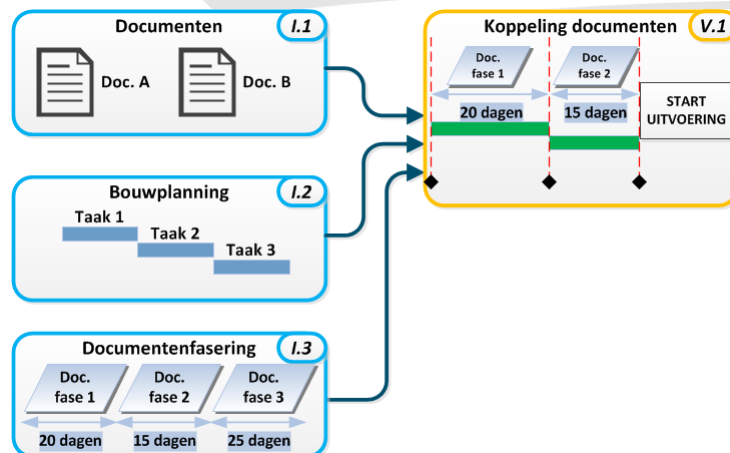
Verwerkingsmodule 1: Koppeling documenten - overzicht

Uitvoer

- Bouwplanning met peildata gegevensfasering – MS Project
- Gesorteerde lijst met documenten - Excel



Input invoeren in invoermodules



TU/e BESIX

Verwerkingsmodule 1: Selecteren en sorteren documenten

- Invoer: Lijst met documenten – Excel

PRO	OPS	ZON	NIV1	NIV2	DOM	TYP	NR	Ext. Ref.	Rev.	Rev. Date	Title	Doc. Receipt Date
Project	Opsteller	Zone	Niveau 1	Niveau 2	Doel	Type	Nummer	Externe referentie	Revisie	Revisiedatum	Titel	Datum van ontvangst document
DVT	EME	FA	-	DT	C	TEK	D001	DVT_OV	0	4-4-2013	Staalconstructie overzichtstekening Fase A	8-4-2013
DVT	EME	FA	-	-	C	TEK	D002	DVT_AZ	0	4-4-2013	Staalconstructie aanzichten Fase A	8-4-2013
DVT	EME	FA	-	-	C	TEK	D003	DVT_DZ	0	4-4-2013	Staalconstructie doorsneden Fase A	8-4-2013
DVT	EME	FA	-	DT	C	TEK	D101	DVT_DET	0	4-4-2013	Staalconstructie details 01 Fase A	8-4-2013
DVT	BES	FA	-	AZ	B	TEK	D301	SEV_NZ	A	7-2-2013	Aanzichten Gevel Noordzijde	11-2-2013
DVT	BES	FA	-	AZ	B	TEK	D301	SEV_NZ	0	3-1-2013	Aanzichten Gevel Noordzijde	7-1-2013
DVT	BES	FA	-	AZ	B	TEK	D302	SEV_OZ	A	7-2-2013	Aanzichten Gevel Oostzijde	11-2-2013
DVT	BES	FA	-	AZ	B	TEK	D302	SEV_OZ	0	3-1-2013	Aanzichten Gevel Oostzijde	7-1-2013
DVT	BES	FA	-	DT	B	TEK	D303	SEV_DET	A	7-2-2013	Details Gevel	11-2-2013
DVT	BES	FA	-	DT	B	TEK	D303	SEV_DET	0	3-1-2013	Details Gevel	7-1-2013
DVT	BES	FA	-	V1	B	TEK	D401	DAK_CO	A	7-2-2013	Constructie Dak Fase A	11-2-2013
DVT	BES	FA	-	V1	B	TEK	D401	DAK_CO	0	21-1-2013	Constructie Dak Fase A	24-1-2013
DVT	BES	FA	-	DT	B	TEK	D402	DAK_DET	B	7-2-2013	Details Constructie Dak Fase A	11-2-2013
DVT	BES	FA	-	DT	B	TEK	D402	DAK_DET	0	21-1-2013	Details Constructie Dak Fase A	24-1-2013
DVT	BES	FA	-	DT	B	TEK	D402	DAK_DET	0	7-1-2013	Details Constructie Dak Fase A	10-1-2013
DVT	BES	FA	-	DS	B	TEK	D403	DAK_DAA	A	7-2-2013	Constructie Dak Fase A, doorsnede AA'	11-2-2013
DVT	BES	FA	-	DS	B	TEK	D403	DAK_DAA	0	21-1-2013	Constructie Dak Fase A, doorsnede AA'	24-1-2013
DVT	BES	FA	-	DS	B	TEK	D404	DAK_DBB	A	7-2-2013	Constructie Dak Fase A, doorsnede BB'	11-2-2013
DVT	BES	FA	-	DS	B	TEK	D404	DAK_DBB	0	21-1-2013	Constructie Dak Fase A, doorsnede BB'	24-1-2013
etc ...	etc ...	etc ...	etc ...	etc ...	etc ...	etc ...	etc ...	etc ...	etc ...	etc ...	etc ...	etc ...

23

TU/e BESIX

Verwerkingsmodule 1: Selecteren en sorteren documenten

- Invoer: Lijst met documenten – Excel

PRO	OPS	ZON	NIV1	NIV2	DOM	TYP	NR	Ext. Ref.	Rev.	Rev. Date	Title	Doc. Receipt Date	Startdatum uitvoering	Productgroep
Proje	Opste	Nivea	Nivea	Dome	Num	Externe	Revisi	Rev.	Rev.	Rev.	Title	Datum van ontvangst document	Startdatum uitvoering	Productgroep
ct	ller	Zone	u 1	u 2	in	Type	mer	referentie	e	Revisiedatum	Titel	document	Startdatum uitvoering	Productgroep
DOCUMENTEN STAALCONSTRUCTIE														
DVT	EME	FA	-	V1	C	TEK	D001	DVT_OV	0	4-4-2013	Staalconstructie overzichtstekening Fase A	8-4-2013		Staalconstructie
DVT	EME	FA	-	-	C	TEK	D002	DVT_AZ	0	4-4-2013	Staalconstructie aanzichten Fase A	8-4-2013		Staalconstructie
DVT	EME	FA	-	-	C	TEK	D003	DVT_DZ	0	4-4-2013	Staalconstructie doorsneden Fase A	8-4-2013		Staalconstructie
DVT	EME	FA	-	DT	C	TEK	D101	DVT_DET	0	4-4-2013	Staalconstructie details 01 Fase A	8-4-2013		Staalconstructie
DOCUMENTEN GEVEL														
DVT	BES	FA	-	AZ	B	TEK	D301	SEV_NZ	A	7-2-2013	Aanzichten Gevel Noordzijde	11-2-2013		Gevel
DVT	BES	FA	-	AZ	B	TEK	D302	SEV_OZ	A	7-2-2013	Aanzichten Gevel Oostzijde	11-2-2013		Gevel
DVT	BES	FA	-	DT	B	TEK	D303	SEV_DET	A	7-2-2013	Details Gevel	11-2-2013		Gevel
DOCUMENTEN DAK														
DVT	BES	FA	-	V1	B	TEK	D401	DAK_CO	A	7-2-2013	Constructie Dak Fase A	11-2-2013		Dak
DVT	BES	FA	-	DT	B	TEK	D402	DAK_DET	B	7-2-2013	Details Constructie Dak Fase A	11-2-2013		Dak
DVT	BES	FA	-	DS	B	TEK	D403	DAK_DAA	A	7-2-2013	Constructie Dak Fase A, doorsnede AA'	11-2-2013		Dak
DVT	BES	FA	-	DS	B	TEK	D404	DAK_DBB	A	7-2-2013	Constructie Dak Fase A, doorsnede BB'	11-2-2013		Dak

24

Verwerkingsmodule 1: Startdata per productgroep

• *Invoer:* Bouwplanning – MS Project

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Sep '13	Oct '13	Nov '13	Dec '13	Jan '14	Feb '14	Mar '14
1	VOORBILDEPROJECT	73 days	Thu 10-10-13	Mon 20-1-14							
2	START UITVOERING	0 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13							
3	STAALSTRUCTUUR	40 days	Thu 10-10-13	Wed 4-12-13							
4	Stalen windbalkconstructies	3 days	Thu 10-10-13	Mon 14-10-13							
5	Stalen kolommen, hoofdbalken en gordingen	30 days	Tue 15-10-13	Mon 25-11-13							
6	Stalen gootconstructie	5 days	Tue 26-11-13	Mon 2-12-13							
7	Monteren stalen dakrand	8 days	Wed 20-11-13	Fri 29-11-13							
8	Plaatsen elliptische kolommen/gevelstijlen	3 days	Mon 2-12-13	Wed 4-12-13							
9	DAK	35 days	Tue 3-12-13	Mon 20-1-14							
10	Steeledek dakplaten	7 days	Tue 3-12-13	Wed 11-12-13							
11	Stalengoten, bitumen, HWA, Cannaluren, folie, klips	20 days	Wed 11-12-13	Tue 7-1-14							
12	Isoleren en felsbanen aanbrengen	10 days	Tue 7-1-14	Mon 20-1-14							
13	GEVELS	33 days	Thu 5-12-13	Mon 20-1-14							
14	Plaatsen glaspanelen gevels	10 days	Thu 5-12-13	Wed 18-12-13							
15	Zetwerken (afwerking plint t.p.v. bevestiging gevelstijlen)	10 days	Thu 19-12-13	Wed 1-1-14							
16	EINDE UITVOERING	0 days	Mon 20-1-14	Mon 20-1-14							

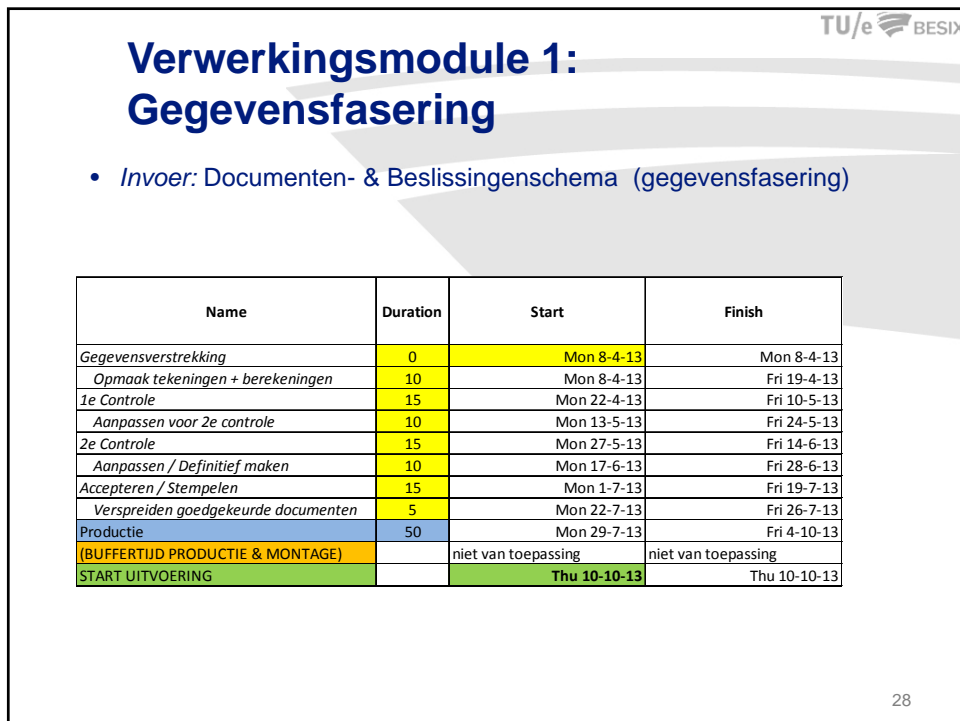
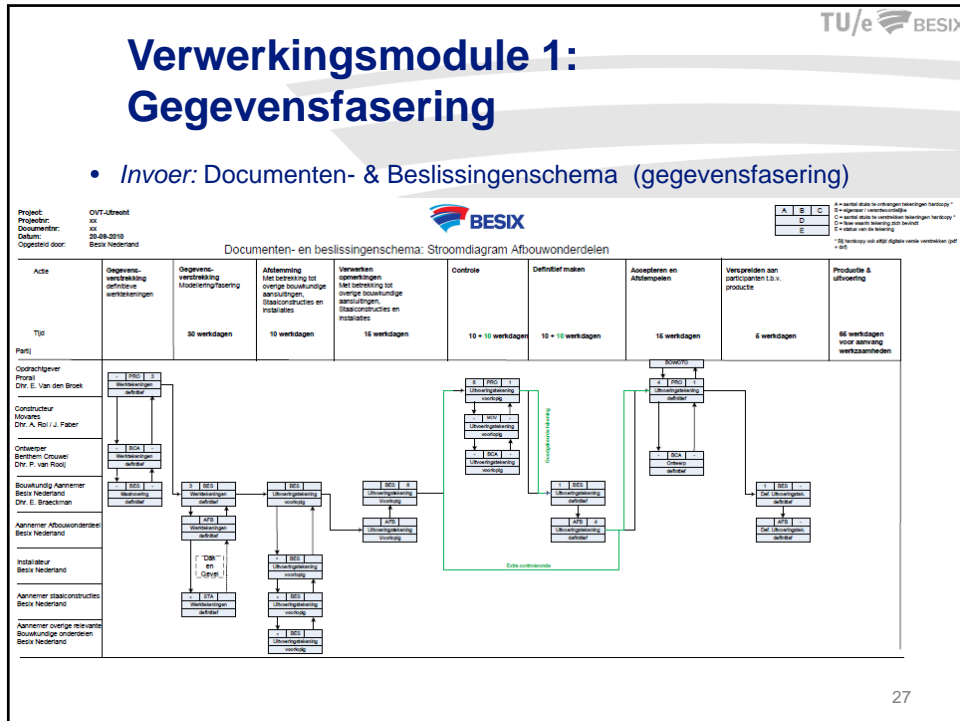
25

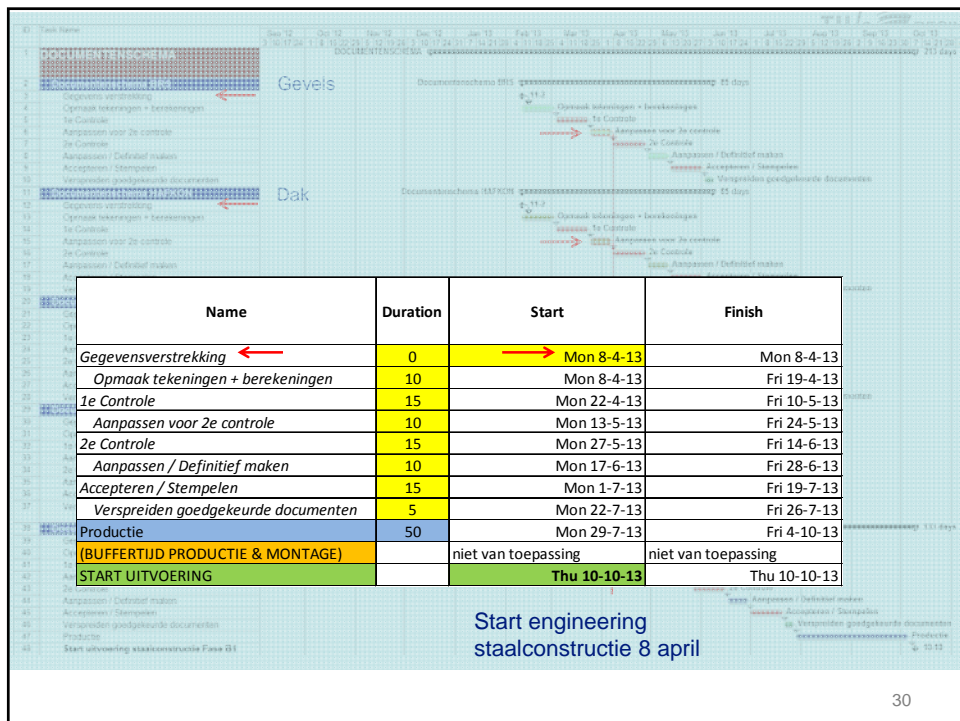
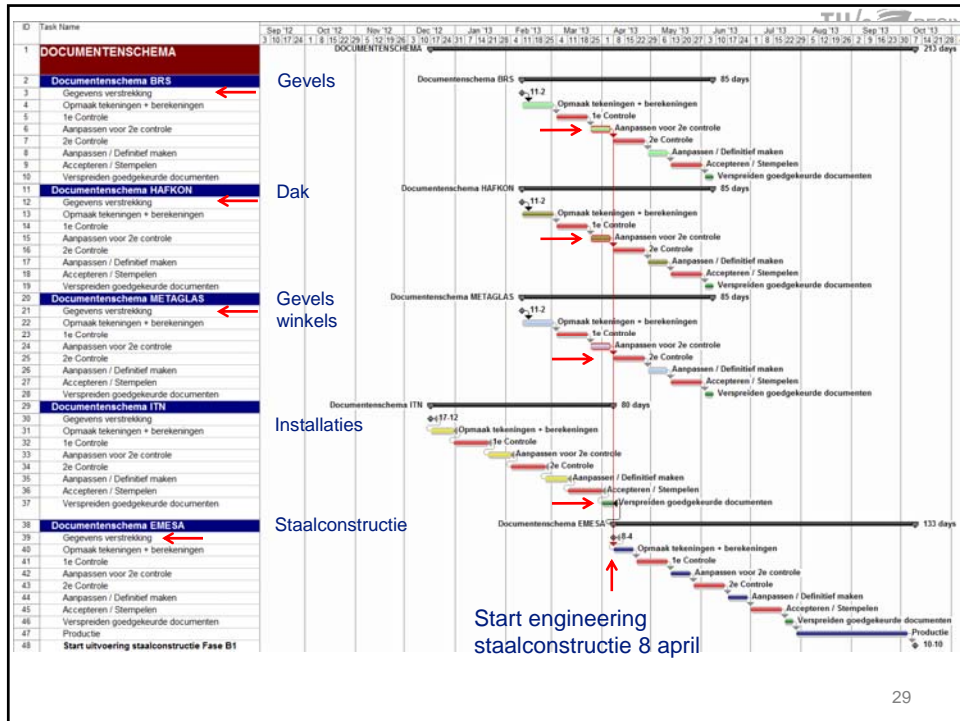
Verwerkingsmodule 1: Startdata per document/productgroep

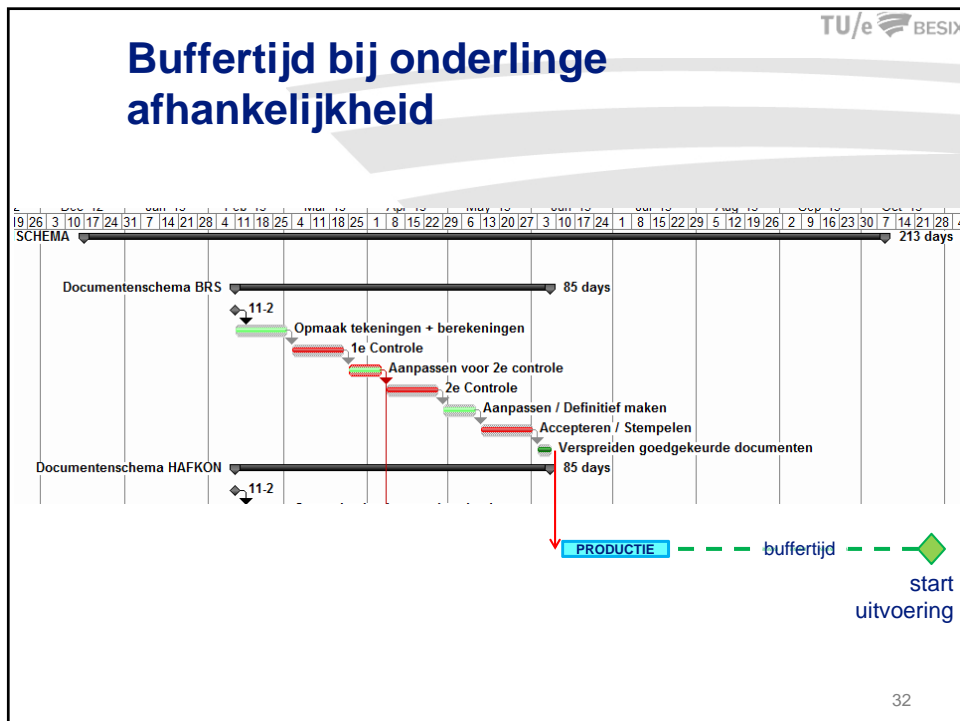
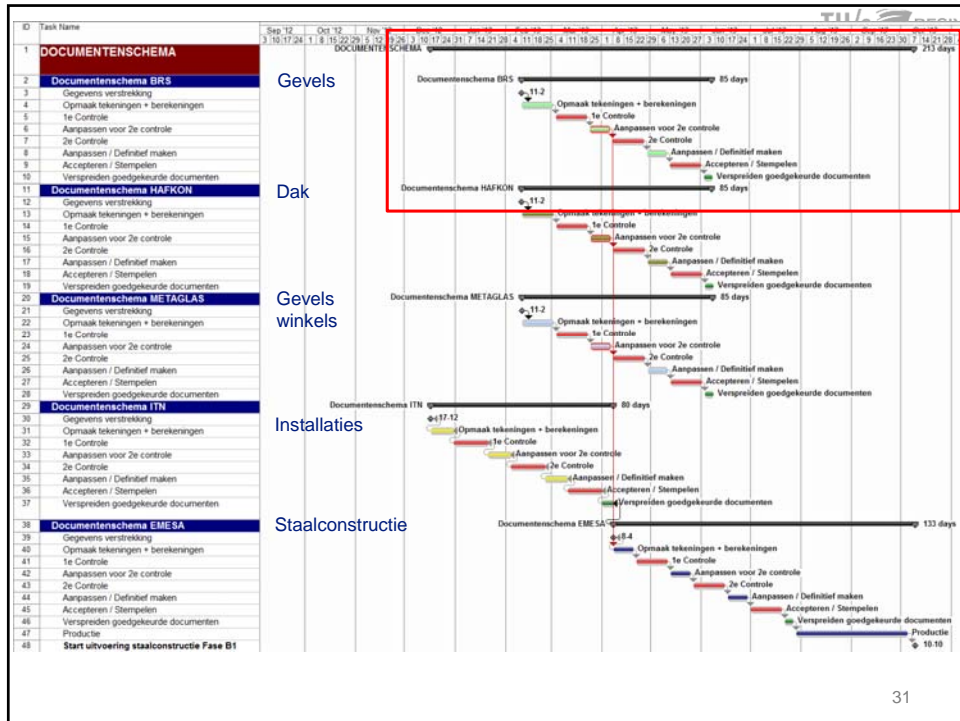
• *Uitvoer:* Gesorteerde lijst met documenten - Excel

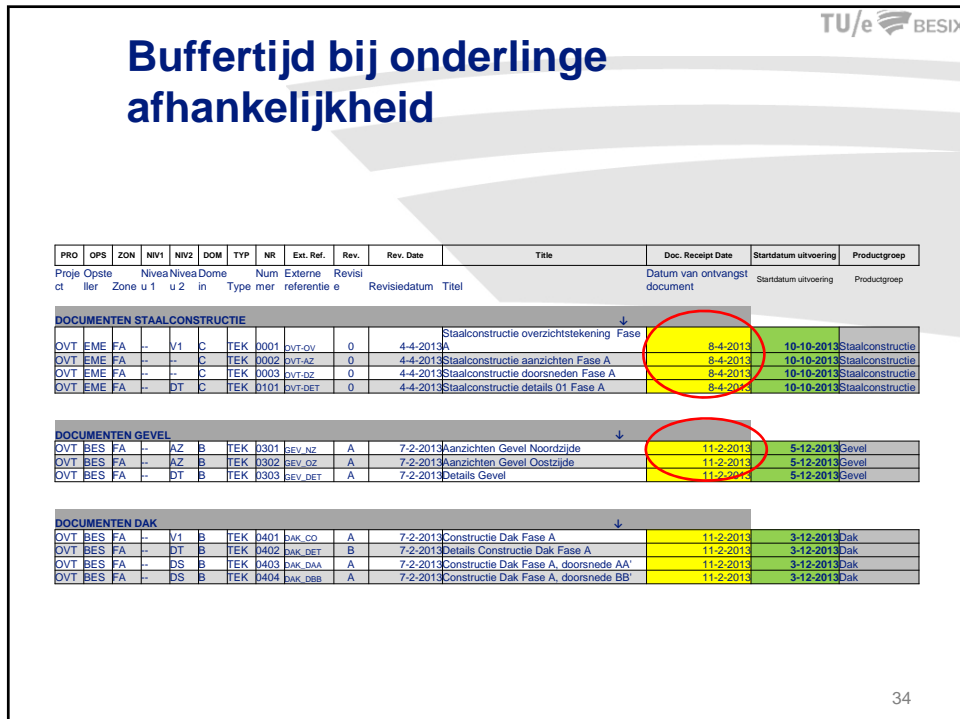
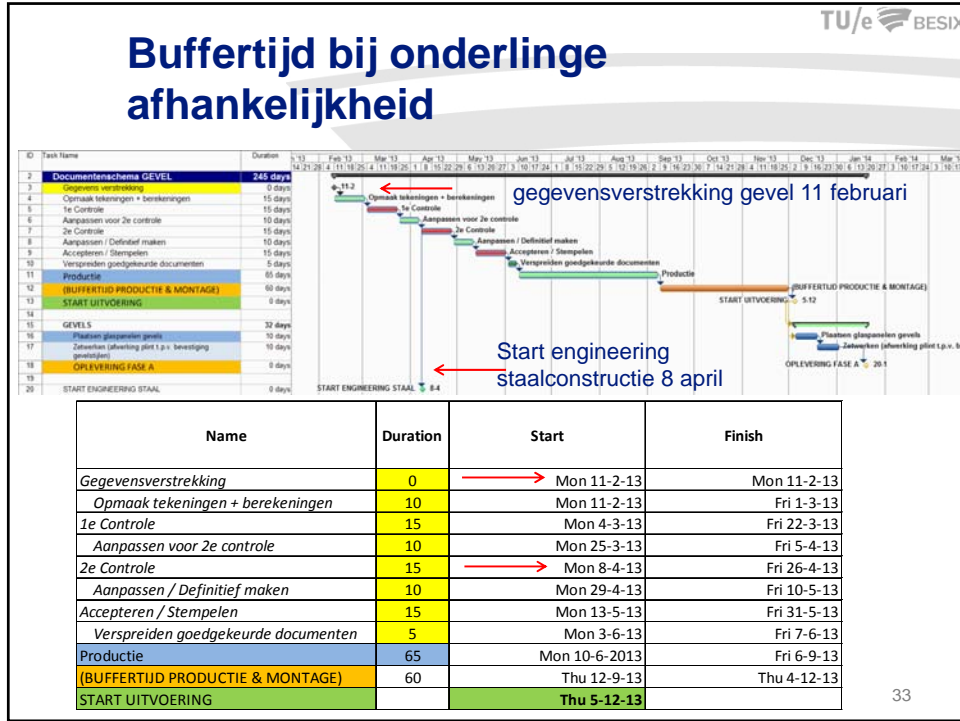
PRO	OPS	ZON	NV1	NV2	DOM	TYP	NR	Ext. Ref.	Rev.	Rev. Date	Title	Doc. Receipt Date	Startdatum uitvoering	Productgroep
Proje	Opste	Nivea	Nivea	Dome				Num	Externe	Revisi		Datum van ontvangst	Startdatum uitvoering	Productgroep
ct	ller	Zone	u 1	u 2	in	Type	mer	referentie	e	Revisiedatum	Titel	document	Startdatum uitvoering	Productgroep
DOCUMENTEN STAALCONSTRUCTIE														
OVT	EME	FA	--	V1	C	TEK	D001	DVT_OV	0	4-4-2013	Staalconstructie overzichtstekening Fase A	8-4-2013	10-10-2013	Staalconstructie
OVT	EME	FA	--		C	TEK	D002	DVT_AZ	0	4-4-2013	Staalconstructie aanzichten Fase A	8-4-2013	10-10-2013	Staalconstructie
OVT	EME	FA	--		C	TEK	D003	DVT_OZ	0	4-4-2013	Staalconstructie doorsneden Fase A	8-4-2013	10-10-2013	Staalconstructie
OVT	EME	FA	--	DT	C	TEK	D101	DVT_DET	0	4-4-2013	Staalconstructie details 01 Fase A	8-4-2013	10-10-2013	Staalconstructie
DOCUMENTEN GEVEL														
OVT	BES	FA	--	AZ	B	TEK	D301	SEV_NZ	A	7-2-2013	Aanzichten Gevel Noordzijde	11-2-2013	5-12-2013	Gevel
OVT	BES	FA	--	AZ	B	TEK	D302	SEV_OZ	A	7-2-2013	Aanzichten Gevel Oostzijde	11-2-2013	5-12-2013	Gevel
OVT	BES	FA	--	DT	B	TEK	D303	SEV_DET	A	7-2-2013	Details Gevel	11-2-2013	5-12-2013	Gevel
DOCUMENTEN DAK														
OVT	BES	FA	--	V1	B	TEK	D401	DAK_CO	A	7-2-2013	Constructie Dak Fase A	11-2-2013	3-12-2013	Dak
OVT	BES	FA	--	DT	B	TEK	D402	DAK_DET	B	7-2-2013	Details Constructie Dak Fase A	11-2-2013	3-12-2013	Dak
OVT	BES	FA	--	DS	B	TEK	D403	DAK_DAA	A	7-2-2013	Constructie Dak Fase A, doorsnede AA	11-2-2013	3-12-2013	Dak
OVT	BES	FA	--	DS	B	TEK	D404	DAK_DBB	A	7-2-2013	Constructie Dak Fase A, doorsnede BB	11-2-2013	3-12-2013	Dak

26









TU/e BESIX

Verwerkingsmodule 1: Koppeling documenten

- *Invoer:* Gegevensfasering per productgroep
- *Invoer:* Bouwplanning – MS Project
- *Uitvoer:* Bouwplanning met peildata gegevensfasering – MS Project

Name	Duration	Start	Finish
Gegevensvertrkking	0	Mon 9-4-13	Mon 9-4-13
Opmaak tekeningen + berekeningen	10	Mon 22-4-13	Mon 22-4-13
1e Controle	15	Mon 27-5-13	Mon 27-5-13
Aanpassen voor 2e controle	10	Mon 13-5-13	Mon 13-5-13
2e Controle	15	Mon 27-5-13	Mon 27-5-13
Aanpassen / Definitief maken	10	Mon 17-6-13	Mon 17-6-13
Accepteren / Stempelen	15	Mon 3-7-13	Mon 3-7-13
Verstreden goedgekeurde documenten	5	Mon 22-7-13	Mon 22-7-13
Productie	50	Mon 29-7-13	Mon 29-7-13
(BUFFERTIJD PRODUCTIE & MONTAGE)		niet van toepassing	niet van toepassing
START UITVOERING		Thu 10-10-13	Thu 10-10-13

Task Name	Duration	Start	Finish
1 Documentenschema Staalconstructie	205 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
2 Gegevens vertrkking	0 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
3 Opmaak tekeningen + berekeningen	10 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
4 1e Controle	15 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
5 Aanpassen voor 2e controle	10 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
6 2e Controle	15 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
7 Aanpassen / Definitief maken	10 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
8 Accepteren / Stempelen	15 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
9 Verstreden goedgekeurde documenten	5 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
10 Productie	50 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
11 (BUFFERTIJD PRODUCTIE & MONTAGE)		niet van toepassing	niet van toepassing
12 START UITVOERING	0 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
13 STAAL STRUCTUUR	72 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
14 Stalen windbalkconstructies	3 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
15 Stalen kolommen, hoofdbalken en gordingen	30 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
16 Stalen gootconstructie	5 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
17 Monteren stalen dakrand	5 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
18 Plaatzen elliptische kolomnegenveeltheden	3 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
19 OPLEVERING FASE A	0 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13

35

TU/e BESIX

Verwerkingsmodule 1: Koppeling documenten


- *Uitvoer:* Bouwplanning met peildata gegevensfasering – MS Project

ID	Task Name	Duration	Start	Finish
2	Documentenschema Staalconstructie	205 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
3	Gegevens vertrkking	0 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
4	Opmaak tekeningen + berekeningen	10 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
5	1e Controle	15 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
6	Aanpassen voor 2e controle	10 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
7	2e Controle	15 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
8	Aanpassen / Definitief maken	10 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
9	Accepteren / Stempelen	15 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
10	Verstreden goedgekeurde documenten	5 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
11	Productie	50 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
12	(BUFFERTIJD PRODUCTIE & MONTAGE)		niet van toepassing	niet van toepassing
13	START UITVOERING	0 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
14	STAAL STRUCTUUR	72 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
15	Stalen windbalkconstructies	3 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
16	Stalen kolommen, hoofdbalken en gordingen	30 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
17	Stalen gootconstructie	5 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
18	Monteren stalen dakrand	5 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
19	Plaatzen elliptische kolomnegenveeltheden	3 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13
20	OPLEVERING FASE A	0 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13

36

TU/e BESIX

Verwerkingsmodule 2: Bewaking vertraging documenten




Invoer

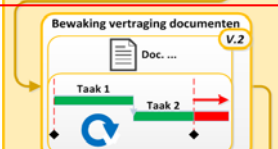
- Bouwplanning met peildata gegevensfasering - MS Project
- Gesorteerde lijst met documenten met startdatum werkzaamheden – MS Excel

VERWERKING


V.1



V.2



V.3



37

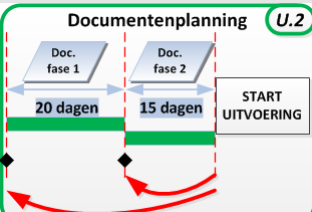
TU/e BESIX

Verwerkingsmodule 2: Bewaking vertraging documenten

Documenten U.1

Doc. A	GEPLANDE STARTDATUM .././....	VOORSPRONG/ OP SCHEMA / ACHTERSTAND
Doc. ...	GEPLANDE STARTDATUM .././....	VOORSPRONG/ OP SCHEMA / ACHTERSTAND

Documentenplanning U.2

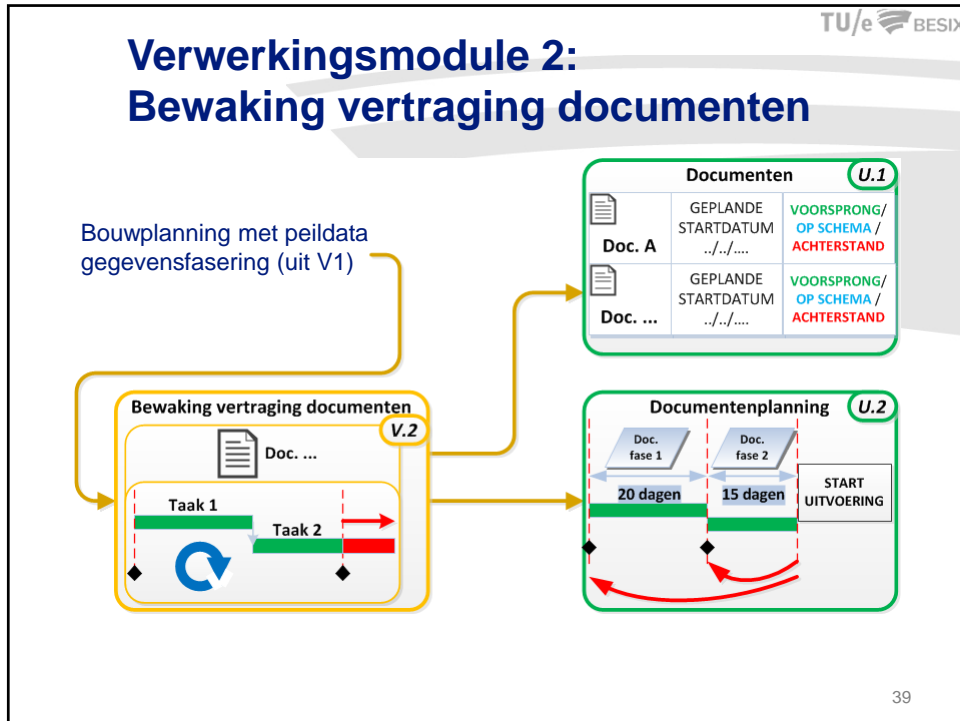



Uitvoer

- Gegevensfasering per productgroep, bijgewerkt aan de hand van voortgang - Excel
- Bouwplanning per productgroep, bijgewerkt aan de hand van voortgang – MS Project
- Terugkoppeling van vertraging gegevensfasering op documentenlijst - Excel

38

19



TU/e  BESIX

Verwerkingsmodule 2: Bewaking vertraging documenten

Planningsoverleg: formaat voortgangsbewaking

- welke productgroep
- welke engineerings- of uitvoeringsactiviteit?
- grootte van vertraging?
- gevolgen vertraging op andere activiteiten?
- mijlpalen vertraagd?

41

TU/e  BESIX

Verwerkingsmodule 2: Bewaking vertraging documenten

Voortgangsbewaking:

- Tijdens uitvoering
- Maar ook tijdens voorbereiding van bouwfasen!
- Voortgang documentenfasering bewaken

42

TU/e BESIX

Verwerkingsmodule 2: Bewaking vertraging documenten

- *Invoer:* Bouwplanning met peildata gegevensfasering - MS

Project

ID	Task Name	Duration
2	Documentenschema GEVEL	245 days
3	Gegevens versterking	0 days
4	Opmaak tekeningen + berekeningen	15 days
5	1e Controle	15 days
6	Aanpassen voor 2e controle	10 days
7	2e Controle	15 days
8	Aanpassen / Definitief maken	10 days
9	Accepteren / Stempelen	15 days
10	Verstreden goedgekeurde documenten	5 days
11	Productie	65 days
12	(BUFFER TIJD PRODUCTIE & MONTAGE)	0 days
13	START UITVOERING	0 days
14	GEVELS	32 days
16	Plaatzen glaswerven gevels	10 days
17	Zetwijken (aankleding p.l.p.v. b)	10 days
18	OPLEVERING FASE A	0 days
19	START ENGINEERING STAAL	0 days

Start engineering
staalconstructie 8 april

43

TU/e BESIX

Verwerkingsmodule 2: Bewaking vertraging documenten

- *Invoer:* Bouwplanning met peildata gegevensfasering - MS

Project

Start engineering
staalconstructie 8 april

ID	Task Name	Duration
2	Documentenschema Staalconstructie	205 days
3	Gegevens versterking	0 days
4	Opmaak tekeningen + berekeningen	10 days
5	1e Controle	15 days
6	Aanpassen voor 2e controle	10 days
7	2e Controle	15 days
8	Aanpassen / Definitief maken	10 days
9	Accepteren / Stempelen	15 days
10	Verstreden goedgekeurde documenten	5 days
11	Productie	50 days
12	(BUFFER TIJD PRODUCTIE & MONTAGE)	0 days
13	START UITVOERING	0 days
14	STAAL STRUCTUUR	72 days
16	Stalen windbalkconstructies	3 days
17	Stalen kolommen, hoofdbalken en gordingen	30 days
18	Stalen gootconstructie	5 days
19	Monteren stalen dakrand	5 days
20	Plaatzen elliptische kolommen/geveelwijken	3 days
21	OPLEVERING FASE A	0 days

Oplevering fase A
20 januari

44

TU/e BESIX

Verwerkingsmodule 2: Bewaking vertraging documenten

- Situatie: Documenten Gevels worden 2 WEKEN / 10 WERKDAGEN later verstrekt

45

TU/e BESIX

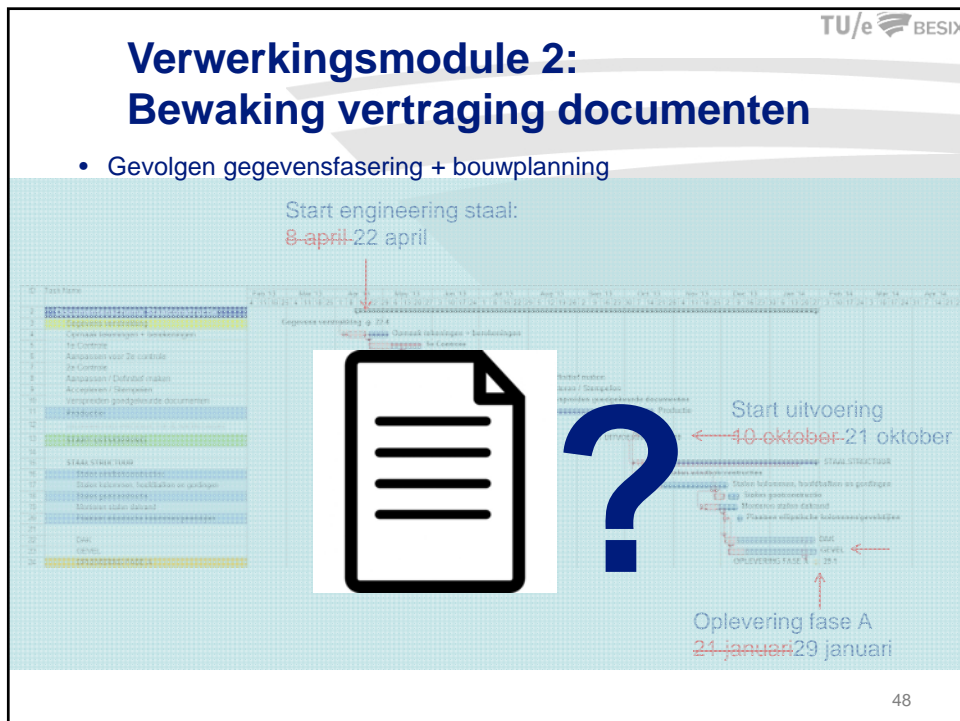
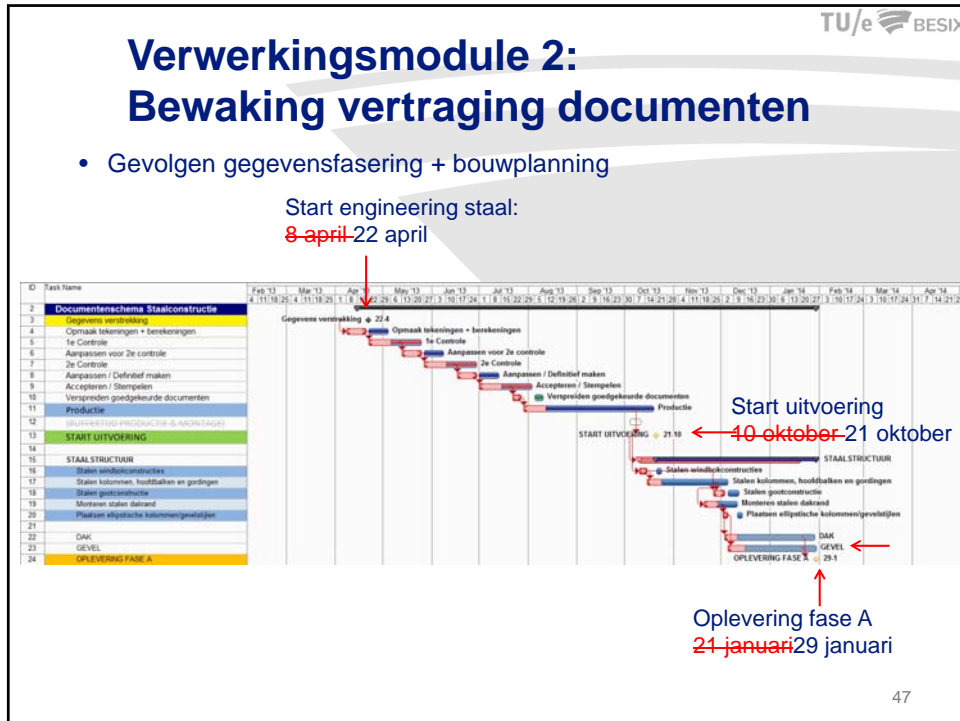
Verwerkingsmodule 2: Bewaking vertraging documenten

- Gevolgen gegevensfasering

Gegevensverstrekking
10 werkdagen later

Start engineering staal:
~~8 april~~ 22 april

46



TU/e BESIX

Verwerkingsmodule 2: Bewaking vertraging documenten

- Terugkoppeling naar documenten


PRO	OPS	ZON	NIV1	NIV2	DOM	TYP	NR	Ext. Ref.	Rev.	Rev. Date	Title	Doc. Receipt Date	Startdatum uitvoering	Productgroep
Proje	Opst	Nivea	Nivea	Dome	Num	Externe	Revisi					Datum van ontvangst	Startdatum uitvoering	Productgroep
ct	ller	Zone u	1	u 2	in	Type	mer	referentie	e	Revisiedatum	Titel	document		
DOCUMENTEN STAALCONSTRUCTIE														
OVT	EME	FA	--	V1	C	TEK	D001	DVT_OV	0	4-4-2013	Staalconstructie overzichtstekening Fase A	8-4-2013	10-10-2013	Staalconstructie
OVT	EME	FA	--	--	C	TEK	D002	DVT_AZ	0	4-4-2013	Staalconstructie aanzichten Fase A	8-4-2013	10-10-2013	Staalconstructie
OVT	EME	FA	--	--	C	TEK	D003	DVT_OZ	0	4-4-2013	Staalconstructie doorsneden Fase A	8-4-2013	10-10-2013	Staalconstructie
OVT	EME	FA	--	DT	C	TEK	D101	DVT_DET	0	4-4-2013	Staalconstructie details 01 Fase A	8-4-2013	10-10-2013	Staalconstructie
DOCUMENTEN GEVEL														
OVT	BES	FA	--	AZ	B	TEK	D301	SEV_NZ	A	7-2-2013	Aanzichten Gevel Noordzijde	11-2-2013	5-12-2013	Gevel
OVT	BES	FA	--	AZ	B	TEK	D302	SEV_OZ	A	7-2-2013	Aanzichten Gevel Oostzijde	11-2-2013	5-12-2013	Gevel
OVT	BES	FA	--	DT	B	TEK	D303	SEV_DET	A	7-2-2013	Details Gevel	11-2-2013	5-12-2013	Gevel
DOCUMENTEN DAK														
OVT	BES	FA	--	V1	B	TEK	D401	DAK_CO	A	7-2-2013	Constructie Dak Fase A	11-2-2013	3-12-2013	Dak
OVT	BES	FA	--	DT	B	TEK	D402	DAK_DET	B	7-2-2013	Details Constructie Dak Fase A	11-2-2013	3-12-2013	Dak
OVT	BES	FA	--	DS	B	TEK	D403	DAK_DAA	A	7-2-2013	Constructie Dak Fase A, doorsnede AA	11-2-2013	3-12-2013	Dak
OVT	BES	FA	--	DS	B	TEK	D404	DAK_DBB	A	7-2-2013	Constructie Dak Fase A, doorsnede BB	11-2-2013	3-12-2013	Dak

49

TU/e BESIX

Verwerkingsmodule 2: Bewaking vertraging documenten

- Invoer: Gesorteerde lijst met documenten - Excel



PRO	OPS	ZON	NIV1	NIV2	DOM	TYP	NR	Ext. Ref.	Rev.	Rev. Date	Title	Doc. Receipt Date	Startdatum uitvoering	Productgroep
Proje	Opst	Nivea	Nivea	Dome	Num	Externe	Revisi					Datum van ontvangst	Startdatum uitvoering	Productgroep
ct	ller	Zone u	1	u 2	in	Type	mer	referentie	e	Revisiedatum	Titel	document		
DOCUMENTEN STAALCONSTRUCTIE														
OVT	EME	FA	--	V1	C	TEK	D001	DVT_OV	0	4-4-2013	Staalconstructie overzichtstekening Fase A	22-04-2013	21-10-2013	Staalconstructie
OVT	EME	FA	--	--	C	TEK	D002	DVT_AZ	0	4-4-2013	Staalconstructie aanzichten Fase A	22-04-2013	21-10-2013	Staalconstructie
OVT	EME	FA	--	--	C	TEK	D003	DVT_OZ	0	4-4-2013	Staalconstructie doorsneden Fase A	22-04-2013	21-10-2013	Staalconstructie
OVT	EME	FA	--	DT	C	TEK	D101	DVT_DET	0	4-4-2013	Staalconstructie details 01 Fase A	22-04-2013	21-10-2013	Staalconstructie
DOCUMENTEN GEVEL														
OVT	BES	FA	--	AZ	B	TEK	D301	SEV_NZ	A	7-2-2013	Aanzichten Gevel Noordzijde	25-2-2013	5-12-2013	Gevel
OVT	BES	FA	--	AZ	B	TEK	D302	SEV_OZ	A	7-2-2013	Aanzichten Gevel Oostzijde	25-2-2013	5-12-2013	Gevel
OVT	BES	FA	--	DT	B	TEK	D303	SEV_DET	A	7-2-2013	Details Gevel	25-2-2013	5-12-2013	Gevel
DOCUMENTEN DAK														
OVT	BES	FA	--	V1	B	TEK	D401	DAK_CO	A	7-2-2013	Constructie Dak Fase A	11-2-2013	3-12-2013	Dak
OVT	BES	FA	--	DT	B	TEK	D402	DAK_DET	B	7-2-2013	Details Constructie Dak Fase A	11-2-2013	3-12-2013	Dak
OVT	BES	FA	--	DS	B	TEK	D403	DAK_DAA	A	7-2-2013	Constructie Dak Fase A, doorsnede AA	11-2-2013	3-12-2013	Dak
OVT	BES	FA	--	DS	B	TEK	D404	DAK_DBB	A	7-2-2013	Constructie Dak Fase A, doorsnede BB	11-2-2013	3-12-2013	Dak

Gegevensverstrekking 10 werkdagen later Buffertijd: geen vertraging

50

Verwerkingsmodule 2: Bewaking vertraging documenten

TU/e BESIX

DOCUMENTEN GEVEL

PRO	OPS	ZON	NIV1	NIV2	DOM	TYP	NR	Ext. Ref.	Rev.	Rev. Date	Title	Doc. Receipt Date	Startdatum uitvoering	Productgroep
Proje	Opste	Nivea	Nivea	Dome			Num	Externe	Revisi			Datum van ontvangst	Startdatum uitvoering	Productgroep
ct	ller	Zone u1	u2	in	Type	mer	referentie	e	Revisiedatum	Titel		document	Startdatum uitvoering	Productgroep
DOCUMENTEN GEVEL														
OVT	BES	FA	-	AZ	B	TEK	0301	SEV_NZ	A	7-2-2013	Aanzichten Gevel Noordzijde	25-2-2013	5-12-2013	Gevel
OVT	BES	FA	-	AZ	B	TEK	0302	SEV_OZ	A	7-2-2013	Aanzichten Gevel Oostzijde	25-2-2013	5-12-2013	Gevel
OVT	BES	FA	-	DT	B	TEK	0303	SEV_DET	A	7-2-2013	Details Gevel	25-2-2013	5-12-2013	Gevel

PLANNING GEVEL

51

Verwerkingsmodule 2: Bewaking vertraging documenten

TU/e BESIX

DOCUMENTEN STAALCONSTRUCTIE

PRO	OPS	ZON	NIV1	NIV2	DOM	TYP	NR	Ext. Ref.	Rev.	Rev. Date	Title	Doc. Receipt Date	Startdatum uitvoering	Productgroep
Proje	Opste	Nivea	Nivea	Dome			Num	Externe	Revisi			Datum van ontvangst	Startdatum uitvoering	Productgroep
ct	ller	Zone u1	u2	in	Type	mer	referentie	e	Revisiedatum	Titel		document	Startdatum uitvoering	Productgroep
DOCUMENTEN STAALCONSTRUCTIE														
OVT	EME	FA	-	V1	C	TEK	0001	OVT-OV	0	4-4-2013	Staalconstructie overzichtstekening Fase A	22-4-2013	21-10-2013	Staalconstructie
OVT	EME	FA	-	-	C	TEK	0002	OVT-AZ	0	4-4-2013	Staalconstructie aanzichten Fase A	22-4-2013	21-10-2013	Staalconstructie
OVT	EME	FA	-	-	C	TEK	0003	OVT-DZ	0	4-4-2013	Staalconstructie doorsneden Fase A	22-4-2013	21-10-2013	Staalconstructie
OVT	EME	FA	-	DT	C	TEK	0101	OVT-DET	0	4-4-2013	Staalconstructie details 01 Fase A	22-4-2013	21-10-2013	Staalconstructie

GEGEVENSFASERING STAAL

Name	Duration	Start	Finish
Gegevensverstrekking	0	Mon 22-4-13	Mon 22-4-13
Opmaak tekeningen + berekeningen	10	Mon 22-4-13	Fri 3-5-13
1e Controle	15	Mon 6-5-13	Fri 24-5-13
Aanpassen voor 2e controle	10	Mon 27-5-13	Fri 7-6-13
2e Controle	15	Mon 10-6-13	Fri 28-6-13
Aanpassen / Definitief maken	10	Mon 1-7-13	Fri 12-7-13
Accepteren / Stempelen	15	Mon 15-7-13	Fri 2-8-13
Verspreiden goedgekeurde documenten	5	Mon 5-8-13	Fri 9-8-13
Productie	50	Mon 12-8-13	Fri 18-10-13
(BUFFERTIJD PRODUCTIE & MONTAGE)		niet van toepassing	niet van toepassing
START UITVOERING		Mon 21-10-13	Mon 21-10-13

52

Verwerkingsmodule 2: Bewaking vertraging documenten

TU/e BESIX

DOCUMENTEN STAALCONSTRUCTIE

PRO	OPS	ZON	NIV1	NIV2	DOM	TYP	NR	Ext. Ref.	Rev.	Rev. Date	Title	Doc. Receipt Date	Startdatum uitvoering	Productgroep
Proje	Opste	Nivea	Nivea	Dome				Num	Externe	Revisi		Datum van ontvangst	Startdatum uitvoering	Productgroep
ct	ller	Zone	u 1	u 2				Type	mer	referentie	e	document		

DOCUMENTEN STAALCONSTRUCTIE														
DVT	EME	FA	--	V1	C	TEK	0001	DVT-OV	0	4-4-2013	Staalconstructie overzichtstekening Fase	22-4-2013	21-10-2013	Staalconstructie
DVT	EME	FA	--	--	C	TEK	0002	DVT-AZ	0	4-4-2013	Staalconstructie aanzichten Fase A	22-4-2013	21-10-2013	Staalconstructie
DVT	EME	FA	--	--	C	TEK	0003	DVT-DZ	0	4-4-2013	Staalconstructie doorsneden Fase A	22-4-2013	21-10-2013	Staalconstructie
DVT	EME	FA	--	DT	C	TEK	0101	DVT-DET	0	4-4-2013	Staalconstructie details 01 Fase A	22-4-2013	21-10-2013	Staalconstructie

PLANNING STAAL

ID	Task Name	Feb 13	Mar 13	Apr 13	May 13	Jun 13	Jul 13	Aug 13	Sep 13	Oct 13	Nov 13	Dec 13	Jan 14	Feb 14	Mar 14	Apr 14
2	Documentenschema Staalconstructie															
3	Gegevens verzameling															
4	Opmaken tekeningen + besprekingen															
5	1e Controle															
6	Aanpassen voor 2e controle															
7	2e Controle															
8	Aanpassen / Definitief maken															
9	Accepteren / Stempelen															
10	Verspreiden goedgekeurde documenten															
11	Productie															
12	OPLEVERING PRODUCTIE & AANFASSE															
13	START UITVOERING															
14	STAALSTRUCTUUR															
15	Stalen steelvloerconstructies															
16	Stalen kolommen, knooppunten en gordingen															
17	Stalen gevelconstructie															
18	Monteren stalen dakrand															
19	Plaatsen afsluitende kolommen/gevels															
20	DAK															
21	GEVEL															
22	OPLEVERING FASE A															

53

Verwerkingsmodule 3: Bewaking kosten vertraging

TU/e BESIX



Bewaking kosten vertraging

€ .../dag + V.3

€ ... bij overschrijding datum



Invoer

- Vertraging van bouwplanning
- Gegevens kosten:
 - Tijdsgebonden kosten van vertraagde activiteiten
 - Boeteclausules die van toepassing zijn (bestek)

54

TU/e BESIX

Verwerkingsmodule 3: Bewaking kosten vertraging

Uitvoer

- Overzicht kosten:
- Tijdsgebonden kosten van vertraging
- Kosten van boeteclausules voor het niet behalen van een mijlpaal

Kostenuitvoer U.3

Tijdsgebonden kosten	€ TOTAAL
Kosten boeteclausule voor niet halen mijlpaal	€ TOTAAL

55

TU/e BESIX

Verwerkingsmodule 3: Bewaking kosten vertraging

Vertraging van bouwplanning
(uit V2)

Kosteninvoer I.4

€ .../dag +
€ ... bij overschrijding datum

→

Bewaking kosten vertraging
€ .../dag +
€ ... bij overschrijding datum V.3

Taak 1

Taak 2

→

Kostenuitvoer U.3

Tijdsgebonden kosten	€ TOTAAL
Kosten boeteclausule voor niet halen mijlpaal	€ TOTAAL

56

TU/e BESIX

Verwerkingsmodule 3: Bewaking kosten vertraging

Formaat kosten

- Tijdsgebonden kosten
 - Directe kosten + % ABK
- Boeteclausules

Kostenuitvoer U.3

Tijdsgebonden kosten	€ TOTAAL
Kosten boeteclausule voor niet halen mijlpaal	€ TOTAAL

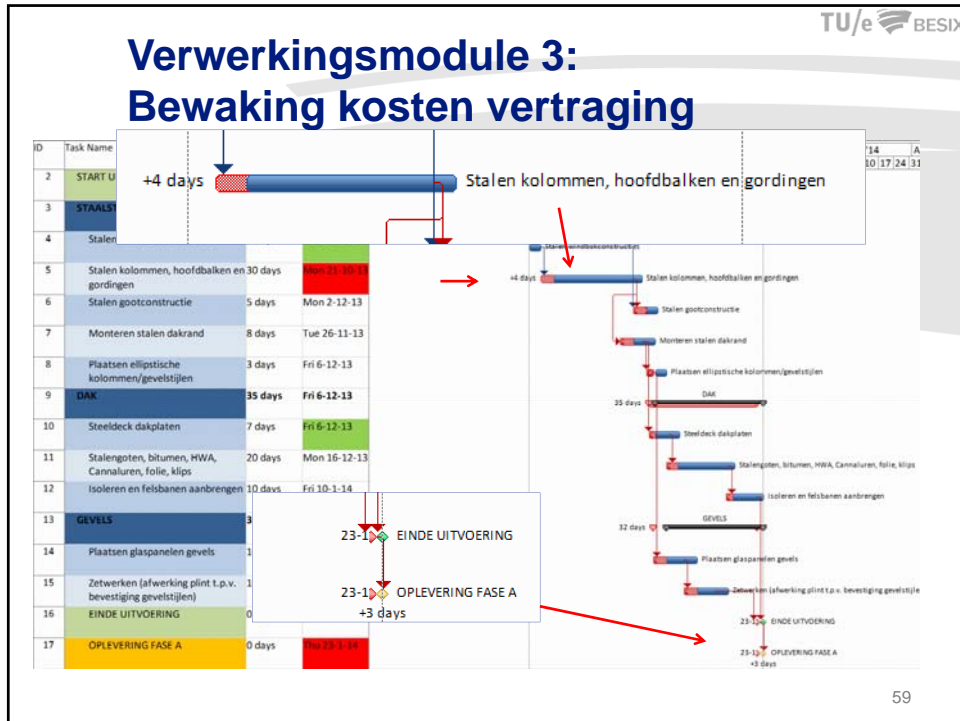
57

TU/e BESIX

Verwerkingsmodule 3: Bewaking kosten vertraging

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Sep '13	Oct '13	Nov '13	Dec '13	Jan '14	Feb '14	Mar '14	Apr
2	START UITVOERING	0 days	Thu 10-10-13	Thu 10-10-13								
3	STAALSTRUCTUUR	40 days	Thu 10-10-13	Wed 4-12-13								
4	Stalen windbalkconstructies	3 days	Thu 10-10-13	Mon 14-10-13								
5	Stalen kolommen, hoofdbalken en gordingen	30 days	Tue 15-10-13	Mon 25-11-13								
6	Stalen gootconstructie	5 days	Tue 26-11-13	Mon 2-12-13								
7	Monteren stalen dakrand	8 days	Wed 20-11-13	Fri 29-11-13								
8	Plaatsen ellipstische kolommen/gevelstijlen	3 days	Mon 2-12-13	Wed 4-12-13								
9	DAK	35 days	Tue 3-12-13	Mon 20-1-14								
10	Staaldeck dakplaten	7 days	Tue 3-12-13	Wed 11-12-13								
11	Stalengoten, bitumen, HWA, Cannaluren, folie, klips	20 days	Wed 11-12-13	Tue 7-1-14								
12	Isoleren en felsbanen aanbrengen	10 days	Tue 7-1-14	Mon 20-1-14								
13	GEVELS	33 days	Thu 5-12-13	Mon 20-1-14								
14	Plaatsen glaspanelen gevels	10 days	Thu 5-12-13	Wed 18-12-13								
15	Zetwerken (afwerking plint t.p.v. bevestiging gevelstijlen)	10 days	Thu 19-12-13	Wed 1-1-14								
16	EINDE UITVOERING	0 days	Mon 20-1-14	Mon 20-1-14								
17	OPLEVERING FASE A	0 days	Mon 20-1-14	Mon 20-1-14								

58

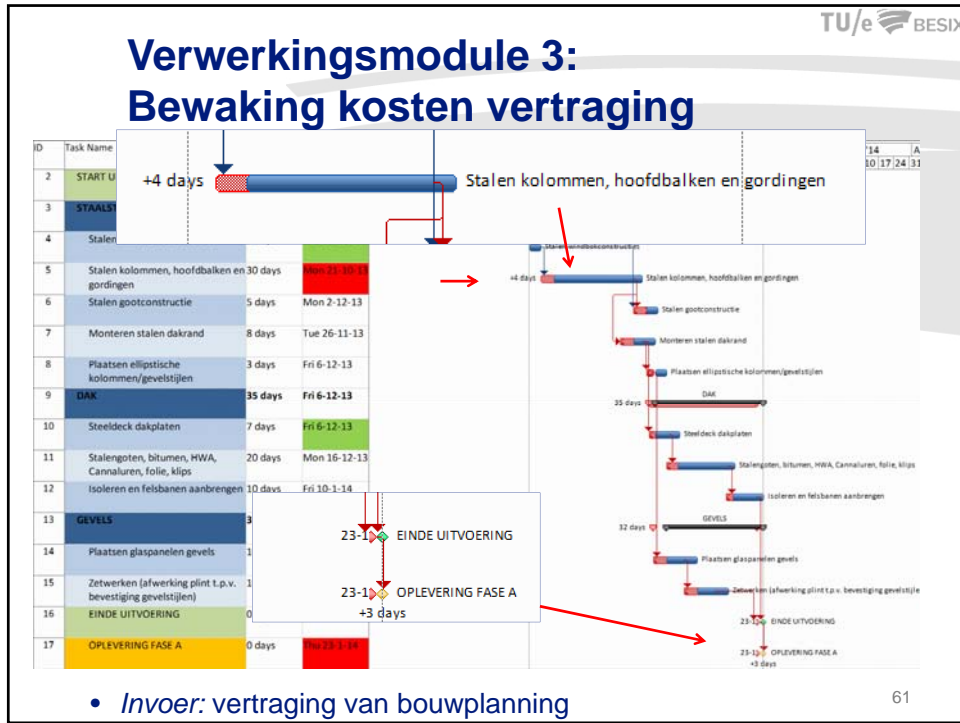


Verwerkingsmodule 3: Bewaking kosten vertraging

TIJDGEBONDEN KOSTEN VAN VERTRAGING								
vertraagde uitvoeringsactiviteit (per productgroep)	aantal werkdagen vertraging	Geplande startdatum / geplande einddatum	Werkelijke startdatum / werkelijke einddatum	bepalen kosten per werkdag vertraging			% x subtotaal directe kosten	
				afwijking in directe kosten (in €)				
				Materiaal	Arbeid	Materieel		Onderaanneming
STAALSTRUCTUUR		start						
Stalen kolommen, hoofdbalken gordingen	4 dagen	15-10-2013	21-10-2013	€ 0,00	€ 400,00	€ 300,00	€ 1.522,22	12,5%
		einde						
		25-11-2013	29-11-2013					
				SUBTOTAAL DIRECTE KOSTEN		€ 2.222,22	€ 277,78	
				SUBTOTAAL PER WERKDAG VERTRAGING		€ 2.500,00	€ 2.500,00	
				TIJDGEBONDEN KOSTEN TOTAAL		€ 10.000	€ 10.000	

60

- *Invoer:* vertraging van bouwplanning
- *Invoer:* Tijdsgebonden kosten van vertraagde activiteiten
- *Uitvoer:* Tijdsgebonden kosten van vertraging



Verwerkingsmodule 3: Bewaking kosten vertraging

BOETECLAUSULES ALS GEVOLG VAN VERTRAGING						
Overschreden mijlpaal	aantal kalenderdagen vertraging	Geplande opleverings datum	Werkelijke opleverings datum	Boetebeding		Aaneemsom
				Vast bedrag bij overschrijding	Bedrag afhankelijk van het aantal kalenderdagen	
				in €	in % van de aanneemsom	
Oplevering Fase A	3 dagen	20-1-2014	23-1-2014	€ 50.000	0,62%	€ 81.000.000
BOETECLAUSULES KOSTEN TOTAAL						€ 50.000

- Invoer:* vertraging van bouwplanning – niet behaalde mijlpaal
- Invoer:* Boeteclausules die van toepassing zijn (bestek)
- Uitvoer:* Kosten boeteclausules

TU/e BESIX

Verwerkingsmodule 3: Bewaking kosten vertraging Resultaten - Uitvoer

[-] [📄] [X]

TIJDGEBONDEN KOSTEN VAN VERTRAGING									
vertraagde uitvoeringsactiviteit in bouwplanning (per productgroep)	aantal werkdagen vertraging	Geplande startdatum / geplande einddatum	Werkelijke startdatum / werkelijke einddatum	bepalen kosten per werkdag vertraging				opslag % ASK over directe kosten (alleen aandeel tijdgebonden kosten)	
				afwijking in directe kosten (in €)					
				Materiaal	Achheid	Materieel	Onderaansluiting		
STAALSTRUCTUUR				start				% x subtotale directe kosten	
Stalen kolommen, hoofdbalken gordingen	4 dagen	15-10-2013 25-11-2013	21-10-2013 29-11-2013	€ 0,00	€ 400,00	€ 300,00	€ 1.522,22	12,5%	
einde				SUBTOTAAL DIRECTE KOSTEN				€ 2.222,22	€ 277,78
einde				SUBTOTAAL PER WERKDAG VERTRAGING				€ 2.500,00	
einde				TIJDGEBONDEN KOSTEN TOTAAL				€ 10.000	

BOETECLAUSULES ALS GEVOLG VAN VERTRAGING									
Overschreden mijlpaal	aantal werkdagen vertraging	Geplande opleveringsdatum	Werkelijke opleveringsdatum	Boetebeding			Aanneemsom		
				Vast bedrag bij overschrijding		Bedrag afhankelijk van het aantal kalenderdagen			
				in €	in % van de aanneemsom			in €	in % van de aanneemsom
Oplevering Fase A	3 dagen	20-1-2014	25-1-2014	€ 50.000	0,62%		€ 81.000,00		
BOETECLAUSULES KOSTEN TOTAAL				€ 50.000					

63

TU/e BESIX

Verwerkingsmodule 3: Bewaking kosten vertraging Resultaten - Uitvoer

[-] [📄] [X]

TIJDGEBONDEN KOSTEN VAN VERTRAGING									
vertraagde uitvoeringsactiviteit in bouwplanning (per productgroep)	aantal werkdagen vertraging	Geplande startdatum / geplande einddatum	Werkelijke startdatum / werkelijke einddatum	bepalen kosten per werkdag vertraging				opslag % ASK over directe kosten (alleen aandeel tijdgebonden kosten)	
				afwijking in directe kosten (in €)					
				Materiaal	Achheid	Materieel	Onderaansluiting		
STAALSTRUCTUUR				start				% x subtotale directe kosten	
Stalen kolommen, hoofdbalken gordingen	4 dagen	15-10-2013 25-11-2013	21-10-2013 29-11-2013	€ 0,00	€ 400,00	€ 300,00	€ 1.522,22	12,5%	
einde				SUBTOTAAL DIRECTE KOSTEN				€ 2.222,22	€ 277,78
einde				SUBTOTAAL PER WERKDAG VERTRAGING				€ 2.500,00	
einde				TIJDGEBONDEN KOSTEN TOTAAL				€ 10.000	

BOETECLAUSULES ALS GEVOLG VAN VERTRAGING									
Overschreden mijlpaal	aantal werkdagen vertraging	Geplande opleveringsdatum	Werkelijke opleveringsdatum	Boetebeding			Aanneemsom		
				Vast bedrag bij overschrijding		Bedrag afhankelijk van het aantal kalenderdagen			
				in €	in % van de aanneemsom			in €	in % van de aanneemsom
Oplevering Fase A	3 dagen	20-1-2014	25-1-2014	€ 50.000	0,62%		€ 81.000,00		
BOETECLAUSULES KOSTEN TOTAAL				€ 50.000					

TIJDGEBONDEN KOSTEN TOTAAL € 10.000

BOETECLAUSULES KOSTEN TOTAAL € 50.000

TOTALE KOSTEN DOOR VERTRAGING € 60.000

64

Bijlage M - Tijdsonderbouwing vergelijking bestaande en nieuwe proces

De tijdsonderbouwing is gebaseerd op de stappen uit het SADT-schema en de daarbij behorende BPMN-schema's welke de processtappen weergeven. Voor elke stap in het schema is ingeschat hoeveel tijd de documentenbeheerder, planner, projectleider of werkvoorbereider zou besteden aan het gebruik van het hulpmiddel. Dit is uitgedrukt in een aantal minuten, welke is omgerekend naar een aantal uren. Het totaal aantal uren wordt bij elkaar opgeteld. Ook de tijdsbesteding van het bestaande proces is ingeschat.

Een aantal van de processtappen die in met het hulpmiddel worden uitgevoerd, zouden ook (gedeeltelijk) zijn uitgevoerd in het bestaande proces. Dit wordt door middel van een blauwe of oranje opvulling cel aangegeven. Blauw betekend hierbij dat de stap ook in het bestaande proces voorkomt, bij een oranje cel opvulling is dat gedeeltelijk zo.

Bij het doorlopen van alle processtappen van het hulpmiddel wordt ongeveer 99 uur besteed, ten opzichte van een tijdsbesteding van 89 uur bij het bestaande proces. Voor elke keer dat de voortgang wordt bijgewerkt, zullen de processtappen van BPMN-schema's 4.1, 4.2 en 4.3 worden doorlopen, welke de verwerkingsmodule 2 beschrijving. Voor elk meetmoment, waarop de voortgangsbewaking wordt bijgewerkt zal de tijdsbesteding hiervan ongeveer 3 uur zijn, ten opzichte van 1 uur bij het bestaande proces.

TIJDSONDERBOUWING VAN NIEUWE METHODE

tijd in minuten	INVOER 1	INVOER 2	INVOER 3	INVOER 4	totaal (min)	totaal IN UREN	verschil met bestaand
Documentenbeheer	15				15	0,25	0,25
Planning		1440	120	1470	3030	50,50	0,50
Projectleiding	5	120	120	1090	1335	22,25	2,42
Werkvoorbereiding	30	960	30		1020	17,00	0,50
	50	2520	270	2560		90,00	3,67

VERWERKING 1							
tijd in minuten	BPMN 3.1	BPMN 3.2	BPMN 3.3	BPMN 3.4	totaal	IN UREN	verschil met bestaand proces
Documentenbeheer	60	45			105	1,75	1,75
Planning			15		15	0,25	0,25
Projectleiding		15		60	75	1,25	1,25
Werkvoorbereiding	45				45	0,75	0,00
	105	60	15	60		4,00	3,25

VERWERKING 2			
tijd in minuten	BPMN 4.1	BPMN 4.2	BPMN 4.3
Documentenbeheer		20	
Planning	60	25	20
Projectleiding		20	
Werkvoorbereiding	20	20	
	80	85	20

repeterende activiteit (afhankelijk van aantal keren dat voortgangsbewaking plaatsvindt

totaal (min)	IN UREN	verschil met bestaand proces
20	0,33	0,33
105	1,75	0,42
20	0,33	0,00
40	0,67	0,33
	3,08	1,08

VERWERKING 3			
tijd in minuten	BPMN 4.4	BPMN 4.5	BPMN 4.6
Documentenbeheer	20	30	
Planning			
Projectleiding	15		
Werkvoorbereiding			
	35	30	



totaal (min)	IN UREN	verschil met bestaand proces
50	0,83	0,83
0	0,00	0,00
15	0,25	0,25
0	0,00	0,00
	1,08	1,08

tijd in minuten	UITVOER 1	UITVOER 2	UITVOER 3
Documentenbeheer	15	5	
Planning		10	
Projectleiding			
Werkvoorbereiding			
	15	15	0

totaal (min)	IN UREN	verschil met bestaand proces
20	0,33	0,33
10	0,17	0,17
0	0,00	0,00
0	0,00	0,00
	0,50	0,50

TOTAAL UREN	TOTAAL VERSCHIL	TOTAAL BESTAAND
98,67	9,58	89,08

Documentenbeheer	3,50	3,50	0,00
Planning	52,67	1,33	51,33
Projectleiding	24,08	3,92	20,17
Werkvoorbereiding	18,42	0,83	17,58

 zouden ook zonder nieuwe methode uitgevoerd zijn
 zou ook gedeeltelijk zonder nieuwe methode uittgevoerd zijn

TIJDSONDERBOUWING VAN BESTAAND PROCES

tijd in minuten	INVOER 1	INVOER 2	INVOER 3	INVOER 4	totaal (min)	IN UREN
Documentenbeheer					0	0,00
Planning		1440	120	1440	3000	50,00
Projectleiding		120	90	980	1190	19,83
Werkvoorbereiding		960	30		990	16,50
	0	2520	240	2420		86,33

VERWERKING 1						
tijd in minuten	BPMN 3.1	BPMN 3.2	BPMN 3.3	BPMN 3.4	totaal (min)	IN UREN
Documentenbeheer					0	0,00
Planning					0	0,00
Projectleiding					0	0,00
Werkvoorbereiding	45				45	0,75
	45	0	0	0		0,75

VERWERKING 2					
tijd in minuten	BPMN 4.1	BPMN 4.2	BPMN 4.3	totaal (min)	IN UREN
Documentenbeheer				0	0,00
Planning	60	20		80	1,33
Projectleiding		20		20	0,33
Werkvoorbereiding		20		20	0,33
	60	60	0		2,00

VERWERKING 3					
tijd in minuten	BPMN 4.4	BPMN 4.5	BPMN 4.6	totaal (min)	IN UREN
Documentenbeheer				0	0,00
Planning				0	0,00
Projectleiding				0	0,00
Werkvoorbereiding				0	0,00
	0	0	0		0,00

tijd in minuten	UITVOER 1	UITVOER 2	UITVOER 3	totaal (min)	IN UREN
Documentenbeheer				0	0,00
Planning				0	0,00
Projectleiding				0	0,00
Werkvoorbereiding				0	0,00
	0	0	0		0,00