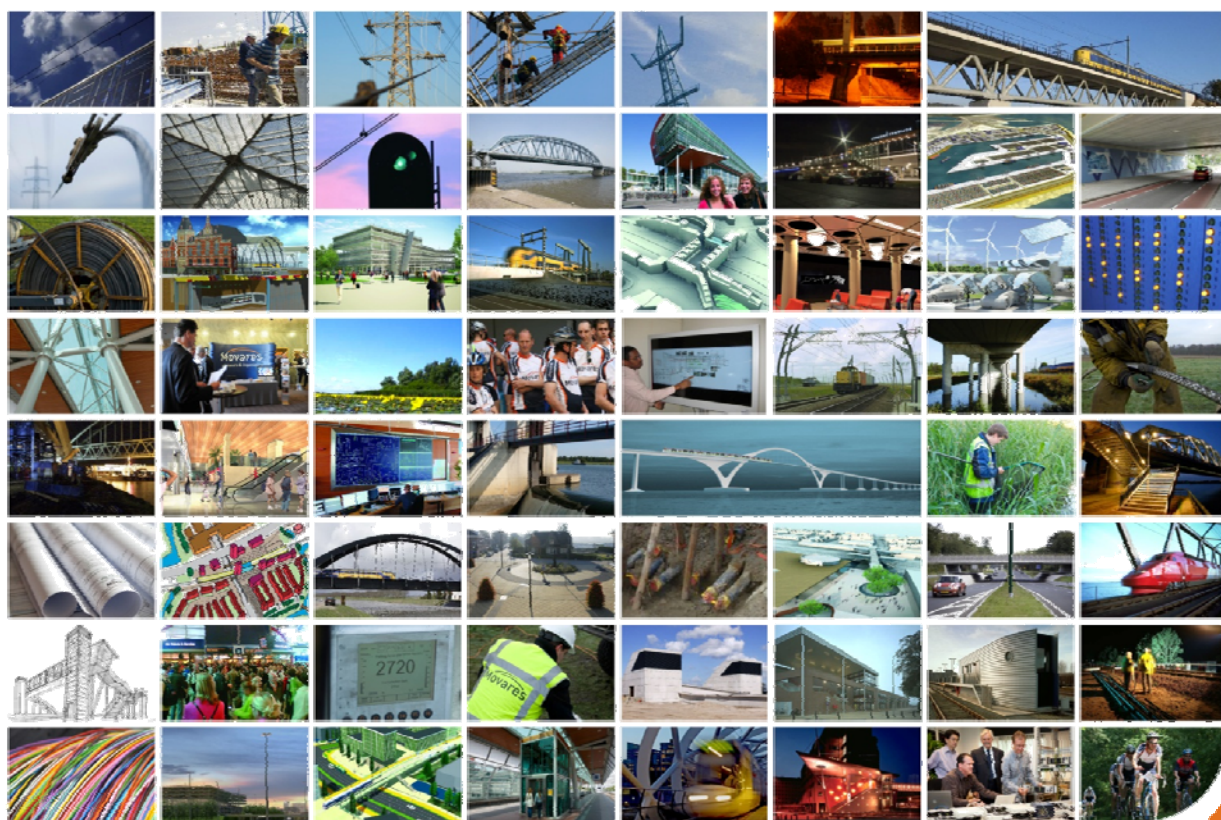


Afstudeerrapport

De relatie tussen engineeringskosten en BIM

Student:	Stefan Bokx
Studentnummer:	0834048
Begeleider:	ir. A.C.A Rademaker
Status:	Definitief
Versie:	1.0
Datum:	08-10-2015



Colofon

Titel	De relatie tussen engineeringkosten en BIM Afstudeerrapport
Afstudeerder	
Studentnummer:	0834048
Achternaam:	Bokx
Voorletters:	E.S.C
Roepnaam:	Stefan
Adres:	De Savornin Lohmanlaan 21B
Postcode:	3038 NB
Woonplaats:	Rotterdam
Mobiel:	06-29217508
Email:	stefanbokx@gmail.com
Hogeschool informatie	
Opleiding:	Bouwkunde voltijd
Hogeschool:	Hogeschool Rotterdam
Adres:	G.J. de Jonghweg 4-6
Postcode:	3015 GG
Plaats:	Rotterdam
Naam schoolbegeleider:	ir. A.C.A Rademaker
Telefoon schoolbegeleider:	06-51990999
Email schoolbegeleider:	a.c.a.rademaker@hr.nl
Naam lector:	dr.drs.ir. C.M. Ravesloot
Telefoon lector:	06-16910660
Email lector:	christophmaria@ravesloot.nl
Bedrijfsinformatie	
Naam bedrijf:	Movares
Adres bedrijf:	Daalseplein 100
Postcode bedrijf:	3511 SX Utrecht
Telefoon bedrijf:	030-2654314
Website bedrijf:	www.movares.nl
Naam bedrijfsbegeleider:	ir. J.C. van Wolfswinkel
Telefoon schoolbegeleider:	06-53121912
Email bedrijfsbegeleider:	jan.van.wolfswinkel@movares.nl
Plaats van uitgave:	Utrecht
Uitgave:	Oktober 2015

Voorwoord

In het laatste jaar van de opleiding HBO Bachelor Bouwkunde wordt de studie afgerond met een afstudeeronderzoek. Voor mijn afstuderen wilde ik graag een onderzoek doen met BIM als onderwerp. Daarom heb ik mij aangemeld bij het BIM Lectoraat gevestigd op het RDM Campus onder leiding van dhr. Ravesloot. Aan de hand van brainstormsessies met dhr. Ravesloot is er een onderzoeksrichting met betrekking tot BIM opgesteld. Het doel van het onderzoek is om de relatie tussen de engineeringskosten en het gebruik van BIM te onderzoeken. Vervolgens heb ik contact opgenomen met het advies- en ingenieursbureau Movares met de vraag of zij interesse hadden in een onderzoek naar dit onderwerp. Movares had hier belangstelling voor waarna ik begonnen ben met mijn afstudeeronderzoek bij Movares.

Dit onderzoek heeft mij een goed beeld gegeven van de stand van zaken rondom BIM bij het advies- en ingenieursbureau Movares. Movares is één van de grootste advies en ingenieursbureau van Nederland en daarmee extra interessant om te zien hoe ver de ontwikkelingen in BIM zijn.

Dit rapport is geschreven om Movares meer inzicht te geven in het verschil in werken op een traditionele manier ten opzichte van een werkwijze met BIM. Daarnaast is er ook aangegeven, middels een BIM-volwassenheidsonderzoek, hoe ver Movares nu is in het gebruik van BIM en wat de verschillen in groepen binnen Movares zijn. Dit kan in de toekomst houvast bieden voor het betere begeleiden van de groepen. Uit het onderzoek komt naar voren welke groepen ver en minder ver zijn en welke groepen dus meer aandacht nodig hebben. Daarnaast is het een goed middel om de voortgang bij te houden.

Graag wil ik alle personen bedanken die hebben bijgedragen aan dit rapport. Ten eerste mijn begeleider binnen Movares Jan van Wolfswinkel voor het begeleiden en ondersteunen tijdens mijn onderzoek. Vooral de kritische vragen op het onderzoek hebben mij geholpen een goed rapport op te stellen. Ook alle geïnterviewde en respondenten op de enquête wil ik bedanken voor hun bijdrage. Verder ook alle personen die mij geholpen hebben bij het verzamelen van informatie voor de casestudies. Zonder deze informatie had het rapport niet tot stand kunnen komen. Daarnaast wil ik ook mijn begeleiders vanuit school Bram Rademaker en Christoph Maria Ravesloot bedanken voor hun begeleiding en het ondersteunen van dit onderzoek.

Utrecht 2015

Stefan Bokx

Samenvatting

Er is onderzoek gedaan naar het verschil in engineeringskosten bij het werken op een traditionele manier en bij een werkwijze met gebruik van BIM voor projecten van Movares. Hiervoor moest eerst worden vastgesteld hoe ver Movares is in het gebruik van BIM. Dit is gedaan door interviews en door de BIM-volwassenheid van de verschillende afdelingen en groepen van de divisie RMI te bepalen. Vervolgens zijn de engineeringskosten middels casestudies achterhaald.

Middels een enquête zijn de afdelingen en groepen van de divisie RMI benaderd. In deze enquête zijn indicatoren verwerkt die de BIM-volwassenheid aangegeven. Door gebruik van een puntensysteem zijn deze afdelingen en groepen ingedeeld in een BIM-volwassenheid klasse. Het resultaat van de enquête sloot aan bij de interviews die gedaan zijn, namelijk dat er één uitschieter is in de groepen. Het algemene beeld van BIM binnen Movares is dat er voornamelijk wordt ontworpen in 3D. De stap naar de werkmethode BIM en daarmee met name het koppelen van informatie wordt in mindere mate gedaan. Deze stap blijkt in de praktijk lastig te zijn.

Voor het bepalen van de engineeringskosten zijn projecten geanalyseerd die zijn ontworpen in 2D en in 3D. Hier is de nadruk gelegd op de benodigde tijd voor tekenwerk en projectmanagement. Binnen de projecten is het percentage uren bepaald dat nodig is voor deze werkzaamheden. De projecten geven met name informatie over de voorfase van het ontwerp. Hieruit en ook uit interviews komt naar voren dat het ontwerpen in 3D op dit moment meer tijd kost dan het ontwerpen in 2D. Voor de uren van projectmanagement is weinig verschil te zien in percentage bij het werken in 2D en 3D.

De hogere kosten in de voorfase heeft onder andere te maken met de verschuiving die plaats vindt in het ontwerpproces. Uit interviews en literatuur blijkt dat er een verschuiving plaats vindt naar de voorkant van het ontwerpproces bij gebruik van BIM. Deze verschuiving vindt plaats doordat er in de voorfase meer werkzaamheden en inspanning nodig zijn. Dit betaalt zich echter terug in latere fases. De kwaliteit van een 3D model is beter waardoor er minder fouten worden gemaakt (faalkosten).

De ervaring in het werken met BIM is een belangrijke indicator voor de BIM-volwassenheid. De invloed van ervaring is in dit proces dan ook te zien. Naar mate er meer ervaring is zullen de engineeringskosten minder worden. In de geanalyseerde projecten komt deze invloed naar voren in de tijd dat nodig is voor het maken van een model. Bij de projecten is een dalende lijn te zien in het percentage benodigde modelleeruren naar mate er meer uren door een ervaren modelleur worden gemaakt. Bij een project waar het model volledig is gemaakt door ervaren modelleurs is naar verhouding aanzienlijk minder tijd nodig voor het modelleerwerk.

Ook in literatuur wordt aangegeven dat naar mate de ervaring met BIM hoger wordt de kosten zullen verminderen. Met name de stap naar het koppelen, delen en gebruiken van informatie in het model spelen hierin een belangrijke rol. Deze slimme manier van informatie uitwisseling verbeterd de samenwerking en zorgt voor minder miscommunicatie. Dit zorgt vervolgens voor een snellere manier van werken en daarmee ook minder kosten. Dit geldt niet alleen voor de groepen binnen Movares onderling maar ook met de opdrachtgever. Dit aspect van BIM wordt nu in mindere mate door Movares gedaan. Hier liggen dan ook voornamelijk de kansen. De BIM-volwassenheid binnen Movares zal omhoog moeten en meer verdeeld moeten zijn over de groepen. Het sociale aspect is bij BIM erg van belang om dit proces goed te krijgen. Aan Movares de taak meer mensen mee te krijgen in dit proces en alle neuzen dezelfde kant op te richten.

Inhoudsopgave

Colofon.....	2
Voorwoord	3
Samenvatting	4
1. Inleiding.....	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Probleemstelling	7
1.3 Doelstelling	7
1.5 Hoofd- en deelvragen	8
1.6 Afbakening	8
1.6.1 Stipulatieve definities	9
1.7 Onderzoeksmethode- en aanpak.....	9
1.7.1 Onderzoekstype	9
1.7.2 Onderzoeksaanpak en opbouw	10
2. BIM-volwassenheid.....	12
2.1 Organisatiestructuur Ruimte, Mobiliteit & Infra	12
2.2 Bepalen van de BIM-volwassenheid	14
2.2.1 Opbouw enquête	15
2.3 Uitslag BIM-volwassenheid	17
2.3.1 Conclusie enquête.....	18
2.3.2 Validatie en verificatie enquête	19
3. Bepalen van de engineeringskosten	21
3.1 Bepalen van de engineeringskosten binnen Movares	21
4. De engineeringskosten voor projecten van Movares.....	23
4.1 Engineeringskosten van projecten op de traditionele manier	23
4.2 Engineeringskosten van projecten met behulp van 3D	25
5. De effectiviteit van 3D ontwerpen (BIM).....	33
Conclusie	38
Hoe kan Movares het beste projecten uitvoeren in BIM	41
Discussie	43
Aanbevelingen	44
Bibliografie	45

Lijst met figuren

Figuur 1: Onderzoeksopbouw	10
Figuur 2: Organogram divisie Ruimte, Mobiliteit & Infra	12
Figuur 3: Organogram afdeling Gebouwen en Energie	13
Figuur 4: Organogram afdeling Infrastructuur	13
Figuur 5: Organogram afdeling Planontwikkeling en Bouwprocessen	14
Figuur 6: Kostenoverzicht in de offerte voor de opdrachtgever	21
Figuur 7: Overall Budget	22
Figuur 8 Tijdlijn geanalyseerde projecten	28
Figuur 9: verschil in de verdeling van ontwerpinspanningen tussen het traditionele en het BIM-ondersteunde ontwerpproces (inspanning in tijd en geld) (Detailniveau BIM per fase, Dik Spekkink, 2012)	34
Figuur 10: Kostenontwikkeling door BIM(BIM biedt bouw business) (ABN AMRO en Bouwend Nederland, 2012)	35

Lijst met tabellen

Tabel 1: Groepen en hoeveelheid verzonden enquêtes	15
Tabel 2: Overzicht bestede uren tekenwerk 2D projecten	24
Tabel 3: Overzicht projectmanagementuren	25
Tabel 4: Totaal overzicht bestede 3D uren	26
Tabel 5: Percentage bestede modelleeruren van de projecten gesorteerd op fase	27
Tabel 6: Percentage modelleerwerk door ervaren modelleers	29
Tabel 7: Overzicht projectmanagementuren	32
Tabel 8: BIM-volwassenheid afdelingen/groepen RMI	38

Lijst met grafieken

Grafiek 1:Behaalde scores per groep	17
Grafiek 2: Aantal groepen per klasse	17
Grafiek 3: Percentage bestede modelleeruren tegenover het percentage ervaren modelleeruren ...	30

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Voor mijn afstudeeronderzoek wilde ik graag een onderzoek doen in de richting van BIM. Ik heb mij daarom ingeschreven bij het BIM Lectoraat op het RDM Campus. Hier heb ik gesproken met de heer Christoph Maria Ravesloot over mogelijke onderzoeken met betrekking tot BIM. Hier kwam een onderzoek uit over de relatie tussen de engineeringskosten en BIM. Vervolgens ben ik op zoek gegaan naar een ingenieurbureau waar ik mijn onderzoek kon doen. Dit is het advies- en ingenieurbureau Movares geworden. Hier heb ik gesproken over het onderwerp en het onderzoek meer toegespitst op de vraag van Movares.

1.2 Probleemstelling

Bij Movares kan voorafgaand aan een engineeringsopdracht niet berekend worden hoeveel de engineeringskosten bedragen als de engineering met BIM zou worden uitgevoerd. Movares wil graag voorafgaand aan iedere opdracht de concurrentiepositie verbeteren door met BIM te werken. Het is daarnaast echter ook niet bekend wat de BIM-volwassenheid van de afdelingen bij Movares is. Het zou helpen wanneer dit wel bekend is, omdat ingeschat moet kunnen worden welke maatregelen nodig zouden zijn om BIM volledig in te voeren, zodat hier van geprofiteerd kan worden.

1.3 Doelstelling

Het eerste doel van dit onderzoek is de BIM-volwassenheid van Movares in kaart te brengen. De verwachting is dat de BIM-volwassenheid van de afdelingen en groepen binnen Movares niet overal even hoog is. Voor het bepalen van de BIM-volwassenheid is daarom onderscheid gemaakt in afdelingen en groepen. Hierdoor ontstaat een beter beeld van wat de verschillen per groep zijn. Daarnaast kan er aangegeven worden welke groepen verder zijn en welke minder ver zijn. Dit kan vervolgens gebruikt worden voor de begeleiding van deze groepen en het beter implementeren van BIM. Uiteindelijk kunnen de verschillende afdelingen en groepen daardoor ook beter samenwerken in BIM.

Het tweede doel van dit onderzoek is antwoord krijgen op de vraag wat de relatie is tussen de engineeringskosten en het gebruik van BIM. Het doel is een beeld krijgen over wat het gebruik van BIM nu voor gevolgen heeft voor Movares.

Het derde doel van dit onderzoek is advies geven over het gebruik van BIM. Uit het onderzoek blijkt hoeveel tijd er nu zit in het ontwerpen in 3D en het verschil daarin met het ontwerpen in 2D. Hieruit komen punten naar voren die op dit moment niet goed lopen en beter zouden kunnen. Het advies kan Movares vervolgens gebruiken om het toepassen van BIM te verbeteren.

1.5 Hoofd- en deelvragen

Welke relatie bestaat er tussen de engineeringskosten voor projecten van Movares in de traditionele manier van werken ten opzichte van een werkwijze met behulp van BIM en welke invloed heeft de BIM-volwassenheid hierop?

Om deze vraag te beantwoorden zijn de volgende deelvragen opgesteld:

1. Wat is de BIM-volwassenheid van de verschillende afdelingen/groepen van Movares?
2. Op welke manier worden de kosten voor de engineering door Movares bepaald?
3. Wat is de verdeling in engineeringskosten binnen een project bij een traditionele manier van werken?
4. Wat is de verdeling in engineeringskosten binnen een project bij een werkwijze met behulp van BIM?
5. Welk niveau van BIM-volwassenheid is er binnen een project nodig om effectief met BIM te engineeren?

1.6 Afbakening

Movares heeft veel disciplines en vakgebieden binnen de organisatie, waaronder de gehele divisie Rail. Om het onderzoek dichterbij de opleiding te houden wordt deze divisie Rail in dit onderzoek niet meegenomen, de focus is gelegd op de divisie RMI. Daarnaast wordt er ook veel werk binnen de GWW-sector gedaan. Ook dit past niet geheel binnen de opleiding bouwkunde, het onderzoek gaat daarom vooral om het werk dat Movares verricht voor Utiliteitsbouw. De GWW-sector is wel onderdeel van de divisie RMI. Voor de casestudies zijn daarom wel projecten bekeken die binnen de GWW-sector vallen, de nadruk ligt echter op de meer bouwkundige projecten.

De nadruk van het onderzoek ligt op Movares en de werkzaamheden die zij verrichten. Eventuele andere partijen zijn niet meegenomen in het onderzoek.

Met BIM wordt de werkmethode bedoeld dat gebaseerd is op samenwerken, delen en gebruiken van informatie door gebruik van een Bouw Informatie Model. Omdat er verschil zit tussen de werkmethode BIM en 3D ontwerpen wordt in dit onderzoek onderscheid gemaakt. Zo is Movares begonnen met alleen ontwerpen in 3D, later zijn hier meer aspecten van BIM bijgekomen. De projecten die gebruikt zijn als casestudies zijn daarom ook geanalyseerd op het ontwerpen in 3D en niet op het toepassen van BIM. De werkmethode BIM komt echter ook in het rapport naar voren.

1.6.1 Stipulatieve definities

BIM-volwassenheid

De hoogte van de BIM-volwassenheid van een bedrijf geeft aan hoe ver zij zijn in het werken met BIM. Een hoge BIM-volwassenheid geeft aan dat een organisatie BIM heeft geïntegreerd en dat deze werkwijze onderdeel is van de manier waarop zij werken. Een lagere BIM-volwassenheid betekent dat BIM niet volledig geïntegreerd is en hier verbeterpunten in zitten of dat BIM nog helemaal niet gebruikt wordt door een organisatie.

Engineeringskosten

Alle kosten die voor de opdrachten van de opdrachtgever/klant nodig zijn. Dit kan dus zijn rekenwerk, tekenwerk, advies, begrotingen, begeleiding enz. Al deze werkzaamheden en kosten worden gezien als de engineeringkosten van een bouwproject.

Traditionele manier van werken

Met traditioneel werken wordt de werkmethode zonder 3D model bedoelt. Bij deze methode worden dus alleen platte 2D tekeningen gebruikt. Bij het werken in 3D worden echter vaak nog wel 2D tekeningen gegenereerd uit het model. Deze werkzaamheden worden niet gezien als traditioneel werk omdat dit onderdeel is van het werken met een 3D model.

1.7 Onderzoeksmethode- en aanpak

In dit hoofdstuk wordt beschreven welke onderzoeksmethoden gebruikt zijn om de deelvragen en uiteindelijk de hoofdvraag van dit onderzoek te beantwoorden.

1.7.1 Onderzoekstype

Het onderzoek heeft een aantal verschillende onderzoekstypes. Deze onderzoeksmethoden zijn: beschrijvend, vergelijkend en voorschrijvend onderzoek.

Het beschrijvende en vergelijkende deel van het onderzoek heeft betrekking op de hoofd en deelvragen van het onderzoek. Dit zijn voornamelijk “wat” vragen die aan de hand van analyses zijn beantwoord. Uit de antwoorden op de deelvragen is vervolgens een vergelijking gemaakt tussen de traditionele manier van werken en een werkwijze met behulp BIM.

Het voorschrijvende deel van het onderzoek heeft betrekking op het advies dat gegeven wordt aan Movares.

Betrokken partijen

Tijdens het onderzoek heb ik met twee partijen te maken gehad die hebben geholpen bij dit onderzoek.

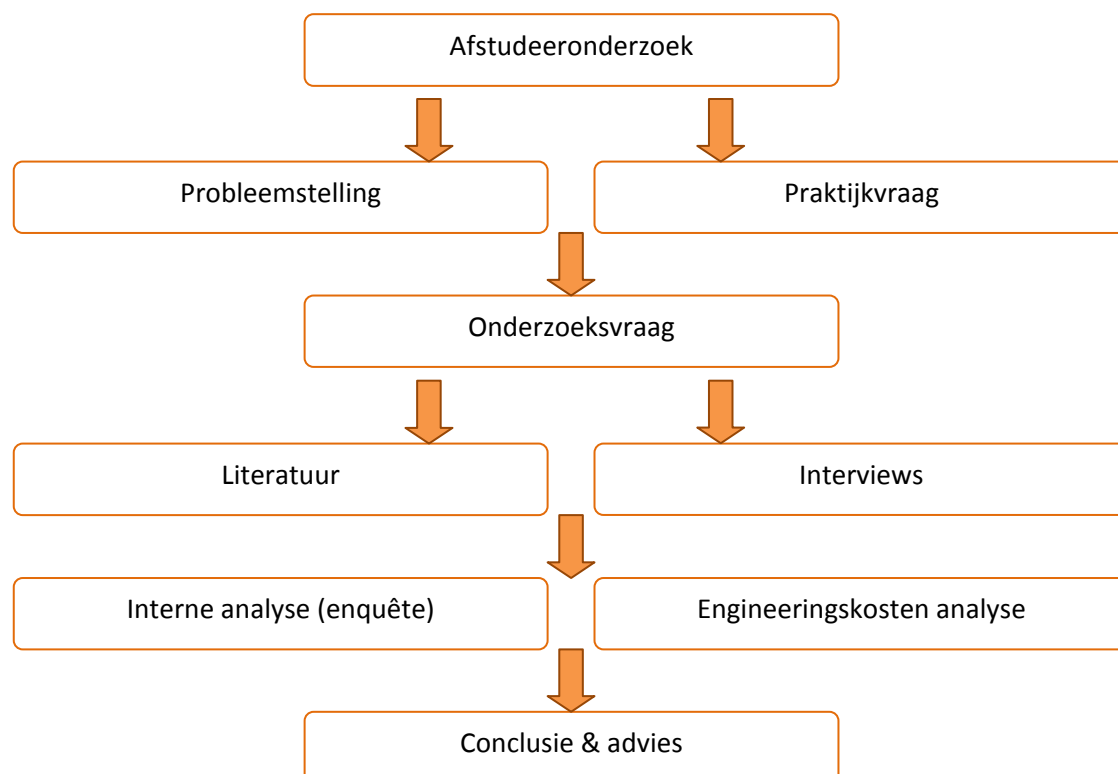
- Movares

Movares is het bedrijf waarvoor het onderzoek gedaan is. Dit is ook de plek waar ik mijn onderzoek heb gedaan. Het onderzoek heeft met name betrekking op de activiteiten en resultaten van Movares. Een groot deel van de informatie, zoals de informatie voor casestudies, is uit de projectgegevens van Movares gehaald.

- BIM lectoraat

Het BIM lectoraat van de Hogeschool Rotterdam gevestigd op het RDM Campus. De Lector Christoph Maria Ravesloot heeft veel ervaring in het doen van onderzoek en is gespecialiseerd in het doen van onderzoek met betrekking tot BIM. Deze ervaring is gebruikt voor dit onderzoek.

1.7.2 Onderzoeksaanpak en opbouw



Figuur 1: Onderzoeksoopbouw

Literatuurstudie

Voor verschillende deelvragen is gebruik gemaakt van literatuurstudie. Er zijn diverse rapporten en artikelen bestudeerd die relevant zijn voor mijn onderzoek. Deze rapporten en artikelen zijn gevonden op het internet.

Interviews

Voor het onderzoek zijn meerdere interviews nodig geweest. De interviews hebben mij een beeld van Movares gegeven en geholpen antwoord te krijgen op de vragen die betrekking hebben op de werkwijze van Movares. De interviews hebben antwoord gegeven op de stand van zaken omtrent BIM binnen Movares maar ook geholpen bij het bepalen van de engineeringskosten.

De interviews zijn afgenomen aan de hand van een vooraf opgestelde vragenlijst.

Interne analyse Movares

De interne analyse van Movares is gebruikt voor het beantwoorden van meerdere deelvragen. Zo is de analyse gebruikt om de BIM-volwassenheid van Movares te bepalen. Om de BIM-volwassenheid te bepalen is een enquête gebruikt. Hierin is onderscheid gemaakt in meerdere afdelingen/groepen van de organisatie. Middels een puntensysteem zijn de afdelingen/groepen in klasse voor de BIM-volwassenheid ingedeeld om de verschillen tussen deze afdelingen/groepen aan te geven. Hieruit komt naar voren welke afdelingen verder zijn dan andere zodat Movares meer aandacht kan besteden aan het verbeteren van het BIM proces binnen de minder gevorderde groepen. Uiteindelijk helpt dit de samenwerking tussen deze afdelingen/groepen te verbeteren.

De engineeringskosten zijn bepaald door te achterhalen hoe Movares dit nu precies doet. Deze informatie is gebruikt om de engineeringskosten van de casestudies te bepalen.

Engineeringskosten analyse

De engineeringskosten analyse is gebruikt om de twee deelvragen die betrekking hebben op de engineeringskosten te beantwoorden. Hiervoor zijn casestudies gedaan die onderscheidt maken in projecten die uitgevoerd zijn in 2D en projecten die uitgevoerd zijn in 3D.

Uit deze analyse komt het verschil tussen 2D ontwerpen en 3D ontwerpen naar boven. Ook is er gekeken of het ontwerpen in 3D effectief is en wat de BIM-volwassenheid hier voor invloed op heeft.

Advies

De voorgaande methodes zijn uitgewerkt en de resultaten hiervan zijn geanalyseerd. Uit de interviews en de casestudies komt naar voren Hoe Movares nu met BIM werkt en wat hier goed en minder goed verloopt. Hieruit zijn verbeterpunten gehaald en middels een adviesrapport aangegeven. Dit kan Movares helpen om het toepassen van BIM in de toekomst te verbeteren.

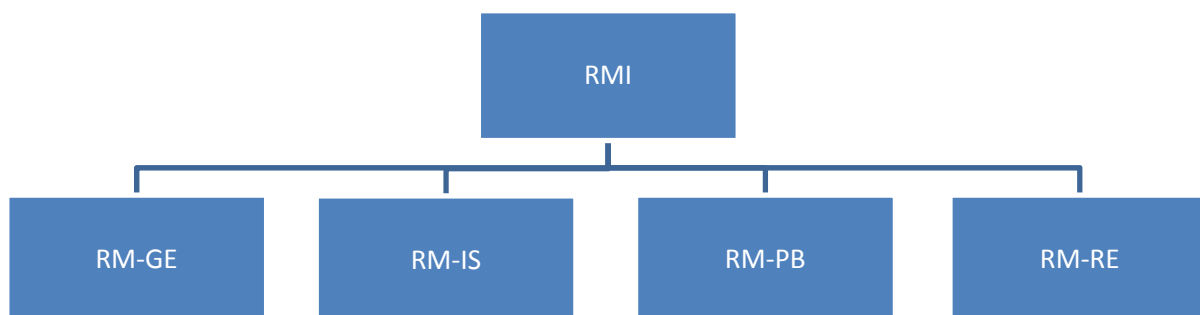
2. BIM-volwassenheid

Om een goed beeld te krijgen van hoe ver Movares is in het toepassen van BIM is de BIM-volwassenheid van Movares bepaald. De BIM-volwassenheid geeft aan hoe ver BIM is geïntegreerd in de werkwijze en hoe ver de ervaring daarin is. Door het bepalen van de BIM-volwassenheid is een beter beeld ontstaan van Movares omtrent de werkwijze met BIM. Ook de interviews hebben aan dit beeld bijgedragen. Dit heeft vervolgens geholpen bij het doen van de casestudies voor de engineeringskosten analyse.

Movares heeft veel verschillende disciplines en vakgebieden binnen de organisatie. De verwachting is daarom dat niet al deze disciplines en vakgebieden even ver zijn in het toepassen van BIM. Om een beter beeld te krijgen van de BIM-volwassenheid van de organisatie is er daarom onderscheid gemaakt in groepen en afdelingen binnen Movares. Er is daarvoor eerst de bedrijfsstructuur van Movares bekeken. Movares bestaat uit de divisies Rail en de divisie Ruimte, Mobiliteit & Infra (RMI). In dit onderzoek is alleen gekeken naar de divisie Ruimte, Mobiliteit & Infra (RMI). De divisie Rail is buiten beschouwing gelaten. De disciplines en vakgebieden binnen deze divisie sluiten in mindere mate aan bij mijn opleiding. Daarom is besloten om de focus op de divisie RMI te leggen. Middels de organisatiestructuur is er onderscheid gemaakt in de verschillende afdelingen en groepen. Hieronder is deze organisatiestructuur te zien.

2.1 Organisatiestructuur Ruimte, Mobiliteit & Infra

De divisie RMI is onder te verdelen in verschillende afdelingen. Hieronder is te zien wat deze verdeling is.



Figuur 2: Organogram divisie Ruimte, Mobiliteit & Infra

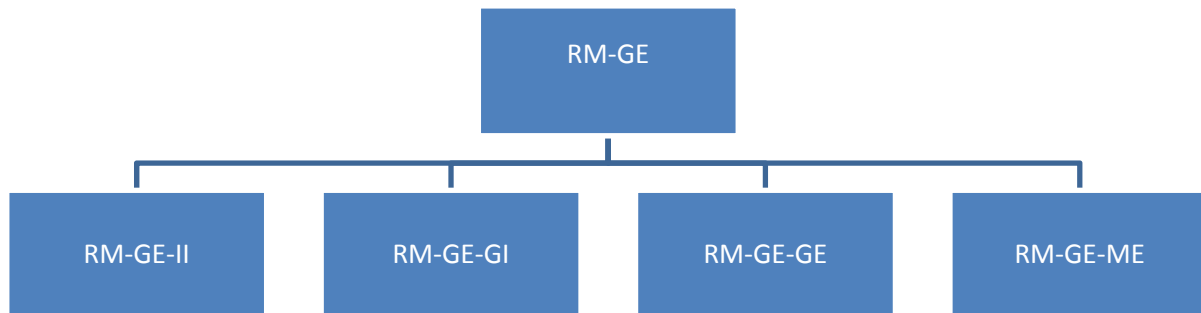
De afdeling RM-GE staat voor Gebouwen & Energie.

De afdeling RM-IS staat voor Infrastructuur.

De afdeling RM-PB staat voor Planontwikkeling en Bouwprocessen.

RM-RE staat voor Regio's en is niet vergelijkbaar met de andere afdelingen.

Deze afdelingen zijn weer verder onder te verdelen in groepen. Elke afdeling heeft dus zijn eigen groepen. Hieronder zijn deze afdelingen en de daarbij behorende groepen te zien.

Afdeling: Gebouwen en Energie

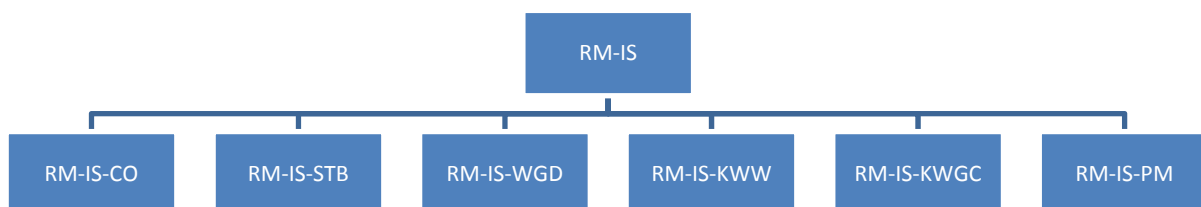
Figuur 3: Organogram afdeling Gebouwen en Energie

De groep RM-GE-II staat voor Infra Installaties.

De groep RM-GE-GI staat voor Gebouw Installaties.

De groep RM-GE-GE staat voor Gebouwen.

De groep RM-GE-ME staat voor Movares Energy.

Afdeling: Infrastructuur

Figuur 4: Organogram afdeling Infrastructuur

De groep RM-IS-CO staat voor Constructief ontwerpen.

De groep RM-IS-STB staat voor Staalbouw

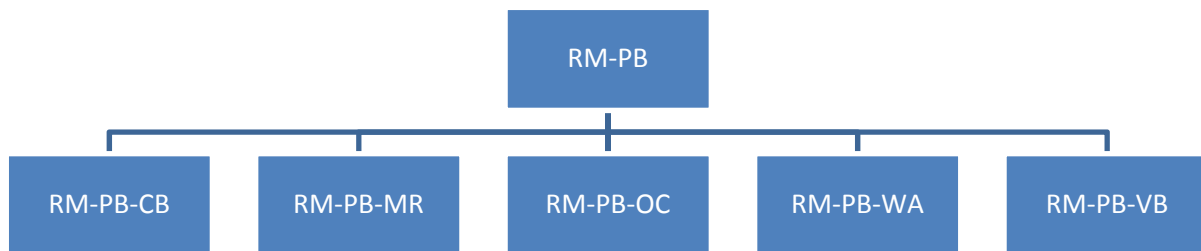
De groep RM-IS-WGD staat voor Waterbouw, Geotechniek en Dynamica.

De groep RM-IS-KWW staat voor Kunstwerken en Wegen.

De groep RM-IS-KWGC staat voor Kunstwerken Geïntegreerde Contracten.

De groep RM-IS-PM staat voor Projectmanagement.

Afdeling: Planontwikkeling en Bouwprocessen



Figuur 5: Organogram afdeling Planontwikkeling en Bouwprocessen

De groep RM-PB-CB staat voor Contract- en Bouwprocesmanagement

De groep RM-PB-MR staat voor Mobiliteit en Ruimtelijke ontwikkeling

De groep RM-PB-OC staat voor Omgeving en Conditionering

De groep RM-PB-WA staat voor Wateradvies

De groep RM-PB-VB staat voor Virtueel Bouwen

2.2 Bepalen van de BIM-volwassenheid

Om de BIM-volwassenheid te kunnen bepalen is er middels literatuur onderzoek gedaan naar de mogelijkheden hiervoor. Uit de literatuur komen meerdere mogelijkheden naar voren voor het bepalen van de BIM-volwassenheid.

Na onderzoek zijn er vier bronnen uitgekomen die vervolgens gebruikt zijn om de BIM-volwassenheid binnen Movares te bepalen. Deze vier bronnen zijn:

- Nederlandse BIM levels (BIR, 2014)
- BIM quickscan (TNO, 2010)
- Afstudeerrapport, Handelingsbekwaamheid projectleiders & BIM-volwassenheid in de installatiebranche (Wit & Jansen, 2014)
- Afstudeerrapport, Adoptie van BIM (Fischer P. , 2013)

Bij de bronnen van TNO en Wit & Jansen wordt gebruik gemaakt van een enquête om de BIM-volwassenheid te bepalen. Dit is gedaan door peilers en indicatoren die de BIM-volwassenheid aangegeven in de enquêtevragen te verwerken. Deze peilers zijn ook terug te vinden in het onderzoek van Fischer. Door vervolgens waardes aan deze peilers en indicatoren te koppelen kan de BIM-volwassenheid bepaald worden.

Door gebruik te maken van een enquête, kan een grote groep mensen worden benadert. Om zoveel mogelijk werknemers binnen de afdelingen en groepen te kunnen bereiken is daarom gekozen om ook in dit onderzoek een enquête toe te passen. In een enquête worden daarnaast de vragen van te voren opgesteld waardoor een goede vergelijking te maken is. Zo wordt ook goed onderscheid gemaakt in de verschillende groepen.

Voor meer informatie over de gebruikte bronnen zie bijlage 1 blz. 7.

2.2.1 Opbouw enquête

Voor het maken van de enquête heb ik de hiervoor benoemde bronnen gebruikt om de vragen op te stellen. Deze bronnen geven veelal vragen die gericht zijn op een gehele organisatie en beantwoord worden door één persoon uit een organisatie. Uit deze vragen is een selectie gemaakt van vragen voor de enquête. Deze vragen zijn vervolgens passend gemaakt voor een enquête met meerdere respondenten binnen één organisatie (Movares). Naast deze gebruikte bronnen zijn er ook vragen bijgevoegd in overleg met mijn begeleider. Met behulp van de website www.thesis-tools.com is vervolgens de enquête opgesteld. De enquête is daarna gecontroleerd door mijn begeleider van Movares en begeleiders van school, waarna de enquête is aangepast. De enquête is vervolgens door mijn groepsmanager naar de afdelingen en groepen van RMI verstuurd. In tabel 1 is te zien welk onderscheid er is gemaakt in groepen en de hoeveelheid medewerkers binnen een groep.

Afdelingen en groepen

Tabel 1: Groepen en hoeveelheid verzonden enquêtes

Afdeling/groep	Medewerkers per afdelingen en groep
IS - Constructief Ontwerpen	23
IS - Staalbouw	27
IS - Waterbouw, Geotechniek en Dynamica	42
IS - Kunstwerken en Wegen	20
IS - Kunstwerken Geïntegreerde Contractvormen	52
IS - Projectmanagement	11
GE - Infra Installaties	43
GE - Gebouw Installaties	25
GE - Gebouwen	30
GE - Movares Energy	25
PB - Virtueel Bouwen	37
Afdeling: Planontwikkeling en Bouwprocessen	169
Afdeling: Regio	66
Totaal	570

Zoals in tabel 1 is te zien zijn er afdelingen die niet zijn opgesplitst in groepen. Hiervoor is gekozen omdat de groepen binnen deze afdelingen naar verwachting minder met BIM bezig zijn. Om een beter beeld te krijgen zijn deze groepen daarom samengevoegd in hun afdeling. De groep Virtueel Bouwen binnen de afdeling Planontwikkeling en Bouwprocessen is hierop een uitzondering. Deze groep is apart gezet omdat hier wel werd verwacht dat er met BIM gewerkt wordt.

Puntensysteem

Om de BIM-volwassenheid te kunnen bepalen is er gebruik gemaakt van een puntensysteem. Zoals in bijlage 1.3, 1.4 en 1.6 is te lezen zijn er peilers en indicatoren die kunnen aangeven hoe BIM-volwassen een organisatie is. In de enquête zijn daarom vragen verwerkt waar deze peilers en indicatoren in zitten. Door aan deze vragen en de bijbehorende antwoorden punten te koppelen kan er een score behaald worden per groep. Aan de hand van deze behaalde score zijn de groepen vervolgens in een vastgestelde BIM-volwassenheid klasse ingedeeld. De enquête bevat ook een aantal vragen die alleen dienen ter informatie, hier zijn dan ook geen peilers en indicatoren in verwerkt. Voor deze vragen zijn daarom geen punten te behalen.

De te verdienen punten zijn verdeeld in 3 schalen, hieronder is deze verdeling te zien:

- 4/8/12 punten, deze punten worden toegekend aan de vragen die betrekking hebben op de huidige stand van BIM binnen de afdeling/groep.
- 2/4/6 punten, deze punten worden toegekend aan de vragen die betrekking hebben op de toekomstvisie over BIM binnen de afdeling/groep. De punten zijn hier gehalveerd in vergelijking met de mogelijk te behalen punten van de huidige stand van BIM. Hier is voor gekozen omdat de afdeling/groep naar deze doelen streeft maar nog niet bereikt heeft. Omdat de ambitie er wel is zijn hiervoor wel punten te behalen.
- 1/2 punten, deze punten worden toegekend aan de vraag die betrekking heeft op de activiteiten met BIM. Omdat deze vraag 33 antwoorden heeft is de punten toekenning verlaagd, anders zou deze vraag te zwaar meewegen in vergelijking tot de andere vragen. Ook hier geldt hetzelfde systeem als bij de overige vragen. Voor activiteiten die in het heden worden uitgevoerd met BIM zijn 2 punten te behalen, voor activiteiten die in de toekomst met BIM gedaan willen worden is 1 punt te behalen.

In totaal zijn er in de enquête 212 punten te behalen. Deze punten zijn in een gelijke hoeveelheid verdeeld over de volgende 5 BIM-volwassenheid klassen:

Klasse 0: 0 punten	(geen BIM)
Klasse 1: 1-53 punten	(BIM-afwachter)
Klasse 2: 54-106 punten	(BIM-starter)
Klasse 3: 107-159 punten	(BIM-volwassen)
Klasse 4: 160-212 punten	(BIM-koploper)

Wanneer een respondent geen BIM toepast en dit ook niet in de toekomst zou willen wordt uitgekomen in de klasse: Geen BIM. Een BIM-afwachter kan behaald worden wanneer een groep al wel BIM gebruikt maar erg weinig. Voor deze klasse speelt het toekomst beeld een grote rol. Wanneer alle antwoorden ingevuld worden die alleen de toekomstvisie van de groep aangegeven zal er automatisch in deze klasse uitgekomen worden. De klasse BIM-starter is dus niet te behalen met alleen een toekomstvisie over BIM. Om deze klasse te behalen zal er al wel echt gewerkt moeten worden met BIM, dit hoeft echter nog niet geheel geïntegreerd te zien. De klasse BIM-volwassen is een stap verder dan de klasse BIM-starter. Er is al gestart met BIM en er worden dan ook meer werkzaamheden en activiteiten met BIM gedaan. De hoogst te behalen klasse is BIM-koploper, hiervoor moet BIM vrijwel geheel geïmplementeerd zijn en behoren tot de dagelijkse werkzaamheden. Door de verdeling in punten kan het zijn dat een groep maar net binnen een klasse valt of erg dicht tegen een hogere klasse aan zit. Deze groepen bevinden zich in de overgangsfase tussen twee verschillende klasse. Het kan dus zo zijn dat een hoge BIM-starter al redelijk wat met BIM doet terwijl een lage BIM-starter pas echt aan het begin staat.

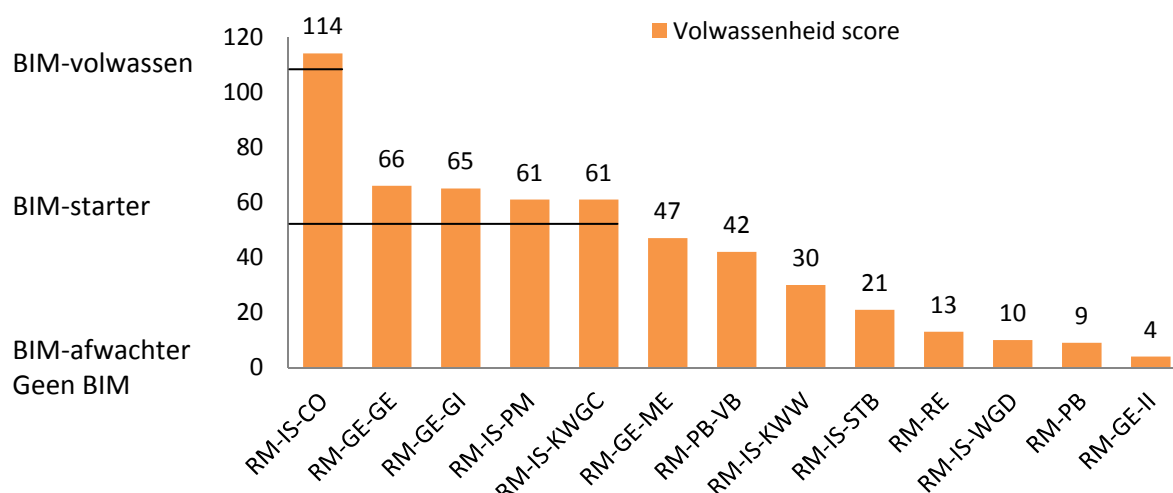
Deze verdeling in BIM-volwassenheid klassen is ook gebruikt in het onderzoek van de Wit en Jansen (Wit & Jansen, 2014). De puntenverdeling per klasse is hier echter anders doordat de hoeveelheid vragen en dus indicatoren niet precies hetzelfde zijn.

Voor de gebruikte enquête en de puntenverdeling per vraag zie bijlage 2 blz. 31.

2.3 Uitslag BIM-volwassenheid

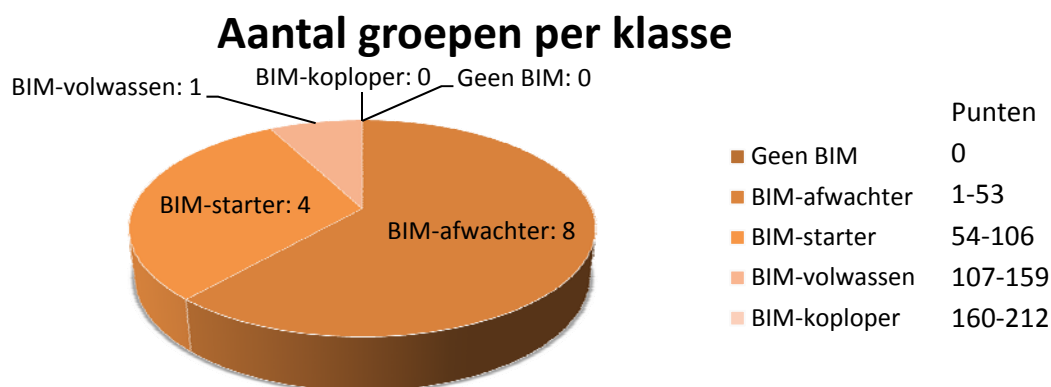
In de grafiek hieronder zijn de behaalde scores per groep te zien in volgorde van hoog naar laag.

Grafiek 1: Behaalde scores per groep



De groep Constructief Ontwerpen haalt de hoogste score van alle groepen, er is ook duidelijk te zien dat er een aardig verschil zit in de opvolgende groep Gebouwen. De laagst scorende groep is de groep Infra Installaties. De groep Constructief Ontwerpen is de enige groep die de klasse BIM-volwassen haalt. De groepen Gebouwen, Gebouw Installaties, Projectmanagement en Kunstwerken Geïntegreerde Contractvormen halen de klasse BIM-starter. De overige groepen eindigen in de klasse BIM-afwachter. Er zijn dus geen groepen die in de klasse geen BIM en de klasse BIM-koploper horen. Hieronder is de verdeling te zien van de hoeveelheid groepen in elke klasse. Zoals verwacht komen de afdelingen RE en PB laag uit in de BIM-volwassenheid. De afdelingen IS en GE scoren beter. De groepen van afdeling GE, met uitzondering van GE-II liggen daarin dicht bij elkaar dan de afdeling IS. In de afdeling IS zijn de groepen meer verspreid in BIM-volwassenheid, tussen de hoogst en laagst scorende groep zit een verschil van 104 punten. Bij de afdeling GE is dit verschil 62 punten. De afdeling GE ligt afdelingbreed gezien dichtbij elkaar dan de afdeling IS. In grafiek 2 is aangegeven hoeveel groepen er per klasse zijn.

Grafiek 2: Aantal groepen per klasse



2.3.1 Conclusie enquête

Voor het bepalen van de conclusie zijn de uitkomsten van de enquête gebruikt waar de opvallende scores afgehaald zijn (zie bijlage 2.3 blz. 46). Deze opvallende scores komen doordat er tegenspraak is in antwoorden of de enquêtes slechts deels zijn ingevuld. Daarnaast zijn er een aantal opvallende scores in vergelijking tot de overige respondenten binnen een groep. Voorbeeld hiervan is de 1^e groep Constructief Ontwerpen, in deze groep geeft één respondent aan dat er geen BIM wordt toegepast en dit ook geen toekomst beeld is. De overige respondenten in de groep komen juist op een hoge score uit. Hiervan kan je dus zeggen dat de score 0 die deze respondent haalt geen representatief beeld is van de groep. De respondenten met slechts deels ingevulde enquêtes en opvallende scores staan in het schema aangegeven met rode vlakken. Daarnaast zijn er twee respondenten die aangeven bij meerdere groepen te werken. Het is niet reëel om deze score aan meerdere groepen toe te kennen. Deze twee respondenten zijn aangegeven met blauwe vlakken. Ook deze scores zijn van het totaal afgehaald voor het bepalen van de conclusie.

Als de gemiddelde scores van de groepen binnen Movares vergeleken worden is er duidelijk één groep die boven de andere groepen uitsteekt namelijk de groep Constructief Ontwerpen. Iedereen binnen deze groep eindigt minimaal in de klasse BIM-starter, het grootste deel behaald de klasse BIM-volwassen en niemand behaald de klasse BIM-koploper. Gemiddeld komt deze groep dan ook uit in de klasse BIM-volwassen. Dit houdt in dat de groep dus al ervaring heeft in het toepassen van BIM en goed op weg is in het gebruik hiervan. Dit is vooral terug te zien in de vraag met betrekking tot de activiteiten die middels BIM worden uitgevoerd, of als toekomst beeld gezien worden. De groep Constructief Ontwerpen scoort hier gemiddeld 29 punten in vergelijking met de gemiddelde 16 punten van de opvolgende groep Gebouwen. Het totaal gemiddelde verschil met deze groep bedraagt maar liefst 48 punten. Dit geeft dus duidelijk aan dat de groep Constructief Ontwerpen een flinke stap verder is dan de overige groepen. Gemiddeld gezien eindigt Constructief Ontwerpen op 8 punten boven de grens van de klasse BIM-volwassen. Het verschil met de klasse BIM-koploper is daarmee 45 punten. Er moeten dus nog wat stappen gezet worden om dit gat te overbruggen.

Binnen de klasse BIM-starter zijn vier groepen te verdelen. Dit zijn de groepen Gebouwen, Gebouw Installaties, Kunstwerken Geïntegreerde Contracten en Projectmanagement. Opvallend hierbij is dat de groepen zeer dicht bij elkaar zitten. De groepen Gebouwen en Gebouw Installaties zitten maar op 1 punt verschil van elkaar (66 en 65). De groepen Kunstwerken Geïntegreerde Contracten en Projectmanagement hebben beide dezelfde score (61) en eindigen dus 4 punten onder de groep Gebouw Installaties. De BIM-starters behalen dus alle vier bijna dezelfde score. Hieruit kun je concluderen dat zij vrijwel hetzelfde niveau van BIM-volwassenheid hebben. De klasse benaming BIM-starter geeft eigenlijk al aan hoe ver deze groepen zijn. Zij bevinden zich in de opstart fase van het werken met BIM. Deze groepen zijn nog veelal zoekende naar hoe zij het beste BIM kunnen toepassen en het gebruik daarvan gaat voornamelijk nog met vallen en opstaan. Er wordt gebruik gemaakt van BIM maar in mindere mate en zeker nog niet vlekkeloos. Dit blijkt ook uit een interview met Carla Molenaar (Molenaar, 2015) trekker op het gebied van BIM voor de groepen Gebouwen en Gebouw Installaties.

De overige groepen zitten allemaal in de klasse BIM-afwachter. Er is geen enkele groep waar iedereen aangeeft dat er nog geen BIM wordt toegepast en dat dit ook geen toekomst beeld is. In de groepen die BIM-afwachters zijn is wel een duidelijk verschil te zien in groepen. Zo neigt de groep

Movares Energy meer naar een BIM-starter terwijl de groepen Infra Installaties, Planontwikkeling en Bouwprocessen, Waterbouw Geotechniek en Dynamica en de afdeling Regio juist erg laag scoren. Voor deze groepen is BIM niet meer dan een toekomst beeld. Binnen deze groepen zijn een aantal respondenten die aangeven wel gebruik te willen maken van BIM, maar ook een flink aantal die aangeven ook in de toekomst geen BIM toe te willen passen.

Uit de enquête kan geconcludeerd worden dat de BIM-volwassenheid binnen Movares zeer verdeeld is. Voor een grote organisatie als Movares is het echter te verwachten dat hier verdeling in zit. Movares is een multidisciplinair bureau en er zijn dan ook vele disciplines en werkvelden te vinden binnen Movares. Voor een monodisciplinair bureau als bijvoorbeeld een architectenbureau, installatiebureau of constructeursbureau is dit anders. Movares heeft al deze disciplines in huis en moet in tegenstelling tot deze bureaus bij alle disciplines en groepen het zelfde niveau van BIM invoeren om ook bedrijfsbreed dezelfde BIM-volwassenheid te behalen.

De gemiddelde score van alle respondenten bij elkaar komt uit op 36 punten. Voor de divisie RMI hoort hier de klasse BIM-afwachter bij. Omdat 8 van de in totaal 13 bekeken groepen/afdelingen BIM-afwachters zijn, is dit gemiddelde niet vreemd. Het is echter niet terecht om de divisie RMI in zijn geheel als BIM-afwachter te bestempelen. Dit heeft vooral te maken met de verschillende disciplines en werkvelden en dus de daarbij horende werkzaamheden van de groepen. Voor sommige groepen is BIM daarom ook minder relevant. Dit zijn vooral de twee afdelingen Regio en Planontwikkeling en Bouwprocessen en de groep Waterbouw, Geotechniek en Dynamica. Wanneer deze afdelingen en groep buiten beschouwing worden gelaten komt de divisie gemiddeld uit op 58 punten en de klasse BIM-starter. Dit geeft naar mijn idee ook een beter beeld van de divisie.

Voor een goede samenwerking tussen de groepen en verschillende disciplines is het beter als de BIM-volwassenheid niet te veel uiteen loopt. Vooral voor integrale projecten is het van belang om het niveau zo gelijk mogelijk te hebben. Bij verschillende niveaus ontstaat een soort wisselwerking. De verder gevorderde discipline trekt de minder gevorderde discipline mee in de ontwikkeling. Daarentegen houdt deze minder gevorderde discipline daarmee ook de verdere ontwikkeling van de gevorderde discipline tegen. Dit bepaalt de uiteindelijke kwaliteit dat geleverd kan worden. Voor Movares is dit vooral van belang omdat zij al deze disciplines in eigen huis hebben. Er wordt dus meer samengewerkt binnen de organisatie zelf en minder met externe partijen. Voor integrale projecten zijn de groepen daarom meer afhankelijk van elkaar. In tegenstelling tot projecten die door afzonderlijke partijen worden uitgevoerd.

2.3.2 Validatie en verificatie enquête

Niet alle scores van de groepen zijn ook even representatief voor een groep. Per groep is daarom gekeken wat het percentage respondenten is binnen een groep. Er zijn een aantal groepen waarbij het percentage respondenten erg laag is. De groepen waarvan het percentage respondenten erg laag is zijn: Virtueel Bouwen, Infra Installaties, Kunstwerken Geïntegreerde Contracten, Staalbouw en de afdeling Planontwikkeling en Bouwprocessen. Van deze groepen is de behaalde score daarom niet geheel representatief te noemen. Behalve de groep Kunstwerken Geïntegreerde Contracten eindigen al deze groepen in de klasse BIM-afwachter. Het vermoeden is dan ook dat in deze groepen minder is gereageerd omdat zij ook nog minder met BIM doen. De groep Kunstwerken Geïntegreerde Contracten eindigt in de klasse BIM-starter, in deze groep heeft echter maar 8% van werknemers op de enquête gereageerd. Hier is het hoogst waarschijnlijk dat juist de personen die

wel met BIM werken gereageerd hebben op de enquête. Voor deze vijf groepen is de score daarom niet geheel representatief.

Binnen deze vijf groepen zit een naar mijn idee zeer opvallende groep namelijk de groep Virtueel Bouwen. De naam van deze groep doet vermoeden dat juist hier BIM onderdeel is van de werkzaamheden. De behaalde score en het lage percentage respondenten doet echter anders vermoeden. Daarom heb ik een gesprek gehad met Irene Portier (Portier, 2015), werkzaam in deze groep, om een beter beeld te krijgen. De groep Virtueel Bouwen is onderverdeeld in twee delen. Één deel met visualisaties en simulaties, deze groep gebruikt vrijwel geen BIM (hooguit het maken van visuals van een 3D model). Het andere deel van de groep is juist constant bezig met BIM. Er zijn echter maar vier personen binnen deze groep die hier mee bezig zijn. Dit verklaart ook het grote score verschil binnen de groep. In deze groep zit namelijk de respondent met de hoogst behaalde score van alle respondenten. Dit wordt echter te niet gedaan door de overige drie respondenten waarvan twee keer 0 punten wordt behaald en één keer 4 punten. Niet alleen het lage percentage respondenten maar ook de grote verscheidenheid geeft geen reëel beeld van de BIM-volwassenheid van deze groep. De groep wel BIMmers binnen Virtueel Bouwen zijn vooral bezig met de innovaties en ontwikkelingen omtrent BIM. Voorbeelden hiervan zijn ObjectLive! (Movares, 2015) en COINS (COINS Technical Management Group, 2014), dit zijn ontwikkelingen van BIM die opgezet zijn door Movares of waar Movares onderdeel van uitmaakt. De medewerkers binnen deze groep zijn dus niet daadwerkelijk aan het BIMmen, maar vooral bezig met de ontwikkeling hiervan. Zij ondersteunen de disciplines en projecten, zorgen voor een goede implementatie van BIM en zoeken hier de juiste mogelijkheden voor. Deze personen kunnen gezien worden als de trekkers bij Movares en zijn dan ook bezig met het verspreiden van kennis en het op de kaart zetten van BIM.

In het onderzoek: De grootste invloeden op de implementatiesnelheid van het Bouw Informatie Model in de Nederlandse bouwsector, van R. Stel (Stel, 2015) wordt voor de BIM-volwassenheid onderscheid gemaakt in indicatoren van persoonsgegevens, BIM en handelingsbekwaamheid (zie bijlage 1.5 blz. 13). Dit onderscheid in indicatoren is in deze enquête niet gemaakt. Wel zijn deze indicatoren in de enquête terug te vinden. Uit het onderzoek van Stel blijkt dat met name de indicatoren voor BIM en handelingsbekwaamheid invloed hebben op de BIM-volwassenheid. De groep Constructief Ontwerpen behaalt uit beide categorieën punten. Opvallend is dat deze groep vooral goed scoort op de indicatoren van handelingsbekwaamheid. De indicatoren die hier bij horen zijn onder andere ervaring, samenwerken, communiceren, informatie delen, elkaar helpen en enthousiasmeren. Deze indicatoren geven aan dat de groep duidelijk een trekker is binnen de organisatie. Ook uit meerdere interviews blijkt dat de ervaring in deze groep het hoogst is en zij bezig zijn andere groepen in het BIM-proces mee te krijgen en te helpen (zie bijlage 3 blz. 49). Het onderzoek van Stel (Stel, 2015) valideert daarmee de werking van de enquête.

Nadat de resultaten uit de enquête zijn geanalyseerd zijn de resultaten van de enquête besproken met Jan van Wolfswinkel, Jerry van Veenendaal, Jorrit Rodermond en Jan Faber. Dit zijn personen binnen Movares die veel bezig zijn met BIM en daarom een goed beeld hebben van de stand van zaken binnen Movares. Er is daarom gekeken of het beeld dat zij hebben overeenkomt met de resultaten van de enquête. Dit beeld van de groepen komt overeen met de verwachtingen, behalve de groep Virtueel Bouwen. Ook tijdens deze bespreking viel het op dat de groep Virtueel Bouwen, waarvan de naam doet vermoeden dat er aan BIM wordt gewerkt, zo laag scoort. Echter is de uitkomst gezien de verdeling binnen de groep niet vreemd.

3. Bepalen van de engineeringskosten

De engineeringskosten voor Movares zijn alle kosten die zij maken voor de opdracht van de opdrachtgever. Voor meer informatie over de engineeringskosten en de werkzaamheden die daarbij horen zie bijlage 4 blz. 68.

3.1 Bepalen van de engineeringskosten binnen Movares

Voor Movares zijn de kosten grotendeels de uren die werknemers nodig hebben om de opdracht uit te voeren. Dit is ongeveer 95% van de totale engineeringskosten. Daarnaast zijn er nog bijkomende kosten voor het printen van tekeningen, reiskosten, software enz. dit is de overgebleven 5% van de totale engineeringskosten. Om de engineeringskosten te bepalen moeten de uren bepaald worden die nodig zijn om de opdracht uit te kunnen voeren. Als er een opdracht verstrekt wordt, meestal via een aanbesteding, wordt er een projectleider benoemd voor het project. De projectleider bepaalt vervolgens het aantal uren dat er nodig is voor de opdracht. Dit wordt meestal gedaan door het naar ervaring inschatten van de uren. Een voorbeeld hiervan is een set tekeningen die gemaakt moet worden. De projectleider kijkt hoeveel tekeningen er gemaakt moeten worden en schat vervolgens naar ervaring in hoeveel uur er nodig is per tekening om zo op het totaal te komen. Afhankelijk van de werkzaamheden en personen die dit werk moeten doen wordt er een uurtarief gekoppeld aan deze uren. Het aantal benodigde uren wordt vervolgens vermenigvuldigd met het uurtarief waarbinnen de werkzaamheden vallen. Voor alle werkzaamheden binnen de opdracht wordt dit vervolgens gedaan waarna het totaal aantal benodigde uren en de daarbij behorende kosten bepaald kunnen worden. Uit Interviews met Jerry van Veenendaal (Veenendaal, 2015) en Arno Rol (Rol, 2015). Deze totale kosten worden vervolgens in de offerte aan de opdrachtgever verstuurd. Hieronder in figuur 6 is een voorbeeld te zien van zo'n offerte overzicht.

Fase	Aanneemsom (totaal) per Faseopdracht
1. Voorontwerp	€ 48.411,00
2. Definitief ontwerp	€ 70.488,00
3. Technisch ontwerp/Bestek	€ 66.233,00
4. Prijs- en contractvorming	€ 23.031,00
5. Bouwvoorbereiding: Bouwkundige-, Landschappelijke, Constructie- en Installatie werk- en productietekeningen.	€ 54.851,00
6. Uitvoeringsfase: controle en adviserend bouwkundige, landschappelijke, constructie- en installatie werkzaamheden	€ 61.986,00
Totale aanneemsom	€ 325.000,00 excl. BTW

Figuur 6: Kostenoverzicht in de offerte voor de opdrachtgever

Doordat de kosten grotendeels worden bepaald door gebruik van ervaring, zijn de kosten enigszins afhankelijk van wie de projectleider is. Vaak wordt er ter controle gebruik gemaakt van percentages van de bouwsom om de engineeringskosten aan te geven. Deze percentages en verdelingen in fases zijn terug te vinden in de SR'97 (Koninklijke Maatschappij tot Bevordering der Bouwkunst, Bond van Nederlandse Architecten, 1997). Deze percentages houden echter niet goed rekening met de complexiteit van een bouwwerk. De bouwsom van twee verschillende bouwwerken kan namelijk wel gelijk zijn maar het ene bouwwerk kan een stuk complexer zijn dan het andere. Voor het meer

complexe bouwwerk is dan ook meer engineering en dus meer tijd en geld nodig. Deze percentages worden daarom vaak alleen ter indicatie gebruikt om te kijken of de kosten die bepaald zijn niet te veel afwijken. De opgestelde uren en kosten van de projectleider zijn doorslaggevend voor de uiteindelijk geraamde kosten in de offerte.

Doordat de engineeringskosten door gebruik van ervaring worden bepaald heeft dit gevolgen voor projecten die gemaakt worden in 3D. Doordat er voor het werken met een 3D model minder ervaring is zijn ook de hoeveelheid benodigde uren door de projectleider lastiger in te schatten. Interview Jerry van Veenendaal (Veenendaal, 2015). Dit heeft niet alleen met de ervaring van de projectleider te maken maar ook met de ervaring van de 3D modelleur. Een meer ervaren modelleur werkt sneller dan een minder ervaren modelleur. Daarnaast is ook het gegeven voorbeeld van het tellen van tekeningen bij een 3D model niet meer mogelijk.

Budget

Wanneer de opdracht door de opdrachtgever wordt gegund wordt er door de projectleider een budget vastgesteld. Dit is het budget waarbinnen Movares de opdracht uit zou moeten voeren. Veel projecten gaan via een vaste prijs. De kosten die Movares buiten het budget maakt zijn dan dus voor eigen rekening, tenzij het meerwerk betreft.

projectfase	budget		%
totaal	€	325.000	100,0%
VO	€	40.000	12,3%
DO	€	60.000	18,5%
Bestek	€	55.000	16,9%
P&L	€	20.000	6,2%
BV	€	50.000	15,4%
U	€	55.000	16,9%
OFF	€	15.000	4,6%
Reserve	€	15.000	4,6%
W&R	€	15.000	4,6%

Figuur 7: Overall Budget

Voor het daadwerkelijk te bestede budget gaan de kosten voor het maken van de offerte, reserve en de winst & risico van het totaal af. In het geval van Figuur 7 houdt dit in dat € 45.000 van het totaal af gaat. Het totale budget dat dan nog besteed mag worden is € 280.000. Binnen dit bedrag moeten alle werkzaamheden van het project uitgevoerd worden om binnen het budget te blijven. Het budget komt dan dus lager te liggen als de aangegeven kosten in de offerte.

In het geval van een opdracht in regie is dit verhaal anders. Bij dit soort opdrachten worden de uren aan de opdrachtgever per periode doorgegeven. Op deze manier heeft de opdrachtgever dus meer zicht op wat er gebeurt en waar hij voor betaald.

Doordat er van te voren ingeschat wordt hoeveel uur benodigd is voor een project kan deze informatie gebruikt worden bij de casestudies. Door deze informatie kan er gekeken worden hoe goed de schatting van uren voor het ontwerpen in 3D op dit moment gemaakt worden. Een verschil in budget en bestede uren kan daarom twee redenen hebben. Of er zijn te veel uren gebruikt of de schatting van te voren is niet goed geweest.

4. De engineeringskosten voor projecten van Movares

Om een beeld te krijgen van de engineeringskosten die benodigd zijn voor de projecten van Movares is er een analyse gedaan door middel van verschillende casestudies. (De gehele analyse met alle casestudies is te vinden in bijlage 5 blz. 74). De gebruikte projecten zijn in overleg met mijn begeleider gekozen. Over deze projecten is informatie opgezocht in de vorm van offertes, begrote manuren en gebruikte manuren. Bij de analyse ligt de nadruk op de uren en niet op de kosten. Zoals in het vorige hoofdstuk al is aangegeven bepalen de hoeveelheid uren ook de kosten. Daardoor zegt de hoeveelheid bestede uren van een project meer dan de daadwerkelijke kosten. De kosten van de uren zijn afhankelijk van de tariefgroepen waar binnen de uren horen. Uren geven daarom een betere vergelijking dan kosten.

Uit de enquête en interviews is gebleken dat Movares vooral ontwerpt in 3D. Het geometrische 3D model wordt gebruikt om het ontwerp te maken. Het informatie koppelen aan het model en het gebruik hier van wordt in minder mate gedaan. De projecten zijn daarom geanalyseerd op het ontwerpen in 3D. Daarvoor is gebruik gemaakt van de tekenuren en modelleeruren om het verschil in 2D ontwerpen en 3D ontwerpen aan te geven. Naast de tekenuren en modelleeruren zijn ook de projectmanagementuren van de projecten bepaald. Dit is gedaan om te kijken of het werken in 3D gevolgen heeft voor de benodigde tijd voor projectmanagement.

Door de begrote budget uren en uiteindelijk bestede uren naast elkaar te leggen is het verschil in uren bepaald. De bestede manuren zijn gebruikt om te bepalen welk percentage tekenuren of modelleeruren en projectmanagementuren er binnen een project nodig zijn. Door de gebruikte manuren voor het tekenwerk en projectmanagement te delen door het totaal aantal gebruikte uren van het project kan het percentage bestede uren van de onderdelen bepaald worden. Dit percentage is gebruikt om het verschil in grote van de projecten op te vangen. Per project zijn de bestede uren in een overzicht op persoonsniveau te achter halen. De uren worden vaak op categorie geboekt waardoor uit het overzicht is te halen wat voor soort uren het zijn. Daarnaast is op naamsniveau te achterhalen welke werkzaamheden de personen hebben uitgevoerd. Zo zijn modelleurs bij Movares alleen bezig met het modelleren waardoor deze uren goed als modelleeruren uit het overzicht gehaald kunnen worden.

4.1 Engineeringskosten van projecten op de traditionele manier

Met projecten die uitgevoerd zijn op de traditionele manier worden projecten bedoeld die getekend zijn in 2D. Binnen Movares is het op dit moment lastig projecten te vinden die in 2D getekend zijn. Dit komt doordat Movares al sinds circa 2007 bezig is met het ontwerpen in 3D. Projecten geheel in 2D worden op dit moment zo goed als niet meer gemaakt. De gegevens van projecten in 2D achterhalen is daarom ook tegengevallen.

Voor de projecten op een traditionele manier zijn 4 bruikbare projecten gevonden, zie tabel 2.

Tabel 2: Overzicht bestede uren tekenwerk 2D projecten

Projecten	Fase	Budget	%	Besteed 2D	%	Vershil budget besteed	%
Station Utrecht perron 3,4,5	VO+	57(1794)	3%	78(1729)	5%	21(-65)	37(-4%)
	DO	416(5189)	8%	652(5447)	12%	236(606)	57%(13%)
	Totaal	473(6983)	7%	730(7176)	9%	257(541)	54%(8%)
Amsterdam RAI	VO	319(941)	34%	408(1004)	41%	89(63)	28%(7%)
GWV-projecten							
Onderdoor-gang Veenendaal	VO	68(1005)	7%	149(1908)	8%	81(903)	119%(89%)
Onderdoor-gang Nijmegen	VO	128(1882)	7%	372(5847)	6%	244(3965)	191%(211%)

Bij de projecten is onderscheid gemaakt tussen de twee stationsprojecten en de onderdoorgangen (GWV-projecten). Omdat dit twee verschillende werkvelden zijn kunnen deze projecten niet onderling met elkaar vergeleken worden.

De twee GWV-projecten komen volgens de gegevens goed overeen. Naar verhouding wordt er voor beide projecten dezelfde hoeveelheid uren begroot voor het tekenwerk (7%). Ook is naar verhouding circa hetzelfde percentage uren aan tekenwerk besteed (8% en 6%). De daadwerkelijk bestede uren van de projecten tonen wel een duidelijk verschil. Bij de onderdoorgang in Nijmegen is circa drie keer zoveel tijd besteed. De verhouding in bestede tekenuren blijft echter wel nagenoeg hetzelfde.

Bij de twee stationsprojecten is wel een groot verschil te zien. De grote van het project scheelt behoorlijk van elkaar. Het ene project is circa 1000 uur en het andere project is circa 7000 uur. Daarnaast is er ook een verschil in disciplines te zien in de projecten. Het project Amsterdam RAI is een integraal project geweest en de perronkappen in Utrecht zijn alleen constructief uitgewerkt. Wanneer er naar het percentage tekenuren gekeken wordt zit hier een groot verschil in. Niet alleen het aantal bestede uren maar ook het budget verschilt van elkaar. Bij het station Utrecht blijft de verhouding in budget en bestede uren redelijk hetzelfde. Voor het station Amsterdam RAI is naar verhouding een groter verschil te zien. Het daadwerkelijke verschil in uren is in dit project niet groot namelijk 63 uur. Het verschil in budget en bestede uren voor tekenwerk is 89 uur. Hieruit is op te maken dat er vooral door tekenwerk een overschrijding is. Doordat binnen dit project een groot deel van de uren is begroot voor tekenwerk en het tekenwerk ook nog is overschreden komt het hoge percentage van 41% uit.

Het zijn te weinig projecten om echt een harde conclusie te kunnen trekken. Wat betreft de twee onderdoorgangen lijkt het een goede indicatie te zijn welke verhouding tekenuren er nodig is binnen zo'n project. Wat betreft de twee stationsprojecten is het verschil zo groot dat een gemiddelde bepalen niet reëel is.

Naast de uren voor het tekenwerk zijn ook de uren voor projectmanagement bepaald. In tabel 3 is te zien wat de bestede uren aan projectmanagement zijn en wat het percentage bestede projectmanagement uren is.

Tabel 3: Overzicht projectmanagementuren

Projecten	Fase	Budget (totaal)	%	Besteed (totaal)	%	Verschil budget besteed	%
Station Utrecht perron 3,4,5	VO+	115(1794)	6%	319(1729)	18%	204	177%
	DO	558(5189)	11%	714(5447)	13%	504	240%
	Totaal	673(6983)	10%	1033(7176)	14%	360	53%
Amsterdam RAI	VO	78	8%	52	5%	-26	-33%
Onderdoorgang Veenendaal	VO	60(1005)	6%	279(1908)	15%	219	365%
Onderdoorgang Nijmegen	VO	262(1882)	14%	1111(5847)	19%	849	324%
Gemiddeld			10%		13%		

Ook in deze cijfers is het verschil in het project Amsterdam RAI en de andere projecten te zien. Het project Amsterdam RAI heeft een laag percentage bestede uren aan projectmanagement. In dit project ligt de verhouding in werkzaamheden dan ook duidelijk anders. Het tekenwerk in dit project is erg hoog en aan projectmanagement is naar verhouding een stuk minder tijd besteed. Bij de overige drie projecten liggen de percentages bestede uren aan projectmanagement dicht bij elkaar. Zie tabel 3.

4.2 Engineeringskosten van projecten met behulp van 3D

In tegenstelling tot de traditionele projecten is er voor projecten in 3D wel meer informatie beschikbaar. Zoals al aangegeven zijn de projecten geanalyseerd op het ontwerpen in 3D en niet op het toepassen van BIM. Bij de projecten is daarvoor gekeken naar de benodigde hoeveelheid modelleeruren en projectmanagement uren. De nadruk ligt op de uren die nodig zijn voor het modelleerwerk.

Voor de projecten in 3D zijn in totaal 8 projecten geanalyseerd. In Tabel 4 is een overzicht te zien van deze 8 projecten. Ook hier is onderscheid gemaakt in de utiliteitsprojecten en het GWW-project zoals ook bij de 2D projecten is gedaan. De onderdoorgang in Harderwijk is daarom apart toegelicht en wordt verder niet meer bij de overige gegevens betrokken.

Tabel 4: Totaal overzicht bestede 3D uren

Projecten	Fases	Budget Modelleren (totaal)	%	Besteed Modelleren (totaal)	%	Verschil budget & besteed	% afwijking
Steunpunt Delfgauw	VO	32 (450)	7%	198(738)	27%	166 (288)	519% (64%)
	DO	96 (658)	15%	458(1417)	35%	362 (759)	377% (115%)
	TO	160 (686)	24%	460 (1673)	27%	300 (987)	188% (144%)
	Totaal	288 (1794)	16%	1116 (3704)	30%	828 (1910)	288% (106%)
Steunpunt Houten	VO	88 (389)	23%	127 (527)	24%	39 (138)	44% (35%)
	DO	96 (567)	17%	367 (1173)	31%	271 (606)	282% (107%)
	TO	224 (476)	47%	438 (1101)	40%	214 (634)	96% (133%)
	Totaal	408 (1432)	28%	932 (2801)	33%	524 (1369)	128% (96%)
Station Amsterdam RAI	DO	640 (1748)	37%	404 (1528)	26%	-236 (-220)	-37% (-13%)
	TO/UO	240 (1634)	15%	254 (1709)	15%	14 (75)	6% (5%)
	Totaal	880 (3382)	26%	658 (3237)	20%	-222 (-145)	-25% (-4%)
Station Heerlen IN152134	VO	485 (1894)	26%	543 (2490)	22%	58 (596)	12% (31%)
Station Heerlen IN152151	VO	136 (833)	16%	195 (888)	22%	59 (55)	43% (7%)
Schiphol SmartGate	DO	(2115)		375(2375)	16%		
	TO	(2484)		311(1434)	22%		
	UO	(1278)		36(891)	4%		
	Los 3D	150		105			
	Overige geen 3D	(2644)					
	Totaal	960 (9335)	10%	827 (6588)	13%	133 (2747)	-14% (-29%)
Perronkap 8 Utrecht centraal	DO & UO	710 (2112)	34%	880 (2535)	35%	170 (423)	24% (20%)
GWV-project							
Onderdoorgang Harderwijk	VO	(4309)	-	448(6211)	7%	(1902)	(20%)
Gemiddeld			22%		25%		

De onderdoorgang

Er is maar één onderdoorgang in 3D beschikbaar. Een algemene conclusie is daarom niet uit de gegevens te halen. Wel valt er het een en ander op aan dit project. De onderdoorgang in 3D komt sterk overeen met de onderdoorgangen in 2D. Naar verhouding komt dit project namelijk op hetzelfde percentage tekenuren uit als de projecten in 2D. Dit percentage is 7% en ligt daarmee precies tussen de percentages 6% en 8% van de projecten in 2D. Ook de totale hoeveelheid uren van dit project is vergelijkbaar met de uren van het 2D project in Nijmegen. De projecten betreffen daarnaast ook allemaal de VO fase en zijn daarom goed vergelijkbaar. Voor het VO van ondergangen kan daarom geconcludeerd worden dat er weinig verschil zit tussen het ontwerpen in 2D en 3D.

Utiliteitsprojecten

In Tabel 4 zijn de gebruikte modelleeruren van de geanalyseerde projecten te zien. Bij de totaal percentages van de projecten in zijn geheel valt op dat deze uiteenlopend zijn van 13% tot 35%. Bij de projecten is daarom onderscheid gemaakt in de verschillende fases van het ontwerp. Zo zijn er projecten die doorlopen van VO t/m TO maar ook projecten waar alleen een VO is gemaakt.

Fases

Hieronder in tabel 5 is een overzicht te zien van de verkregen percentages gesorteerd op fase. De fases vormen niet gezamenlijk 100% van een project maar zijn alleen gesorteerd op fase. Zoals hierboven is aangegeven lopen de totaal percentages van de projecten uiteen. Wanneer de percentages op fase gesorteerd worden is er een betere overeenkomst te zien.

Tabel 5: Percentage bestede modelleeruren van de projecten gesorteerd op fase

Omschrijving	VO	DO	TO	UO
Percentage bestede modelleeruren	27%	35%	27%	4%
	24%	31%	40%	
	22%	26%	22%	
	22%	16%		
Gemiddeld	24%	27%	29%	4%

De perronkap 8 van Utrecht Centraal en het TO/UO van Amsterdam RAI zijn in deze tabel buiten beschouwing gelaten. Deze uren zijn niet op fase apart geboekt waardoor er niet precies gezegd kan worden welke uren bij welke fase horen. Ook over het UO in het algemeen valt niet veel te zeggen gezien hier maar één percentage van beschikbaar is. Deze fase wordt dan ook verder buiten beschouwing gelaten.

In het overzicht van de percentages zijn twee wat meer afwijkende percentages te zien. Dit is de 40% van het TO van Steunpunt Houten en de 16% van het DO van het project Smartgate. Gezien het percentage budgeturen wat er voor het TO Houten aan modelleerwerk is opgesteld is het percentage bestede uren niet heel erg opvallend. Het percentage bestede uren komt zelfs lager uit als het percentage budget dat is opgesteld. Naar verhouding kan er daarom niet gezegd worden dat het percentage afwijkt door de hoeveelheid uren die aan modelleerwerk zijn besteed. Het is echter wel opvallend dat de daadwerkelijk bestede uren aan modelleerwerk erg afwijkt van het van te voren bepaalde budget. Dit geldt voor alle fases in dit project en is ook vergelijkbaar met het steunpunt van Delfgauw. De reden hierachter is dat deze projecten volledig integraal zijn uitgewerkt. Ook is hier voor de disciplines bouwkunde, installaties en constructies een modelleur gebruikt die ook uit deze bijbehorende groep komt. Hieruit kan geconcludeerd worden dat integrale projecten met modelleers uit de eigen discipline op dit moment moeizamer verlopen. Ook Jerry van Veenendaal (Veenendaal, 2015) en Carla Molenaar (Molenaar, 2015) geven in een interview aan dat integraal werken een verbeterpunt is. De 16% van het DO van Schiphol Smartgate is juist erg laag vergeleken met de andere percentages. Hier komt dezelfde reden naar voren alleen is dit project juist niet door modelleers uit de eigen discipline gemodelleerd. Daarnaast zijn bij dit project ook niet alle disciplines betrokken. Het bouwkundige deel van het project is uitbesteed aan een andere organisatie. Deze twee redenen worden hierna verder toegelicht.

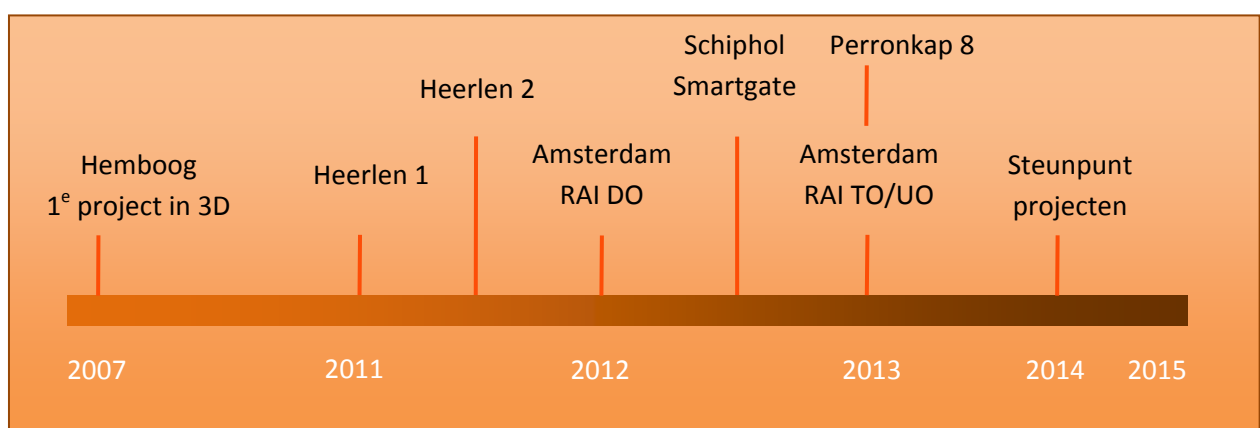
Disciplines

Naast het verschil in fases is er dus ook een verschil in disciplines binnen de projecten. Zo is al aangegeven dat bij Schiphol Smartgate het bouwkundige deel is uitbesteed, het constructieve deel en de installaties van dit project zijn wel gedaan. Terwijl de steunpunt projecten weer geheel integraal zijn ontworpen. Dit verschil in disciplines kan daarom een reden zijn in het verschil in percentages. Met name bij de steunpunt projecten komt dit verschil naar boven. Hier is duidelijk meer besteed dan bij de andere projecten. Een echte conclusie kan hier echter niet uitgehaald worden. Dit komt doordat de disciplines niet altijd door modelleers wordt gedaan uit de eigen discipline groep. De uren zijn daarom niet direct te koppelen aan een discipline maar vooral afhankelijk van wie het modelleerwerk gedaan heeft. Het komt vaker voor dat een modelleur uit de groep Constructief Ontwerp het modelleerwerk voor andere disciplines zoals installaties doet en dit dus niet door een modelleur uit de groep installaties wordt gedaan. Dit komt vooral omdat de modelleers uit de groep Constructief Ontwerpen meer ervaring hebben in het modelleren. Hier komt dan ook een interessant gegeven uit.

Ervarenheid Modelleers

Zoals hiervoor aangegeven kan er onderscheid gemaakt worden in de ervarenheid van de betrokken modelleers binnen een project. Dit is niet een geheel objectief gegeven maar zegt wel degelijk iets over de hoeveelheid benodigde uren. Binnen Movares kan er onderscheid gemaakt worden in ervaren modelleers, half ervaren modelleers en beginnende modelleers. Bij alle projecten is het percentage ervaren modelleeruren ten opzichte van de totaal bestede modelleeruren bepaald. Voor de half ervaren modelleers is de helft van de bestede uren als ervaren genomen en de helft als onervaren. Dit percentage zegt niks over hoeveel modelleers aan het project gewerkt hebben maar alleen over de hoeveelheid uren die door een ervaren modelleur zijn gemaakt. Interessant gegeven is dat alle modelleers die als ervaren worden gezien in de geanalyseerde projecten behoren tot de groep Constructief Ontwerpen. Dit is ook de groep met de hoogste BIM-volwassenheid volgens de resultaten van de enquête.

Wanneer de projecten in een tijdlijn worden gezet lopen de projecten die zijn gebruikt uiteen van 2011 tot en met 2015. In 2007 is voor het eerst gestart met het ontwerpen in 3D, dit is het project Hemboog geweest (niet gebruikt als casestudie). In de loop der tijd hebben de modelleers meer ervaring op kunnen doen. In figuur 8 zijn de gebruikte projecten in een tijdlijn neergezet.



Figuur 8 Tijdlijn geanalyseerde projecten

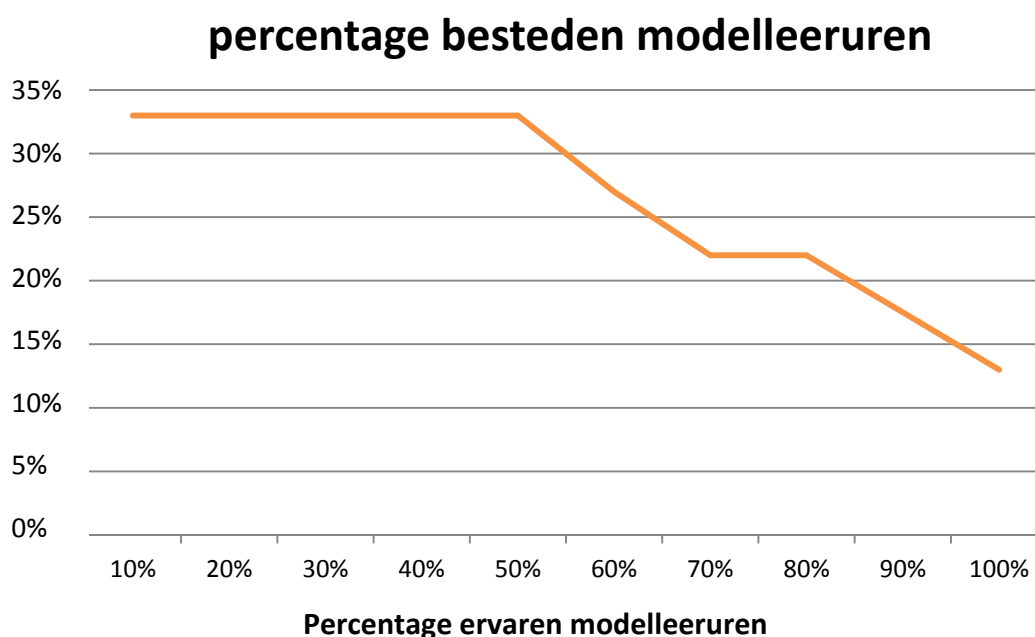
De verwachting is dat in de loop der tijd de ervaring hoger is geworden waardoor het percentage bestede uren minder wordt. Dit is echter niet geheel het geval. De steunpunt projecten en perronkap 8 van Utrecht Centraal komen in percentage bestede modelleeruren het hoogst uit van de projecten. Dit zijn echter juist de projecten die in een latere periode zijn gedaan. Hier komt de ervarenheid van de modelleers die de projecten hebben gedaan meer naar voren. In tabel 6 is dit percentage ervaren modelleeruren van de projecten te zien. De perronkap 8 en de steunpuntprojecten hebben een laag percentage ervaren modelleeruren en een hoog percentage bestede uren aan modelleerwerk. Met name bij de steunpuntprojecten komt het integraal werken in 3D meer naar voren. Bij deze projecten is het modelleerwerk door modelleers uit de bijbehorende discipline gedaan, wat bij de overige projecten niet het geval is. Het percentage bestede modelleeruren is dus vooral afhankelijk van de modelleers die aan het project hebben gewerkt.

Tabel 6: Percentage modelleerwerk door ervaren modelleers

Projecten	fases	bestede 3D uren	Bestede 3D uren ervaren modelleers	%	% bestede 3D uren binnen het project
Steunpunt Delfgauw	VO	198	126	64%	27%
	DO	458	239	52%	35%
	TO	460	215	47%	27%
	Totaal	1116	580	52%	30%
Steunpunt Houten	VO	127	14	3%	24%
	DO	367	129	11%	31%
	TO	438	133	12%	40%
	Totaal	932	276	30%	33%
Station Amsterdam RAI	DO	404	204	50%	26%
	TO/UO	254	254	100%	15%
	Totaal	658	458	70%	20%
Station Heerlen IN152134	VO	543	374	69%	22%
Station Heerlen IN152151	VO	195	154	79%	22%
Schiphol Smartgate	DO	375	365	97%	16%
	TO	311	311	100%	22%
	UO	36	36	100%	4%
	Totaal	827	817	99%	13%
Perronkap 8 Utrecht Centraal	DO & UO	880	428	49%	35%
Onderdoorgang Harderwijk	VO	448	92	21%	7%

De twee rechter kolommen laten een lijn zien in ervarenheid en benodigde uren. Het Steunpunt Houten is hierop een uitzondering. Dit ontwerp is een bijna identiek ontwerp aan dat van Delfgauw. Dit komt terug in de hoeveelheid ervaren modelleeruren van Houten, dit is erg laag vergeleken met de andere projecten. Doordat het ontwerp vrijwel identiek is komt hier duidelijk de ervaring naar voren die meegenomen is uit het voorgaande project in Delfgauw. Het percentage ervaren modelleeruren in dit project zegt dus niet veel vanwege het kopieereffect. Er is echter nog wel veel uur aan modelleerwerk besteed in dit project. Bij de overige projecten is wel duidelijk een lijn te zien in ervarenheid en benodigde uren voor het modelleren. In grafiek 3 is deze lijn aangegeven.

Grafiek 3: Percentage bestede modelleeruren tegenover het percentage ervaren modelleeruren



In de grafiek is een duidelijk dalende lijn te zien naar mate het percentage ervaren modelleeruren toeneemt. Dit houdt in dat bij projecten met ervaren modelleers minder uren nodig zijn en dat de projecten waar minder ervaren modelleers aan hebben gewerkt naar verwachting lager uit zouden komen wanneer dit wel ervaren modelleers zouden zijn geweest. Naast dit verschil in percentages is er ook een verschil te zien in de overschrijding van het budget. Bij de twee steunpunten waar het percentage ervaren modelleers laag is wordt een grotere overschrijding gemaakt voor het modelleerwerk als bij de andere projecten (zie tabel 4). Ook dit duidt erop dat minder ervaren modelleers meer tijd nodig hebben om een model te maken en ook sneller over het budget heen gaan. Uiteraard zijn ook de fases van invloed op de benodigde uren, dit is duidelijk te zien bij het project Smartgate waar alle fases vrijwel hetzelfde percentage ervaren modelleeruren hebben. Voor de grafiek is daarom uit gegaan van de percentages van de totale projecten.

Tot 50% is een rechte lijn te zien omdat hier geen gegevens van zijn. Voor 50% zijn twee percentages bestede modelleeruren beschikbaar, namelijk 30% (Delfgauw) en 35% (Perronkap 8). Hier is voor de grafiek het gemiddelde genomen van 33%. Zoals aangegeven is het project Houten met 30% ervaren modelleeruren een uitzondering vanwege het kopieereffect en wordt daarom niet meegenomen. Wanneer het Steunpunt in Houten echter wel wordt meegenomen in de grafiek komt hier hetzelfde percentage van 33% uit wat de rechte lijn ook aangeeft, dit kan echter ook geheel toeval zijn. Bij 70% ontstaat een knik op 22% bestede modelleeruren. Hier is uitgegaan van het project in Heerlen (69%) omdat dit hoger is dan de 20% van het project RAI(70%). Het volgende punt is het tweede project van Heerlen met 79% ervaren uren, dit project heeft eveneens een percentage van 22% wat de rechte lijn aangeeft. Het volgende en laatste punt is 13% bestede modelleeruren bij 99% ervarenheid van het project Smartgate. Over het algemeen is er dus een dalende lijn te zien naar mate de ervarenheid van de modelleers binnen een project groter wordt. Uit het interview met Ernst Vermeulen (Vermeulen, 2015) blijkt dat zijn waarneming omtrent de ervarenheid van modelleers en de benodigde tijd overeenkomt met de verkregen gegevens.

Algemene conclusie modelleerwerk

Zoals aangegeven zijn er een aantal verschillen in de projecten te vinden. Toch is er wel enigszins overeenstemming met elkaar. Voor elk project is een verklaring waarom het percentage bestede modelleeruren zo uitkomt. Dit heeft alles te maken met de fases, disciplines en ervaringen binnen deze projecten. Zoals uit grafiek 3 blijkt is vooral in ervaringen een duidelijk lijn te zien in percentages.

Zo komen de twee steunpunten ongeveer hetzelfde uit qua percentage. Dit geldt ook voor de drie stationsprojecten van Amsterdam en Heerlen. De twee projecten Schiphol Smartgate en de perronkap in Utrecht zijn niet geheel vergelijkbaar met elkaar en wijken dan ook meer af. Schiphol Smartgate is een groot project waarvan het bouwkundige deel is uitbesteed. Daarnaast is dit project ook bijna volledig door ervaren modelleers gedaan. De perronkap 8 van Utrecht centraal toont overeenstemming met het steunpunt in Delfgauw. Deze projecten hebben hetzelfde percentage ervaren modelleeruren (circa 50%). Dit is ook duidelijk in het percentage besteden modelleeruren terug te zien.

De onderdoorgang in Harderwijk is een meer civiel technisch project en daarom niet vergelijkbaar met de andere projecten. Dit project wijkt dan ook qua percentages erg af. In vergelijking met de twee onderdoorgangen in 2D is de afwijking juist erg laag. De percentages komen nagenoeg hetzelfde uit in 2D en in 3D. Binnen deze projecten is het percentage tekenwerk erg laag doordat er meer andere werkzaamheden worden gedaan. Het ontwerpen in 3D heeft hier daarom minder invloed op. Ook de ervaringen van de modelleers met 21% ervaren modelleeruren lijkt weinig invloed te hebben op de benodigde tijd voor het modelleerwerk. Zoals al aangegeven is de focus meer op de utiliteitsprojecten gelegd. Om een goede conclusie te kunnen trekken voor projecten uit de GWW-sector is nader onderzoek nodig.

Gezien alle gegevens is het gemiddelde percentage van 25% modelleerwerk een goed gemiddelde van de bestede modelleeruren voor utiliteitsprojecten. Dit is zoals aangegeven afhankelijk van de hoeveelheid betrokken fases, disciplines en ervaringen van de projectleden. Ook moet er rekening mee gehouden worden dat elk project anders verloopt. Dit geldt voor zowel 3D als 2D. Bij alle projecten kunnen meevallers of tegenslagen zijn. Dit kan allerlei soorten redenen hebben wat vervolgens invloed heeft op de bestede uren binnen een project. Dit percentage geeft echter wel een richtlijn van wat er benodigd is aan modelleerwerk.

De vergelijking met 2D projecten is moeilijk te maken. De twee projecten die beschikbaar zijn lopen erg uiteen en een gemiddelde bepalen van deze projecten is dan ook niet reëel. Het VO van Amsterdam RAI komt erg hoog uit wat niet echt gezien kan worden als een gemiddeld project. Gezien het feit dat een DO fase normaliter hoger uitkomt als een VO fase zou dit betekenen dat het percentage nog hoger zou worden. De DO fase van dit project is in 3D uitgevoerd en komt op een flink lager percentage van 26% uit. Hieruit kan geconcludeerd worden dat het tekenwerk in het VO erg hoog is geweest en dus niet gezien kan worden als een gemiddeld project. Het project in Utrecht geeft een betere indicatie van het percentage tekenwerk in 2D projecten maar is daarmee te weinig om als gemiddeld te zien. Over het algemeen lijkt het er wel op dat het ontwerpen in 3D meer tijd vergt als het ontwerpen in 2D.

Projectmanagement

Naast de bestede modelleeruren is er ook gekeken naar de bestede uren voor projectmanagement. De vraag hier achter was of er een verschil te zien is in projectmanagement wanneer er in 3D ontworpen wordt. Hieronder in tabel 7 is het overzicht van de bestede projectmanagement uren te zien.

Tabel 7: Overzicht projectmanagementuren

Projecten	Fases	Budget PRM (totaal)	%	Besteed PRM (totaal)	%	Vershil budget & besteed	% Afwijking
Steunpunt Delfgauw	VO	40 (450)	9%	124 (738)	17%	84	210%
	DO	56 (658)	9%	202 (1417)	14%	146	261%
	TO	40 (686)	6%	117 (1673)	7%	77	293%
	Totaal	136 (1794)	8%	443 (3704)	12%	307	226%
Steunpunt Houten	VO	44 (389)	11%	101 (527)	11%	57	130%
	DO	24 (567)	4%	222 (1173)	19%	198	825%
	TO	32 (476)	7%	52 (1101)	4%	20	63%
	Totaal	100 (1432)	7%	375 (2801)	13%	275	275%
Station Amsterdam RAI	DO	26 (1748)	1%	23 (1528)	1%	-3	-12%
	TO/UO	75 (1634)	5%	68 (1709)	4%	-7	-9%
	Totaal	101 (3382)	3%	91 (3237)	3%	-10	-10%
Station Heerlen IN152134	VO	362 (1894)	19%	340 (2490)	25%	-22	-6%
Station Heerlen IN152151	VO	24 (833)	3%	110 (888)	12%	86	358%
Schiphol SmartGate	VO	160(644)	25%	364 (856)	23%	204	128%
	DO	478(2155)	22%	604(2375)	25%	126	26%
	TO	578(2484)	23%	370(1434)	23%	-267	-46%
	UO	277(1278)	22%	84(891)	10%	-241	-87%
	PRM	289		13		-276	-96%
	back-office						
	Totaal	1782(9335)	19%	1435 (6588)	22%	-347	-19%
Perronkap 8 Utrecht centraal	DO & UO	338 (2112)	16%	269 (2535)	11%	-69	-20%
Onderdoor-gang Harderwijk	VO	282 (4309)	7%	982(6211)	16%	700	248%
Gemiddeld			10%		14%		

Zoals te zien in de tabel wijken de percentages projectmanagementuren minder van elkaar af dan de modelleeruren binnen de projecten. Hierin zijn twee uitschieters te zien namelijk Station RAI met 3% en Station Heerlen met 25%. Gemiddeld gezien komt het budget uit op 10% en de bestede uren op 14%. Voor de 2D projecten is dit 10% voor het budget en 13% voor de bestede uren. Naar verhouding is er dus weinig verschil te zien tussen het ontwerpen in 2D en in 3D.

5. De effectiviteit van 3D ontwerpen (BIM)

Om de effectiviteit van BIM te kunnen bepalen moet er eerst duidelijkheid zijn wat effectiviteit precies is. Effectiviteit heeft betrekking op de uitkomst van dat wat je wilt bereiken, met andere woorden het doel moet behaald worden (*doeltreffend*) (Van Dale Woordenboek, 2015). Dit komt neer op het leveren van een kwalitatief goed product in zo weinig mogelijk tijd, waardoor er dus kosten bespaard kunnen worden. Voor de effectiviteit wordt er daarom onderscheid gemaakt in kwaliteit, tijd en geld.

Kwaliteit van het te leveren product

In vergelijking tot traditioneel werk levert BIM een kwalitatief beter product op. In alle interviews (bijlage 3 blz. 49) wordt aangegeven dat het gebruik van BIM een betere kwaliteit levert. Dit komt met name doordat het ontwerp volledig uitgewerkt wordt en de fouten er uit gehaald worden. Dit wordt gedaan door middel van clash-controls. Bij deze clash-controls worden clashes aangegeven in het model waarna dit aangepast kan worden. Er is dus meer zekerheid dat het ontwerp klopt en dat alles past zoals het ook in het model staat. Dit geeft vervolgens voordelen bij de uitvoering. Volgens (De BIM specialist, 2014) wordt BIM zelfs gedefinieerd als de oplossing op faalkosten die maakt dat alle relevante informatie gedurende het hele bouwproces wordt opgeslagen, gebruikt en beheerd in een digitaal (3D) gebouwmodel. Bij Movares wordt ook gemerkt dat er minder onduidelijkheden en vragen terug komen bij het gebruik van een 3D model, dit blijkt uit een Interview met Jorrit Rodermond (Rodermond, 2015). Ook Carla Molenaar (Molenaar, 2015) geeft aan dat de opdrachtgever het ontwerpen in 3D zeer waardeert. Het visuele beeld draagt bij aan de tevredenheid, dit geldt met name bij opdrachtgevers die minder technisch zijn. De opdrachtgevers kunnen dankzij het 3D model het ontwerp direct goed zien. Het gevolg is wel dat zij hierdoor vaker wijzigingen in het ontwerp willen.

BIM draait echter niet alleen om het model maar ook om de informatie (data) die er in zit en hoe met deze informatie wordt omgegaan. Wanneer dit goed gedaan wordt is er meer informatie uit te halen dan uit 2D tekeningen. Zoals eerder al aangegeven is Movares op dit moment vooral nog bezig met het ontwerpen in 3D. Het koppelen van informatie (data) wordt dan ook nog in mindere mate gedaan. Arno Rol (Rol, 2015) is van mening dat het koppelen van deze informatie (data) pas echt zorgt dat BIM effectief wordt. Ook uit onderzoek is gebleken dat door gebruik van BIM faalkosten tijdens de realisatie voorkomen kunnen worden. (Faalkosten voorkomen tijdens de realisatiefase met interventie van BIM) (Sewlal, 2012). Uit dit onderzoek blijkt dat voor een groot deel gebrekkige communicatie en informatiedeling zorgt voor faalkosten. Door het gebruik van BIM wordt deze communicatie, informatiedeling en de samenwerking verbeterd. Doordat met BIM een centraal model gebruikt wordt waar alle informatie in is gekoppeld, hebben de projectleden/partijen ook dezelfde informatie tot hun beschikking, waardoor er minder snel verwarring ontstaat. Dit draagt vervolgens weer bij aan een betere kwaliteit. Wanneer Movares dus meer doet aan het koppelen van informatie en het gebruik hiervan zal de kwaliteit dus nog meer verbeteren.

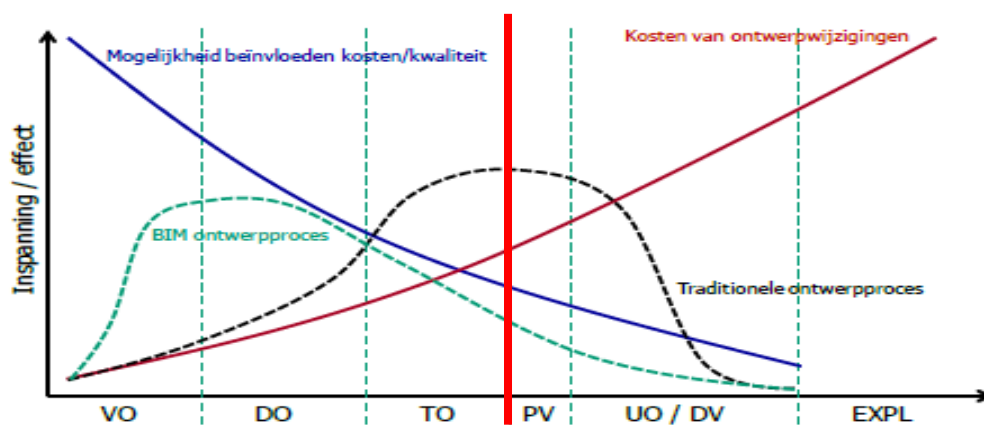
De kwaliteit die uiteindelijk geleverd wordt is echter sterk afhankelijk van de ervaring met werken het werken met BIM. Dit geldt niet alleen voor de ervaring in modelleren maar dus ook voor het koppelen, gebruiken en delen van informatie (data). De ervaring van de modelleurs en overige projectleden is dus van belang voor een goede kwaliteit en een goed BIM-proces.

Tijd en geld

Naast kwaliteit spelen ook de twee factoren tijd en geld een rol. Deze twee factoren staan in verbinding met elkaar. Hoe meer tijd er nodig is hoe meer kosten dit met zich meebrengt. Dit komt er op neer dat hoe sneller een ontwerp gemaakt kan worden hoe goedkoper het ontwerp is. Movares is nog volop in de ontwikkelfase wat het toepassen van BIM betreft blijkt uit meerdere interviews (bijlage 3 blz. 49). Daardoor gaat veel tijd nog verloren aan het opdoen van ervaring en het integreren van het BIM-proces. Dit proces is echter een investering voor de toekomst.

Verschuiving in het ontwerpproces

Het ontwerpproces bij gebruik van BIM verschuift. Bij het gebruik van BIM wordt er meer inspanning (tijd en geld) gevraagd in de voorfase van het ontwerp wat vervolgens later in het proces weer minder wordt. In figuur 9 is deze verschuiving te zien (Spekkink, 2012). Ook in interviews met Jorrit Rodermond (Rodermond, 2015), Carla Molenaar (Molenaar, 2015) en Jerry van Veenendaal (Veenendaal, 2015) wordt deze verschuiving in het proces aangegeven. Movares merkt dus zelf ook dat deze verschuiving plaats vind. Dit komt doordat er meer werk verricht moet worden in de voorfase van het proces.



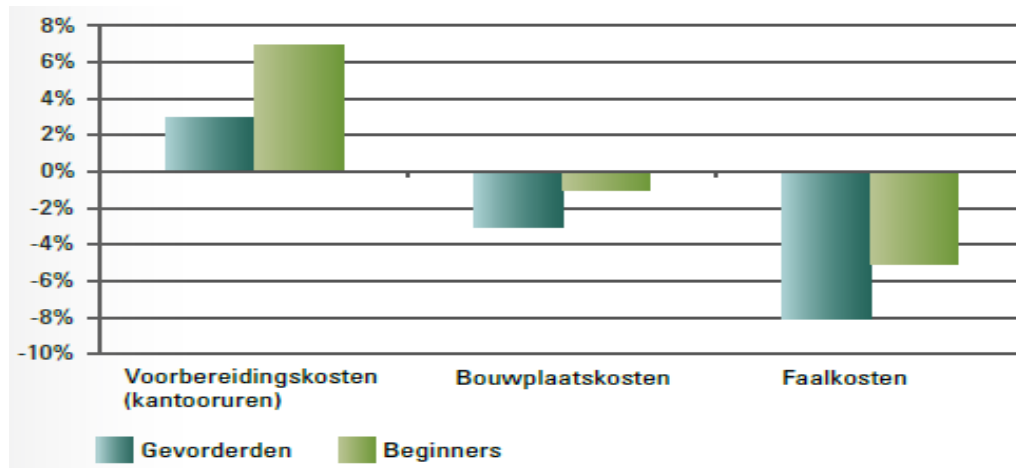
Figuur 9: verschil in de verdeling van ontwerpinspanningen tussen het traditionele en het BIM-ondersteunde ontwerpproces (inspanning in tijd en geld) (Detailniveau BIM per fase, Dik Spekkink, 2012)

Uit het onderzoek BIM biedt bouw business blz.23 (ABN AMRO en Bouwend Nederland, 2012) blijkt ook dat BIM extra tijd kost in de voorbereiding. “BIM kost extra voorbereidingstijd omdat het ontwerp volledig wordt uitgewerkt en alle fouten uit het ontwerp worden gehaald. Dat leidt tot een efficiëntere uitvoering en minder fouten. De extra voorbereidingstijd betaald zich dus terug”. Daarnaast blijkt ook dat deze extra tijd afneemt naar mate er meer ervaring is. De lijn van het BIM ontwerpproces in figuur 9 is dan ook afhankelijk van de ervaring die er is. Bij een lagere ervarenheid zal de lijn voor het ontwerpproces hoger zijn dan bij een hogere ervarenheid. Terugkoppelend op de projecten ligt de lijn van bijvoorbeeld het steunpuntproject Delfgauw hoger dan de lijn van het project Schiphol Smartgate.

De percentages modelleeruren uit tabel 5 tonen overeenkomst met de lijn van het BIM ontwerpproces in figuur 9. Met name voor de VO en DO fase is te zien dat de gemiddelde vrij dicht bij elkaar liggen, namelijk 24% en 27%. In figuur 9 daalt deze lijn vervolgens in de TO fase dit komt echter niet overeen met de verkregen gegevens, wat met name komt door de hoge uitschieter van 40%. Het lage percentage van 4% voor het UO past wel binnen de lijn van figuur 9. Hier is echter

maar één percentage van beschikbaar en daarom niet geheel betrouwbaar. De gegevens en conclusies zijn daarom voornamelijk gericht op de voorfase van het ontwerpproces, dit is aangegeven met dikgedrukte rode lijn.

In onderstaande figuur 10, afkomstig uit het onderzoek BIM biedt bouw business (ABN AMRO en Bouwend Nederland, 2012), is te zien dat de kosten voor de voorbereiding hoger worden maar de bouwplaatskosten en faalkosten lager worden. Hierin is ook duidelijk het verschil in ervaring te zien. Bij de gevorderden BIMmers zijn de voorbereidingskosten minder dan beginners. Ook in het dalen van faalkosten is verschil te zien tussen gevorderden en beginners.



Figuur 10: Kostenontwikkeling door BIM(BIM biedt bouw business) (ABN AMRO en Bouwend Nederland, 2012)

Niet alleen tijdens de realisatie maar ook in latere fases biedt BIM voordelen. Bij onderhoud en renovatie kan het 3D model weer gebruikt worden. Zo kunnen wijzigingen in het model gemaakt worden wanneer dit in een latere periode nodig is, bijvoorbeeld bij renovatie. Ook bij beheer kan er voordeel gehaald worden uit BIM. Dit is met name het geval wanneer er ook data wordt gekoppeld aan het model. In het onderzoek beheren 2.0 (Bosch, 2014) wordt aangegeven dat wanneer er BIM is gebruikt beheerders en gebruikers minder tijd kwijt zijn aan het zoeken van informatie.

Extra werkzaamheden

Doordat het ontwerp volledig uitgewerkt, gecontroleerd en aangepast wordt zijn er extra werkzaamheden bij het maken van een 3D model. Het maken van wijzigingen is bij een 3D model echter wel sneller door te voeren. Dit is echter afhankelijk van de fase en hoe goed het model is opgezet. Bij de voorfase kost het meer tijd om een model op te zetten dan tekeningen in 2D te maken. Voorbeeld hiervoor is een perronkap. Er moet precies duidelijk zijn welke uitgangspunten er gebruikt worden. Stel het perron wordt vlak getekend omdat er wordt uitgegaan dat het spoor recht ligt, maar vervolgens ligt het spoor schuin. Dan moeten vervolgens de perrons ook schuin worden gemaakt en daarmee ook de trappen, liften enz. Dit kost een hoop tijd om aan te passen of er moet zelfs opnieuw begonnen worden. Het product maken kost meer tijd maar heeft wel meerwaarde. Met name het detailniveau per fase is hierbij van belang zodat er bijvoorbeeld bij een VO niet te gedetailleerd gewerkt wordt. Door gebruik van een BIM-protocol kunnen afspraken hierover goed vastgelegd worden, dit moet echter wel actiever gebruikt worden. Interview Jorrit Rodermond (Rodermond, 2015). Zoals te zien in figuur 10 behoren deze “extra” werkzaamheden in de voorfase van het BIM proces. Het moet dus niet gezien worden als extra maar als onderdeel van BIM.

Opdrachtgever

De opdrachtgever speelt een belangrijke rol bij de verschuiving in het ontwerpproces. Er moet meer geïnvesteerd worden in de voorfase wat de opdrachtgever niet altijd wilt doen, interview (Molenaar, 2015). Ook in het onderzoek van Dik Spekkink (Spekkink, 2012) wordt aangegeven dat ondanks de verschuiving er meestal nog traditionele contracten worden gesloten tussen opdrachtgevers en architecten- en adviesbureaus. De opdrachtgever is daarnaast niet altijd gewend te werken met een 3D model waardoor de opdracht vaak nog in 2D wordt uitgevraagd. Movares kiest er vaak zelf voor om het project toch in 3D uit te voeren. Dit wordt vooral gedaan voor de ontwikkeling van BIM binnen Movares. Het gevolg hiervan is dat de opdrachtgever de tekeningen in 2D verwacht zoals de opdrachtgever deze ook bij een traditioneel werkproces krijgt. Ernst Vermeulen (Vermeulen, 2015) geeft in een interview aan dat het generen van deze tekeningen veel tijd kost. Daarnaast is de informatie die op de 2D tekeningen uit het model staat niet altijd voldoende of gedetailleerd genoeg waardoor dit nog extra aangepast moet worden. Voor Movares is het echter wel van belang deze ervaring op te doen.

De samenwerking en afspraken met de opdrachtgever zijn dus zeer belangrijk. Het toepassen van BIM en niet alleen 3D ontwerpen kan deze samenwerking verbeteren. Het is dan wel van belang dat ook de opdrachtgever goed met het model en de informatie weet om te gaan. Wanneer dit proces goed loopt kan dit voorgaande problemen voorkomen. Volgens het onderzoek BIM biedt bouw business (ABN AMRO en Bouwend Nederland, 2012) zien gevorderde BIMmers de meerwaarde van BIM voor de opdrachtgever ook meer in. Deze meerwaarde bestaat uit een betere communicatie met de opdrachtgever, management van verwachtingen, een betere aansluiting op de wensen van de opdrachtgever en een hogere kwaliteit. Daarnaast worden ook een korte bouwtijd, lagere bouw- en exploitatiekosten, meer zekerheid en meer flexibiliteit als voordelen genoemd voor de opdrachtgever. Uiteindelijk zal een goede samenwerking dus ook in tijd gaan besparen.

De BIM-volwassenheid

Uit de boven genoemde gegevens kan de conclusie worden getrokken dat de BIM-volwassenheid van invloed is op de effectiviteit van BIM. De BIM-volwassenheid geeft de mate aan waarin BIM is geïntegreerd in een organisatie. De ervaring omtrent BIM is daarvoor een belangrijke indicator. Ervaring is dan ook een veelgenoemd punt dat terug komt in de interviews en literatuur. Ook in de engineeringskosten analyse is gebleken dat ervaring bepalend is voor de benodigde tijd van het ontwerpen in 3D. Zoals aangegeven is er verschil te zien in benodigde modelleeruren bij ervaren en minder ervaren modelleers. Niet geheel toevallig behoren deze ervaren modelleers tot de groep met de hoogste BIM-volwassenheid volgens de enquête. Bij de analyse van de projecten is te zien dat wanneer er alleen ervaren modelleers aan een project werken de verhouding in bestede modelleeruren lager is. Dit percentage bij ervaren modelleers ligt op circa 15%. Dit is naar verhouding met de projecten met minder ervaren modelleers een laag percentage voor het modelleerwerk. Het is echter niet mogelijk altijd alleen ervaren modelleers op een project te zetten. Meer ervaring en dus een hogere BIM-volwassenheid zorgt er dus voor dat een 3D model sneller opgezet kan worden.

Niet alleen in modelleerwerk is dit terug te zien maar ook in het integreren van BIM in de organisatie. Uit literatuur blijkt dat er meer voordelen gehaald kunnen worden in samenwerking, communicatie en informatiedeling bij het toepassen van BIM. De extra werkzaamheden als het

maken van 2D tekeningen en wijzigingen die door te weinig informatie of slechte communicatie ontstaan zullen hierdoor afnemen. Een voorbeeld hiervoor is het 3^e steunpunt project in Baarn (in de analyse niet meegenomen omdat hier nog aan gewerkt werd). Bij dit 3^e project wordt het 3D model geleverd met zo weinig mogelijk 2D tekeningen. Wanneer de opdrachtgever hier goed mee om kan gaan scheelt dit dus enorm in tijd. Interview Carla Molenaar (Molenaar, 2015). Bij het toepassen van BIM zal de BIM-volwassenheid dus hoger worden. Dit toont daarmee de invloed van de BIM-volwassenheid aan op de engineeringskosten en de effectiviteit van BIM.

Conclusie

Uit de gegevens blijkt dat BIM met name effectief is vanwege de kwaliteit en op dit moment nog niet op het gebied van tijd en geld. Het werken met een 3D model zorgt er al snel voor dat het kwalitatief gezien effectief is. Dit blijft echter wel afhankelijk van ervaring.

Qua tijd is op dit moment 3D ontwerpen niet altijd effectief. Ook hier bepaald met name de ervaring het verschil hierin. Daarnaast wordt ook het koppelen van informatie in mindere maten gedaan. Het overstappen van ontwerpen in 3D naar werken volgens de BIM methode zorgt ervoor dat de samenwerking, communicatie en informatiedeling in een project verbeterd. Juist dit proces maakt BIM voordelig zo blijkt ook uit het onderzoek (Faalkosten voorkomen tijdens de realisatiefase met interventie van BIM) (Sewlal, 2012). Door het toepassen van BIM en het goed benutten van de informatie uit het model zijn er minder extra werkzaamheden nodig en zal het proces versnelt worden. Dit scheelt vervolgens in de engineeringskosten.

Terugkoppelend naar de verschillende BIM-volwassenheidsklassen kan vanaf een BIM-starter kwalitatief gezien effectief gewerkt worden met een 3D model. Door met clash-controls de fouten uit het ontwerp te halen wordt er een betere kwaliteit geleverd. Qua tijd gezien wordt het echter pas effectief wanneer er echt volgens de BIM methode wordt gewerkt en er niet alleen wordt ontworpen in 3D. Er zal dus minimaal de klasse BIM-volwassen nodig zijn om dit te bereiken. Om op deze manier effectief met BIM te werken zullen dus meer groepen en afdelingen van Movares dit niveau moeten halen. De samenwerking met de opdrachtgever is van groot belang. Movares kan nog zo veel tijd en moeite in een model stoppen maar wanneer de opdrachtgever of aannemer niet met het model en de informatie om kunnen gaan raken de voordelen verloren. In het geval van Movares zijn er voor een echt effectief BIM project dus meerdere partijen nodig met een hoge BIM-volwassenheid.

Conclusie

Samenvatting deelvragen

1. Wat is de BIM-volwassenheid van de verschillende afdelingen/groepen van Movares?

In onderstaande tabel zijn de resultaten van de enquête over de BIM-volwassenheid van de afdelingen/groepen van RMI te zien.

Tabel 8: BIM-volwassenheid afdelingen/groepen RMI

Afdeling/groep	BIM-volwassenheidsklasse
IS - Constructief Ontwerpen	BIM-volwassen
IS - Staalbouw	BIM-afwachter
IS - Waterbouw, Geotechniek en Dynamica	BIM-afwachter
IS - Kunstwerken en Wegen	BIM-afwachter
IS - Kunstwerken Geïntegreerde Contractvormen	BIM-starter
IS - Projectmanagement	BIM-starter
GE - Infra Installaties	BIM-afwachter
GE - Gebouw Installaties	BIM-starter
GE - Gebouwen	BIM-starter
GE - Movares Energy	BIM-afwachter
PB - Virtueel Bouwen	BIM-afwachter
Afdeling: Planontwikkeling en Bouwprocessen	BIM-afwachter
Afdeling: Regio	BIM-afwachter

De groepen Constructief Ontwerpen, Gebouwen en Gebouw Installaties zijn het meest interessant geweest voor dit onderzoek. Deze groepen zijn het meest betrokken bij de projecten die geanalyseerd zijn omdat dit vooral utiliteitsprojecten zijn. De meeste groepen komen uit op BIM-afwachter, dit geeft aan dat Movares (divisie RMI) breed gezien er nog wel stappen gezet moeten worden.

2. Op welke manier worden de kosten voor de engineering door Movares bepaald?

De kosten voor de engineering bestaat uit 95% aan manuren die nodig zijn voor de opdracht. De overige 5% zijn kosten wat bestaat uit onder andere printkosten, software/hardwarekosten, reiskosten enz.. De uren die nodig zijn voor een project worden door de projectleider van het project bepaald. Dit wordt gedaan door gebruik van ervaring. De projectleider schat in hoeveel tijd er nodig is per onderdeel. Engineeringpercentages van de bouwsom (SR'97) worden gebruikt ter indicatie of de afwijking niet te groot is. Hieruit wordt de begroting van het project bepaald en vervolgens verstuurd naar de opdrachtgever.

3. Wat is de verdeling in engineeringskosten binnen een project bij een traditionele manier van werken?

Uit de vorige vraag is gebleken dat de engineeringskosten grotendeels wordt bepaald door de benodigde uren. Voor deze vraag zijn daarom offertes, begrote uren en bestede uren gebruikt. Voor de verdeling is toegespitst op het tekenwerk van de projecten, om de vergelijking met 3D te kunnen maken. Bij de engineeringskostenanalyse is gebleken dat projecten achterhalen die volledig in 2D zijn uitgewerkt erg lastig is. Dit komt met name doordat Movares al sinds 2007 is begonnen met het

ontwerpen in 3D. 2D projecten zijn nu daarom lastiger te vinden dan 3D projecten. De 2D utiliteitsprojecten die wel gevonden zijn hebben een behoorlijke afwijking van elkaar. Het is daarom uit deze gegevens niet direct te halen wat ongeveer de standaard is. Voor de vergelijking met 3D is daarom vooral gebruik gemaakt van interviews en literatuur.

4. Wat is de verdeling in engineeringskosten binnen een project bij een werkwijze met behulp van BIM?

Uit de resultaten van de enquête en uit interviews is gebleken dat Movares vooral ontwerpt in 3D. BIM wordt al wel toegepast maar in mindere mate. De projecten zijn daarom geanalyseerd op het ontwerpen in 3D en met name op de benodigde tijd van het modelleren. In de projecten is een verschil te zien in het percentage modelleren. De redenen hiervoor zijn de periode wanneer het ontwerp is gemaakt, betrokken disciplines en ervaring van de modelleers. Met name in ervaring is een lijn te zien in de benodigde tijd voor het modelleren. Het percentage bestede uren aan modelleren daalt naar mate er meer uren door een ervaren modelleur worden gedaan. Het gemiddelde percentage bestede uren aan modelleren komt uit op 25%. De invloed van ervaring komt goed naar voren bij de lage en hoge uitschieters. De lage uitschieter van 13% is voor 99% door ervaren modelleers gedaan. De hoge uitschieters zijn de integrale steunpuntprojecten en perronkap 8 van Utrecht centraal, deze projecten komen gemiddeld uit op 33% modelleren. Ook dit heeft beide met ervaring te maken, beide projecten hebben een vergelijkbare hoeveelheid ervarenmodelleeruren. De steunpunt projecten zijn daarnaast volledig integraal uitgevoerd en ook gemodelleerd door een modelleur uit de eigen groep/discipline.

5. Welk niveau van BIM-volwassenheid is er binnen een project nodig om effectief met BIM te engineeren?

Uit de vorige vraag blijkt dat ervaring een indicator is voor de benodigde hoeveelheid uren aan modelleren. Ervaring is daarnaast ook een indicator voor de BIM-volwassenheid. De modelleers binnen de geanalyseerde projecten die als ervaren worden gezien zijn dan ook allemaal afkomstig uit de hoogst scorende groep in de BIM-volwassenheid. Dit toont aan dat een hogere BIM-volwassenheid zorgt voor een effectievere en snellere manier van werken. Qua tijd gezien is er nu echter meer tijd nodig dan projecten in 2D. De verwachting is dat het integreren van BIM en niet alleen ontwerpen in 3D zal helpen om deze tijd te verminderen. Hiervoor is minimaal de klasse BIM-volwassen nodig. Uit interviews en literatuur blijkt dat BIM kwalitatief gezien al snel een meerwaarde is ten opzichte van ontwerpen in 2D. Dit heeft vooral te maken met de fouten die er uit gehaald worden en de faalkosten die daarmee vermindert worden. Dit wordt onder andere gemerkt doordat er minder vragen terug komen vanuit de opdrachtgever. Kwalitatief gezien is ontwerpen in 3D daarom al snel effectief en kan worden volstaan met een lagere BIM-volwassenheid (BIM-starter).

Hoofdvraag

Welke relatie bestaat er tussen de engineeringskosten voor projecten van Movares in de traditionele manier van werken ten opzichte van een werkwijze met behulp van BIM en welke invloed heeft de BIM-volwassenheid hierop?

Uit literatuur, interviews en de geanalyseerde projecten blijkt dat er op dit moment meer tijd en dus geld nodig is voor een werkwijze met behulp van BIM, hierbij moet worden opgemerkt dat de projecten zijn geanalyseerd op het ontwerpen in 3D en niet op het BIM proces. De stap naar de werkmethode BIM staat nog erg in de kinderschoenen en de echte invloed van een goed lopend BIM proces is op dit moment nog niet uit de gegevens van Movares te halen.

De verschuiving in het ontwerpproces zorgt voor extra tijd in de voorfase. Bij het gebruik van BIM zijn er in de voorfase van het ontwerpproces meer werkzaamheden en inspanning nodig ten opzichte van een werkwijze op de traditionele manier, blijkt uit interviews. Ook in literatuur komt naar voren dat het ontwerpproces bij gebruik van BIM meer inspanning vraagt. De extra inspanning zorgt daarentegen wel voor een betere kwaliteit en daardoor voor een efficiëntere uitvoering. Uit onderzoek blijkt ook dat deze voorbereidingstijd afneemt met ervaring. (ABN AMRO en Bouwend Nederland, 2012). (Spekkink, 2012)

Deze ervaring is ook te zien in de geanalyseerde 3D projecten. Hieruit volgt een gemiddelde percentage van 25% voor bestede modelleeruren. Hierin is een verschil te zien van 13% tot 35% in de projecten. Wanneer hier de ervaring van de modelleers naast gelegd wordt is er een lijn te zien in de percentages. Het percentage bestede modelleeruren gaat omlaag naar mate er meer uren door een ervaren modelleur zijn gemaakt. Hierin is dan ook de invloed van de BIM-volwassenheid te zien. Ervaring is een belangrijke indicator voor de BIM-volwassenheid. De modelleers die binnen Movares als ervaren worden gezien zijn dan ook afkomstig uit de hoogst scorende groep Constructief Ontwerpen in de BIM-volwassenheid. Hieruit kan geconcludeerd worden dat een hogere BIM-volwassenheid zorgt voor minder benodigde uren, dit drukt zich vervolgens weer uit in lagere engineeringskosten.

Uit de enquête en interviews blijkt dat Movares nog aan het begin staat van het werken volgens de BIM methode. Ook de groep Constructief Ontwerpen haalt maar net de klasse BIM-volwassen. De verwachting is dat met een hogere BIM-volwassenheid, en dus het echt toe passen van BIM, met name de samenwerking, communicatie en informatie uitwisseling zal verbeteren. Binnen Movares wordt dit met name zichtbaar in de integrale projecten. Bij de integrale projecten is samenwerken van groot belang voor het slagen van een project. Maar ook voor de samenwerking met andere partijen heeft dit voordelen, mits deze partijen zelf ook BIM-volwassen zijn. De kosten zullen bij een hoge BIM-volwassenheid dan naar verwachting niet meer veel verschillen met een ontwerp in 2D, de kwaliteit wordt echter wel verbeterd.

Hoe kan Movares het beste projecten uitvoeren in BIM

Zoals aangegeven bij de vorige vraag is de effectiviteit van BIM binnen een project afhankelijk van de BIM-volwassenheid. Ook is al eerder aangegeven dat Movares over het algemeen nog vooral ontwerpt in 3D en de echte stap naar BIM en het koppelen van informatie (data) nog niet gemaakt is. Voor Movares is het daarom van belang om deze stap te gaan zetten. Wanneer deze stap gezet is zal de samenwerking, communicatie en het delen van informatie verbeteren. Hierdoor kan er beter met andere partijen samengewerkt worden, het is echter wel van belang dat ook deze partijen goed met BIM om kunnen gaan.

Zoals blijkt uit de gegevens is er minder tijd nodig voor het modelleren wanneer dit gedaan wordt door ervaren modelleers. Wanneer hier ook nog een goed BIM proces wordt toegepast zullen de voordelen alleen maar groter worden.

Om zo goed mogelijk BIM toe te kunnen passen in een project is dus een hoge BIM-volwassenheid nodig van de betrokken projectleden en partijen. Dit houdt in dat Movares nu vooral de focus moet leggen op de groepen/afdelingen die op dit moment een lagere BIM-volwassenheid hebben. BIM toepassen is op dit moment wel mogelijk maar alleen wanneer er ervaren projectleden op een project gezet worden. Reëel gezien is het echter niet mogelijk om altijd alleen ervaren projectleden binnen een team te hebben.

Om een goede teamsamenstelling te hebben is het daarom belangrijk om een goede combinatie te maken in ervarenheid van de betrokken projectleden. Zoals uit de gegevens van de percentages ervaren modelleers is te halen, gaat het percentage bestede modelleeruren binnen een project omlaag wanneer er meer door een ervaren modelleur wordt gedaan. Uit de gegevens is te halen dat wanneer er circa 75% van het modelleren door een ervaren modelleur wordt gedaan het percentage modelleeruren uitkomt op circa 20%. Dit is een mooi percentage om naar te streven gezien het gemiddelde percentage van 25%.

Een goede samenstelling voor een projectteam zou dus vastgesteld kunnen worden op circa 75% ervaren modelleeruren. Deze voorwaarde kan op verschillende manieren worden ingevuld, er zal echter altijd minimaal één ervaren en één onervaren modelleur op een project gezet moeten worden. De ervaren modelleur zal dan meer uren maken als de onervaren modelleur. Er kan bijvoorbeeld ook gekozen worden voor twee ervaren modelleers en één onervaren modelleur, het werk zal op deze manier meer verdeeld zijn. Op deze manier zijn er altijd ervaren en onervaren modelleers binnen een projectteam. Dit zorgt er voor dat de minder ervaren modelleers zich goed kunnen ontwikkelen en dus altijd ondersteund worden door meer ervaren modelleers.

Door het samenvoegen van meer ervaren projectleden en minder ervaren projectleden kan de kennis omtrent BIM meer verspreid worden. Zoals ook uit de enquête is gebleken zit er een aardige kloof in BIM-volwassenheid tussen de groep Constructief Ontwerpen en de groepen die volgen. Wanneer dit niveau dichter naar elkaar getrokken wordt heeft dat voordelen voor heel Movares. Met name de meer integrale projecten waar de samenwerking met meerdere groepen en disciplines van belang is, halen hier voordeel uit.

Zoals uit de analyse blijkt is er gemiddeld genomen 25% van de tijd nodig voor modelleerwerk. Door meer ervaring in het modelleren komt dit percentage lager uit. Dit houdt echter ook in dat er nog circa 75% van de tijd naar andere werkzaamheden gaan. Dit is dus een groter deel als de tijd dat naar modelleerwerk gaat. Op dit deel valt dan ook nog winst te halen door het toepassen van BIM. Zoals aangetoond draagt BIM bij aan een betere communicatie, samenwerking en informatiedeling in een project. Dit zal daarom het gehele ontwerpproces verbeteren.

Ontwikkeling BIM binnen Movares

“BIM is about 10% technology and 90% sociology and yet today 90% of the focus in training, education and media has been on the innovative and admittedly visually appealing technology, or equally on the business model and value proposition of BIM.”

C. Hardy, Director, Office of Project Delivery at GSA Public Buildings Service Minnesota
(Straatman, Pel, & Hendriks, 2012)

De factor mens is een belangrijk onderdeel voor het goed kunnen toepassen van BIM. Het hele BIM-proces is afhankelijk van de mensen die aan dit proces deel nemen. Zoals hierboven te zien draait BIM voor 90% om het sociale aspect. De focus voor het verbeteren van BIM binnen Movares zal dan ook vooral op die gebied moeten gebeuren.

Movares is hier al mee bezig en heeft verschillende manieren om dit te doen. Zo zijn er meerdere trekkers in verschillende groepen binnen Movares aangewezen die zich bezig houden met BIM. Binnen de groep Virtueel Bouwen zijn er BIMmers constant bezig met de ontwikkeling op dit gebied, daarnaast is er ook een stuwgroep binnen Movares genaamd DreamsComeTrue. Ook deze groep houdt zich hier mee bezig. Gezamenlijk proberen zij BIM steeds meer op de kaart te zetten. Een voorbeeld hiervan is een lunchlezing “broodje BIM” bedoeld om meer aandacht te geven aan BIM binnen Movares. Ook lezingen die de slimme dingen (clash-controls & puntenwolken) van BIM aantonen dragen hier aan bij. Tijdens deze lezingen valt ook op dat er zeker animo voor is. Dit zou in de toekomst dan ook vaker moeten gebeuren.

Ook voor de communicatie en informatiedeling heeft Movares een tool bedacht. ObjectLive! is een tool om de communicatie en informatie beter te delen. Dit kan binnen Movares maar ook met externe partijen gebruikt worden. De opdrachtgever maar bijvoorbeeld ook omwonende kunnen het proces van ontwerp middels deze tool volgen. Deze tool biedt dan ook kansen die zeker benut moeten worden. Ook het gebruik van een BIM-protocol kan ondersteuning bieden bij de samenwerking. Voor sommige projecten wordt al wel een BIM-protocol gebruikt maar nog niet altijd actief. Wanneer alle afspraken omtrent BIM vast gelegd worden in een BIM-protocol en deze ook actief gebruikt zal dit samenwerking en communicatie met andere partijen verbeteren. Volgens het BIM-waardenonderzoek p.9 (IIP ICT in de Bouw, 2014) wordt door respondenten de meeste waarde van BIM toegekend aan samenwerken, informatie delen en teamwerk.

Wanneer deze werkmethode wordt opgenomen ben ik overtuigd dat dit meer voordelen voor Movares op zal leveren. Het opnemen van deze manier van werken blijft echter afhankelijk van de werknemers die hiermee moeten gaan werken. Voor sommige zijn de voordelen van BIM duidelijk en zij zien in dat er weinig andere keus is als mee gaan in dit proces. Andere zijn nog wat angstig voor deze overstap en zien hier tegenop. Aan Movares de taak alle neuzen dezelfde kant op te krijgen.

Discussie

Het onderzoek is alleen specifiek voor projecten van Movares gedaan. Vanwege de afbakening is de focus is hier gelegd op de utiliteitsprojecten van Movares. Voor ander soort projecten kunnen de resultaten daarom anders zijn. De GWW-projecten in dit onderzoek geven dit ook aan. Bij deze projecten is duidelijk te zien dat de verhoudingen anders liggen. Dit kan dus voor bijvoorbeeld woningbouw ook het geval zijn.

Hoeveelheid projecten

De hoeveelheid projecten met name voor 2D is beperkt. Binnen Movares bleek het lastig om projecten in 2D te achterhalen. Dit komt onder andere doordat er sinds 2007 al begonnen is met het ontwerpen in 3D. Om een echt goed beeld te krijgen over de bestede tekenuren van de projecten van Movares in 2D zijn meer projecten nodig. De literatuur toont echter wel aan dat het ontwerpproces verschuift bij gebruik van BIM en er meer werkzaamheden en dus tijd nodig is in de voorfase.

Beperking fases

In het onderzoek is weinig informatie over de UO fase naar voren gekomen. Het onderzoek is daarom vooral beperkt tot de fases VO t/m TO. Uit de gegevens komt voor één project de UO fase naar voren. Hier is 4% van de uren besteed aan modelleerwerk. Volgens de lijn uit figuur 10 komt dit overeen met de aanzienlijke daling in de latere fase van het ontwerp. Dit gegeven is echter te klein om hier met zekerheid iets over te kunnen zeggen.

Aanbevelingen

Fases

In het onderzoek is er onderscheid gemaakt in de fases van de projecten. Zoals in de discussie al is aangegeven betreft de verkregen informatie vooral de fases VO t/m TO. Wegens ontbrekende informatie valt er niks te zeggen over de UO fase van de projecten. Het is daarom interessant om deze fase nader te onderzoeken.

Dit zelfde geldt voor de GWW-sector in het algemeen, ook hier zijn minder projecten van onderzocht. Omdat dit meer valt binnen een civieltechnische opleiding is de focus vooral gelegd op utiliteitsprojecten. Om meer over deze sector te kunnen zeggen is een vervolgonderzoek nodig.

Bijhouden van de BIM-volwassenheid

Middels de enquête is de BIM-volwassenheid van de verschillende groepen/afdelingen bepaald. Omdat Movares volop in ontwikkeling is wat betreft BIM is het interessant om op een later moment de BIM-volwassenheid nog een keer te bekijken. Door de enquête later nogmaals binnen Movares uit te zetten kan er gekeken worden of er verschillen zijn ontstaan. Het is daarmee een handig middel om de voortgang van de BIM-volwassenheid in de gaten te houden en te peilen. Dit kan gebruikt worden om meer aandacht te geven aan groepen die achter lopen.

Bijhouden bestede uren

Van een aantal projecten zijn de bestede uren geanalyseerd en daarbij gelet op de benodigde teken/modelleeruren. Het is interessant voor Movares om aan het eind van een project een evaluatie te houden en daarbij de bestede tekenuren te bekijken. Door dit naast het budget te leggen draagt dit bij aan een betere inschatting van de uren. Ook is het zeer interessant om op deze manier de ervarenheid en de invloed van de BIM-volwassenheid bij te houden.

Bibliografie

- ABN AMRO en Bouwend Nederland. (2012). *BIM biedt bouw business*.
- BIR. (2014). *kenniskaart nr. 1*. Opgehaald van Bouw Informatie Raad: <http://www.bouwinformatieraad.nl/bir-kenniskaarten/>
- BIR. (2014). *Kenniskaart nr. 2*. Opgehaald van Bouw Informatie Raad: <http://www.bouwinformatieraad.nl/bir-kenniskaarten/>
- Bosch, A. M. (2014). *Beheren 2.0 Beheren van bouwwerken met BIM*. Delft: Technische Universiteit Delft.
- COINS Technical Management Group. (2014). *Rethinking COINS*. Bouw Informatie Raad. Opgehaald van Coinsweb.
- De BIM specialist. (2014, maart 11). *Wat is BIM?* Opgehaald van De BIMspecialist: http://www.debimspecialist.nl/wat_is_bim/
- Faber, J. (2015, 05 26). De relatie tussen engineeringskosten en BIM. (S. Bokx, Interviewer)
- Fischer, P. (2013). *Adoptie van BIM*. Amsterdam: Hogeschool van Amsterdam.
- IIP ICT in de Bouw. (2014). *BIM-waardenonderzoek*. Rotterdam: SBRCURnet.
- Koninklijke Maatschappij tot Bevordering der Bouwkunst, Bond van Nederlandse Architecten. (1997). *Standaardvoorwaarden 1997 Rechtsverhouding opdrachtgever-architect*.
- Molenaar, C. (2015, 06 09). De relatie tussen engineeringskosten en BIM. (S. Bokx, Interviewer)
- Movares. (2015). *Bouw informatie management*. Opgehaald van Movares: <https://movares.nl/werkveld/bouw-informatie-management/>
- Portier, I. (2015). De relatie tussen engineeringskosten en BIM. (S. Bokx, Interviewer)
- Rodermond, J. (2015, 05 28). De relatie tussen engineeringskosten en BIM. (S. Bokx, Interviewer)
- Rol, A. H. (2015, 05 26). De relatie tussen engineeringskosten en BIM. (S. Bokx, Interviewer)
- Sewlal, P. P. (2012). *Faalkosten voorkomen tijdens de realisatiefase met interventie van BIM*. Delft: Technische Universiteit Delft.
- Spekkink, D. (2012). *IPC voor Architecten - Collectief project BIM, Detailniveau BIM per fase*.
- Stel, R. (2015). *De grootste invloeden op de implementatiesnelheid van het Bouw Informatie Model in de Nederlandse bouwsector*. Afstudeerrapport lectoraat Duurzaam Bouwproces met BIM. Rotterdam: Hogeschool Rotterdam.
- Straatman, D. J., Pel, W., & Hendriks, I. (2012). *Aan de slag met BIM; Gewoon doen!* Zoetermeer: Bouwend Nederland, Balance&Result, de BIMspecialist.
- TNO. (2010). *BIM Quickscan*. Opgehaald van BIM quickscan: <http://bimquickscan.nl/nl/>
- Van Dale Woordenboek. (2015). Opgehaald van Van dale: <http://www.vandale.nl>
- Veenendaal, G. v. (2015, 05 22). De relatie tussen engineeringskosten en BIM. (S. Bokx, Interviewer)
- Vermeulen, E. (2015, 05 29). De relatie tussen engineeringskosten en BIM. (S. Bokx, Interviewer)
- Wit, B. d., & Jansen, S. (2014). *Handelingsbekwaamheid projectleiders & BIMvolwassenheid in de installatiebranche*. Rotterdam: Hogeschool Rotterdam.

Projectinformatie

Voor de casestudies is informatie gehaald uit de projectdocumenten van Movares. Dit geldt voor alle projecten die gebruikt zijn als casestudie. De gebruikte documenten van deze projecten zijn:

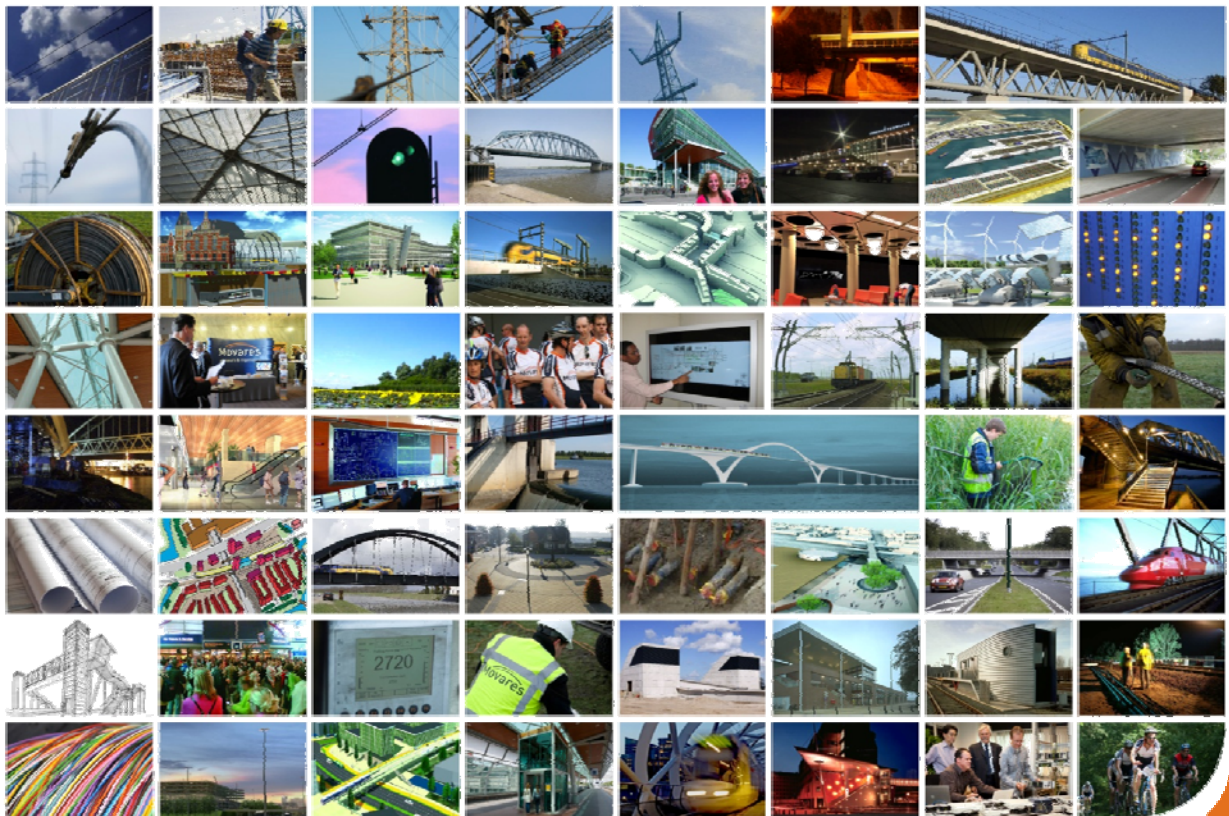
- Offertes
- Hoeveelheid begrote uren
- Hoeveelheid bestede uren

De gebruikte informatie uit deze documenten is terug te vinden in bijlage 5.

Bijlage boek

De relatie tussen engineeringskosten en BIM

Student:	Stefan Bokx
Studentnummer:	0834048
Begeleider:	ir. A.C.A Rademaker
Status:	Definitief
Versie:	1.0
Datum:	08-10-2015



Colofon

Titel

De relatie tussen engineeringskosten en BIM
Bijlageboek

Afstudeerder

Studentnummer: 0834048
Achternaam: Bokx
Voorletters: E.S.C
Roepnaam: Stefan
Adres: De Savornin Lohmanlaan 21B
Postcode: 3038 NB
Woonplaats: Rotterdam
Mobiel: 06-29217508
Email: stefanbokx@gmail.com

Hogeschool informatie

Opleiding: Bouwkunde voltijd
Hogeschool: Hogeschool Rotterdam
Adres: G.J. de Jonghweg 4-6
Postcode: 3015 GG
Plaats: Rotterdam

Naam schoolbegeleider: ir. A.C.A Rademaker
Telefoon schoolbegeleider: 06-51990999
Email schoolbegeleider: a.c.a.rademaker@hr.nl

Naam lector: dr.drs.ir.C.M. Ravesloot
Telefoon lector: 06-16910660
Email lector: christophmaria@ravesloot.nl

Bedrijfsinformatie

Naam bedrijf: Movares
Adres bedrijf: Daalseplein 100
Postcode bedrijf: 3511 SX Utrecht
Telefoon bedrijf: 030-2654314
Website bedrijf: www.movares.nl

Naam bedrijfsbegeleider: ir. J.C. van Wolfswinkel
Telefoon schoolbegeleider: 06-53121912
Email bedrijfsbegeleider: jan.van.wolfswinkel@movares.nl

Plaats van uitgave:

Utrecht

Uitgave:

Oktober 2015

Inhoudsopgave bijlage

Bijlage 1; BIM-volwassenheid	7
Bijlage 2; Enquête	31
Bijlage 3; Interviews.....	49
Bijlage 4; Engineeringskosten	67
Bijlage 5; Analyse engineeringskosten	73
Bibliografie	137

Lijst met figuren

Figuur 1: Nederlandse BIM levels (BIR).....	9
Figuur 2: Staafdiagram van gemiddelde correlatiecoëfficiënten tussen groepen van persoonsgegevens, BIM en handelingsbekwaamheid met de BIM-volwassenheid (Stel, 2015)	13
Figuur 3: Overzicht enquête resultaten deel 1	47
Figuur 4: Overzicht enquête resultaten deel 2	48
Figuur 5: Kostenoverzicht opdrachtgever(Peter Markensteijn,2014 SSK-systematiek)	69
Figuur 6: Bouwproces	72
Figuur 7: Verdeling in werkzaamheden binnen Movares	75
Figuur 8: Perronkappen station Utrecht	77
Figuur 9: Station Amsterdam RAI.....	83
Figuur 10: Onderdoorgang Veenendaal.....	87
Figuur 11: Onderdoorgang Nijmegen	91
Figuur 12: Steunpunt Delfgauw	97
Figuur 13: Steunpunt Houten	103
Figuur 14: Station Amsterdam RAI.....	109
Figuur 15: Station Amsterdam RAI.....	113
Figuur 16: Station Heerlen	117
Figuur 17: Schiphol Smartgate	123
Figuur 18: Perronkap 8 Utrecht Centraal.....	129
Figuur 19: Onderdoorgang Harderwijk Westeinde en Weisteeg.....	133

Lijst met tabellen

Tabel 1: Uren budget en besteed DO	79
Tabel 2: Uren budget en besteed VO.....	80
Tabel 3: Overzicht bestede uren 2D ontwerp en PRM	81
Tabel 4: Uren budget en besteed	86
Tabel 5: overzicht bestede uren 2D ontwerp en PRM.....	86
Tabel 6: Uren budget en besteed	88
Tabel 7: Overzicht bestede uren 2D ontwerp en PRM	89
Tabel 8: Uren budget en besteed	93

Tabel 9: Overzicht bestede uren 2D ontwerp en PRM	93
Tabel 10: Totaal overzicht bestede uren tekenwerk 2D projecten	95
Tabel 11: Totaal overzicht bestede uren projectmanagement 2D projecten	95
Tabel 12: Uren budget en besteed VO.....	99
Tabel 13: Uren budget en besteed DO	100
Tabel 14: Uren budget en besteed TO	100
Tabel 15: Overzicht bestede uren 3D ontwerp en PRM	101
Tabel 16: Uren budget en besteed VO.....	105
Tabel 17: Uren budget en besteed DO	105
Tabel 18: Uren budget en besteed TO	106
Tabel 19: Overzicht bestede uren 3D ontwerp en PRM	107
Tabel 20: Uren budget en besteed	111
Tabel 21: Overzicht bestede uren 3D ontwerp en PRM	111
Tabel 22: Uren budget en besteed	114
Tabel 23: Overzicht bestede uren 3D ontwerp en PRM	115
Tabel 24: Totaal overzicht project DO & TO/UO.....	115
Tabel 25: Uren budget en besteed IN152134 HMK Kosss 2013	120
Tabel 26: Overzicht bestede uren 3D ontwerp en PRM	120
Tabel 27: Uren budget en besteed IN152151 2014.....	121
Tabel 28: Overzicht bestede uren 3D ontwerp en PRM	121
Tabel 29: Uren begroot op functie per fase.....	125
Tabel 30: Uren budget en besteed	126
Tabel 31: Overzicht bestede uren 3D ontwerp en PRM	127
Tabel 32: Uren budget en besteed	130
Tabel 33: Overzicht bestede uren 3D ontwerp en PRM	131
Tabel 34: Uren budget en besteed	134
Tabel 35: Overzicht bestede uren 3D ontwerp en PRM	134
Tabel 36: Totaal overzicht modelleeruren van de projecten ontworpen in 3D	135
Tabel 37: Totaal overzicht van de projectmanagement uren van de projecten ontworpen in 3D	136

Bijlage 1; BIM-volwassenheid

Inhoudsopgave

Bijlage 1; BIM-volwassenheid	7
1. BIM-volwassenheid	9
1.1 Manieren om de BIM-volwassenheid te bepalen	9
1.2 Nederlandse BIM levels	9
1.3 Peilers voor de BIM-volwassenheidsgraad	11
1.4 Indicatoren voor de BIM-volwassenheid	12
1.5 Indicatoren BIM-volwassenheid verdeeld in onderdelen.....	13
1.6 TNO BIM Quickscan.....	17

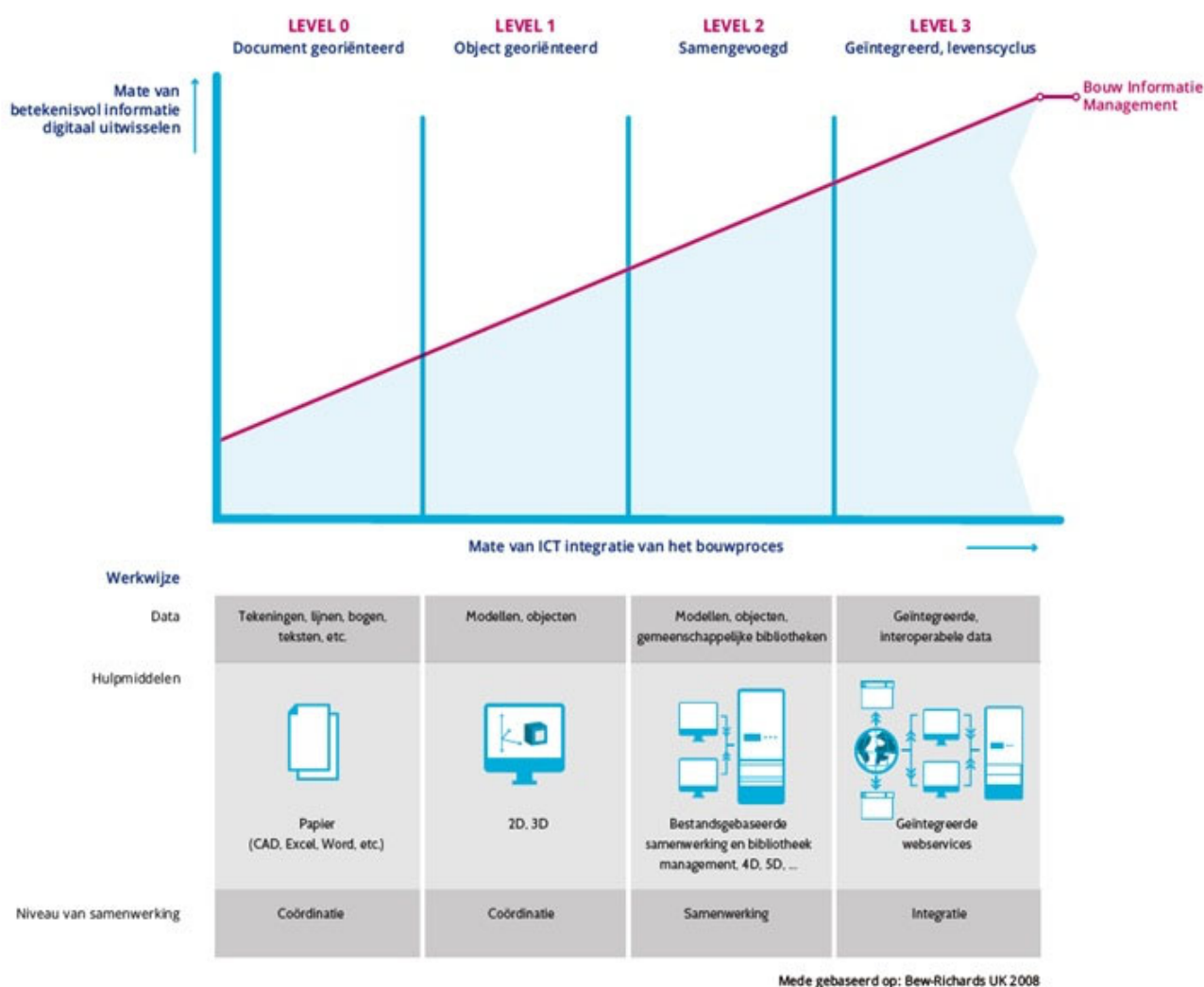
1. BIM-volwassenheid

1.1 Manieren om de BIM-volwassenheid te bepalen

De BIM-volwassenheid van een organisatie is niet volgens een specifiek model te bepalen. Er zijn een aantal mogelijkheden om te kijken hoe ver een bedrijf is met het gebruik van BIM en wat de volwassenheid van een organisatie is. Hieronder een aantal mogelijkheden om de BIM-volwassenheid te bepalen.

1.2 Nederlandse BIM levels

Dit model is een vertaling naar de Nederlandse context van het BIM maturity model. Dit is door de UK BIM Taskforce voor de Engelse overheid opgezet. Dit model is niet direct een model om de volwassenheid van een bedrijf aan te geven. Wel kan dit model aangeven hoe ver een bedrijf is met de implementatie van BIM. Het model is te onderscheiden in 4 levels (van 0 tot en met 3). Om het volgende level te behalen dienen de voorgaande levels doorlopen te zijn. In figuur 1 is het model van de Nederlandse BIM levels van de BIR te zien.



Figuur 1: Nederlandse BIM levels (BIR, 2014)

Level 0 Document georiënteerd

In dit level wordt gewerkt met teksten, lijnen, bogen, etc. deze worden digitaal verwerkt op *document* niveau, bijvoorbeeld tekeningen in CAD-programmatuur en calculaties in Excel. Dit is 'niet-intelligente' informatie, er worden geen digitale *objecten* toegepast. Op het formele overdrachtsmoment vindt vooral uitwisseling van papieren tekeningen en documenten plaats.

Level 1 Object georiënteerd

De eerste stap in de implementatie van BIM is het werken met *objecten*. Dit wordt vaak geassocieerd met het werken met 3D-objecten die in een ontwerpprogramma in een virtuele omgeving worden geplaatst. 3D is echter geen uitgangspunt, ook 2D-objecten zijn mogelijk. Kenmerkend voor dit level is de toepassing van eenduidige objecten waaraan informatie (intelligentie) is te koppelen. Er is in dit level geen sprake van integratie tussen verschillende disciplines of aspecten.

Level 2 Samengevoegd

Op dit level is het mogelijk om de in level 1 opgebouwde objectmodellen te delen. Er wordt samengewerkt op basis van een federatie (verzameling autonome) databases: ieder heeft zijn eigen model; al deze modellen worden gecombineerd in één *view model* om file based samen te werken aan een project. Ook toepassingen als planning (4D) en kostencalculaties (5D) zijn aan het model te koppelen. De partijen die de informatie delen bevinden zich veelal binnen één controleer- of beheersbare organisatie-eenheid.

Level 3 Geïntegreerd, levenscyclus

Dit is het BIM-level waarbij informatie tussen verschillende (on)bekende partijen – dus niet alleen binnen één organisatie-eenheid – wordt gedeeld via inter-operabele Open BIM-standaarden. Dit kan bijvoorbeeld in een geïntegreerde webservices-omgeving. Er wordt niet meer *file based* uitgewisseld, maar *object based*. Het bouwproces is volledig geïntegreerd in de keten. Aan het eind van level 3 wordt informatie gedeeld over de *lifecycle* in de geïntegreerde omgeving. Hierbij is er een sterke relatie met facility management en asset management.

(BIR, 2014)

De verschillende levels geven dus aan in hoeverre een organisatie gebruik maakt van BIM en hoe ver de organisatie BIM heeft geïmplementeerd. Daarnaast geeft het ook aan welke stappen nog ontbreken van de implementatie van BIM. Deze levels geven daarentegen niet direct de volwassenheid van een organisatie aan.

1.3 Peilers voor de BIM-volwassenheidsgraad

Om de BIM-volwassenheid van een organisatie te kunnen bepalen, moet er naar een aantal peilers worden gekeken namelijk:

- Mensen
- Middelen en tijd
- Samenwerking
- Werkprocedures en processen
- BIM functies
- BIM implementatie

Deze zes peilers kunnen gebruikt worden om de BIM-volwassenheid van een organisatie te bepalen.

Mensen

De mensen (medewerkers) zijn een belangrijk punt voor de BIM-volwassenheid van een organisatie. De mensen zijn uiteindelijk degene die met BIM moeten werken, hierbij is het van belang dat zij voldoende kennis en ervaring in huis hebben. Hierbij zijn niet alleen trainingen van belang maar vooral praktijkervaring is belangrijk om een hoog niveau te halen.

Middelen en tijd

Om goed gebruik te kunnen maken van BIM zijn er middelen nodig, denk hierbij aan benodigde hardware en software. Voor het gebruik van BIM zijn vaak zwaardere computers nodig en deze moeten dus ook tot de beschikking zijn van de medewerkers.

Om BIM binnen een organisatie te implementeren is tijd nodig. Zoals bij het kopje mensen al is aangegeven bepaald de kennis en ervaring van de medewerkers in hoeverre er gewerkt kan worden met BIM. Om deze benodigde kennis en ervaring op te doen is er tijd nodig. Een organisatie zal hier dus tijd vrij voor moeten maken. Naar mate een organisatie meer middelen en tijd ter beschikking stelt zal de volwassenheid van een organisatie toenemen.

Samenwerking

BIM is veelal een middel voor samenwerking hier zullen dan ook goede afspraken over gemaakt moeten worden. Niet alleen de samenwerking binnen een organisatie is belangrijk, bijvoorbeeld op projectbasis met verschillende disciplines, maar ook bedrijfsoverstijgend met andere partijen. Het werken met open uitwisselingsformaten is hierbij erg van belang. De mate van samenwerking door gebruik van BIM is daarom een goede peiler om de volwassenheid van een organisatie aan te geven.

Werkprocedures en processen

BIM kan voor velen werkprocedures en processen worden ingezet. Per organisatie/afdeling/groep is dit anders. Naar mate BIM meer geïmplementeerd is in de werkprocedures en processen zal de organisatie meer volwassen worden. Uiteindelijk moet BIM geen doel op zich zijn, maar een middel om tot een doel te komen. Wil een organisatie BIM-volwassen zijn zal BIM een onderdeel moeten worden van het alledaagse werkproces.

BIM functies

Er zijn vele functies die door gebruik van BIM uitgevoerd kunnen worden. Per organisatie is het afhankelijk welke werkzaamheden zij doen en of hier een functie van BIM voor gebruikt kan worden. Hoe meer functies er door een organisatie uitgevoerd worden met gebruik van BIM hoe meer volwassen een organisatie zal zijn.

BIM implementatie

Om BIM binnen een organisatie te kunnen implementeren zal er een plan opgesteld moeten worden. Hierbij is het vooral belangrijk te weten waar staan we nu en waar willen we naar toe? Er zal een doelstelling gemaakt moeten worden waar een bedrijf wil staan. Hierna kunnen er stappen gepland en uitgevoerd worden om deze doelstelling te bereiken.

(Fischer, 2013)

1.4 Indicatoren voor de BIM-volwassenheid

Naast de genoemde peilers zijn er ook indicatoren vastgesteld voor het bepalen van de BIM-volwassenheid. In het rapport, Handelingsbekwaamheid projectleiders & BIM-volwassenheid in de installatiebranche (Wit & Jansen, 2014) zijn de volgende indicatoren aangegeven. Deze indicatoren zijn ook door Christoph Maria Ravesloot aangegeven tijdens de BIM praktijk dag.

- Hoeveelheid medewerkers binnen een organisatie die met en zonder BIM werkt
- Soort vakdiscipline(s) van het bedrijf binnen de installatiebranche
- Soort en hoeveelheid werkzaamheden binnen marktsegmenten
- Mate waarin BIM gebruikt wordt ter ondersteuning van de interne processen van een organisatie
- Mate waarin BIM gebruikt wordt voor verbeterde samenwerking met externe partijen
- BIM klasse ter ondersteuning zijn van de interne processen van een organisatie
- Mate van implementatie van BIM of een functie van BIM in de organisatie
- Implementatie van een BIM rol in de organisatie
- Mate van deel van BIM binnen de visie van het bedrijf
- Soort rolverdeling op het gebied van BIM inclusief verantwoordelijkheden
- Mate van doorvoeren BIM rolverdeling bij bedrijven
- Duidelijkheid van de BIM doelen van de directie
- Hoeveelheid aanwijzingen van verantwoordelijke voor het werken met BIM
- Mate van efficiënt en effectief werken met BIM binnen een organisatie
- Invloed van de mensen die BIM in de organisatie introduceren op de bijbehorende Werkprocessen
- Duidelijkheid over wat de laatste afspraken zijn rondom BIM in de organisatie
- Hoeveelheid BIM-projecten binnen de organisatie
- Gebruik van BIM-informatie van partners binnen eigen organisatie
- Vorm en toepassing BIM informatiedeling voor de organisatie
- BIM data koppeling van oude projecten naar nieuwe projecten
- Gebruik van een (centrale of decentrale) modelserver in projecten
- Aanwezigheid BIM-protocol opgesteld voor afspraken met externe partijen

- Aanwezigheid functionaris binnen de organisatie die toezicht houdt op BIM projecten
- Tijdstip van betrokkenheid van een projectleider in de organisatie binnen een BIM-project
- Hoeveelheid verantwoordelijkheden van een projectleider tijdens een BIM-project
- Toedichten regierol van het BIM-proces binnen een projectgroep
- Mate van veranderende rol voor de installateur binnen een BIM-project

1.5 Indicatoren BIM-volwassenheid verdeeld in onderdelen

In het onderzoek 'De grootste invloeden op de implementatie van het Bouw Informatie Model in de Nederlandse bouwsector' van Rosanne Stel (Stel, 2015) is onderscheid gemaakt in indicatoren voor het bepalen van de BIM-volwassenheid.

De indicatoren zijn verdeeld in de onderdelen: persoonsgegevens, BIM en handelingsbekwaamheid. De indicatoren van deze onderdelen zijn weer opgedeeld in groepen:

Indicatoren van persoonsgegevens vallen in de groepen:

- Persoonlijk
- Bedrijf

Indicatoren van BIM vallen in de groepen:

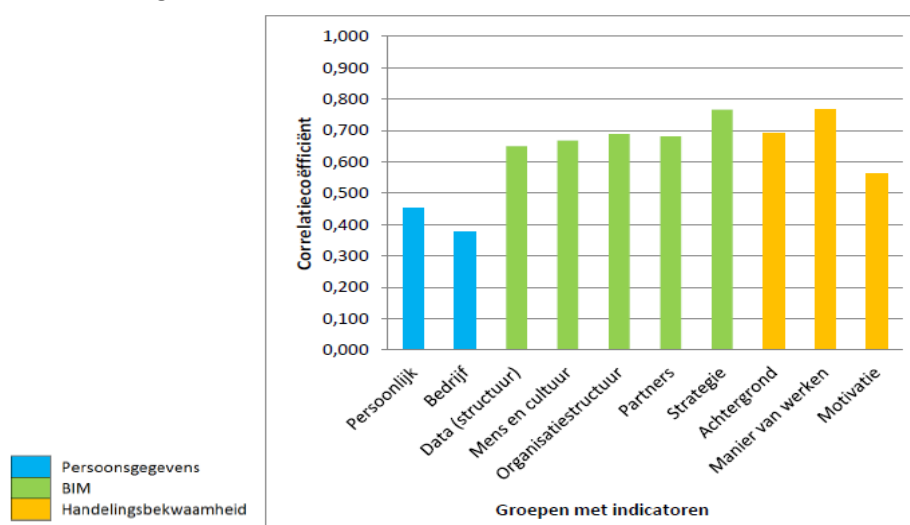
- Strategie
- Organisatiestructuur
- Partners
- Mens en cultuur

Indicatoren van handelingsbekwaamheid vallen in de groepen:

- Manier van werken
- Achtergrond
- Motivatie

Uit een enquête komen hier de groepen naar voren die het meest van invloed zijn op de BIM-volwassenheid:

1. Strategie en manier van werken
2. Organisatiestructuur en achtergrond
3. Partners
4. Mens en cultuur
5. Data(structuur)
6. Motivatie
7. Persoonlijk
8. Bedrijf



Figuur 2: Staafdiagram van gemiddelde correlatiecoëfficiënten tussen groepen van persoonsgegevens, BIM en handelingsbekwaamheid met de BIM-volwassenheid (Stel, 2015)

Hoogste correlaties indicatoren met de BIM-volwassenheid

Persoonsgegevens

Bij de persoonsgegevens heeft alleen de afwezigheid van een BIM-rol een hoge negatieve correlatiecoëfficiënt.

BIM

Bij de invloed van de indicatoren op de BIM-volwassenheid gaat het voornamelijk om het maken van en werken volgens afspraken, het toekennen van en werken volgens rollen en het delen van successen vanuit het management. Per groep hebben onderstaande vragen invloed op de BIM-volwassenheid. De onderstreepte delen zijn de indicatoren waar de vraag over gaat.

Data(structuur)

- Wordt er binnen uw organisatie gebruik gemaakt van open standaarden (IFC) bij het communiceren met bestanden?
- Zijn er binnen uw organisatie regels voor het BIM model om informatieniveaus te bepalen?

Mens en cultuur

- Worden binnen uw organisatie gegevens uit het BIM model gedeeld?
- zijn medewerkers binnen uw organisatie bekend met successen rondom BIM projecten?

Organisatiestructuur

- Wordt binnen uw organisatie aan deze BIM afspraken gehouden?
- Wordt binnen uw organisatie gewerkt volgens deze BIM rollen?
- Worden binnen uw organisatie afspraken gemaakt over de BIM-informatie uitwisseling?

Strategie

- Wordt BIM in de organisatie toegepast?
- Wordt binnen uw organisatie gewerkt volgens een BIM protocol?
- Wordt BIM gebruikt in uw primaire bedrijfsprocessen?
- Is binnen uw organisatie een BIM protocol aanwezig?

Handelingsbekwaamheid

Over de gehele handelingsbekwaamheid heeft samenwerken, communiceren, informatie delen, elkaar helpen en enthousiasmeren en ervaring met het werken in BIM projecten de grootste invloed op de BIM-volwassenheid. Per groep hebben onderstaande indicatoren hoge invloed op de BIM-volwassenheid. De onderstreepte delen zijn de indicatoren waar de vraag over gaat.

Achtergrond

- Heeft u ervaring met het werken in BIM projecten?
- Enthousiasmeert u mensen om BIM te gebruiken?

Manier van werken

- Communiqueert u binnen uw organisatie over het BIM model?
- Deelt u de door u ingevoerde informatie uit het BIM model?
- Gebruikt u BIM om beter samen te werken met interne collega's?
- Helpt u uw collega's bij het gebruik van BIM?
- Gebruikt u BIM om samen te werken met externe collega's?
- Communiqueert u buiten uw organisatie over het BIM model?

Motivatie

- Onderneemt u actie om de BIM implementatie te versnellen?

Alle indicatoren persoonsgegevens

- Geslacht
- Leeftijd
- Wat is uw hoogst genoten opleiding?
- Omvang bedrijf?
- In welke discipline is uw bedrijf werkzaam?
- Welke rol heeft u binnen het bedrijf?
- Heeft u een BIM-rol?
- Wat is BIM?
- Voor welke doeleinde wordt BIM software binnen uw organisatie gebruikt?

Alle indicatoren BIM

- Welke rol heeft u binnen het bedrijf?
- Wat is BIM?
- Ondersteunt het management in uw organisatie het BIM gebruik door het beschikbaar stellen van bijvoorbeeld hardware, software, trainingen en opleiding?
- Is BIM opgenomen in de visie en strategie van het bedrijf?
- Worden binnen uw organisatie afspraken gemaakt over de BIM-informatie uitwisseling?
- Wordt binnen uw organisatie aan deze BIM afspraken gehouden?
- Zijn binnen uw organisatie BIM rollen toegewezen?
- Heeft u een BIM-rol?
- Wordt er binnen uw organisatie gewerkt volgens deze BIM-rollen?
- Worden binnen uw organisatie gegevens uit het BIM model gedeeld?
- Wordt er binnen uw organisatie gebruik gemaakt van open standaarden (IFC) bij het communiceren met bestanden?
- Zijn binnen uw organisatie voordelen van het toepassen van BIM bekend?
- Zijn binnen uw organisatie nadelen van het toepassen van BIM bekend?
- Is binnen uw organisatie een BIM protocol aanwezig?
- Wordt binnen uw organisatie gewerkt volgens een BIM protocol?
- Is er een BIM champion in uw organisatie?
- Is er iemand in uw organisatie verantwoordelijk voor het efficiënt werken met BIM?
- Wordt BIM binnen uw organisatie in alle fasen van de levenscyclus van een gebouw gebruikt?
- Wordt door uw organisatie samengewerkt met vaste externe partners?
- Wordt er binnen uw organisatie gewerkt met een centrale modelserver?
- Voor welke doeleinden wordt BIM software binnen uw organisatie gebruikt?
- Wordt BIM gebruikt in uw primaire bedrijfsprocessen?
- Wordt er binnen uw organisatie gewerkt volgens vooraf beschreven informatiestromen?
- Zijn er binnen uw organisatie regels voor het BIM model om informatieniveaus te bepalen?
- Zijn medewerkers binnen uw organisatie op de hoogte van de laatste afspraken met BIM?
- Zijn medewerkers binnen uw organisatie bekend met successen rondom BIM projecten?
- Is er draagvlak voor het gebruik van BIM binnen uw organisatie?
- Zijn binnen uw organisatie projecten beschikbaar waar men BIM in kan oefenen zonder financiële druk?
- Wordt vanuit uw organisatie met partners gewerkt volgens vooraf beschreven BIM informatiestromen?

Alle indicatoren handelingsbekwaamheid

- Heeft u ervaring met modelleren?
- Heeft u ervaring met het werken in BIM projecten?
- Bent u persoonlijk gemotiveerd om te werken met BIM?
- Gebruikt u BIM om beter samen te werken met interne collega's?
- Gebruikt u BIM om samen te werken met externe collega's?
- Onderneemt u actie om de BIM implementatie te versnellen?
- Verdiept u zich in de mogelijkheden van BIM?
- Helpt u uw collega's bij het gebruik van BIM?
- Ziet een functieverandering van uw rol richting het BIM gebruik als zinvol?
- Enthousiasmeert u mensen om BIM te gebruiken?
- Deelt u de door u ingevoerde informatie uit het BIM model?
- Communiceert u binnen uw organisatie over het BIM model?
- Communiceert u buiten uw organisatie over het BIM model?
- Is naar uw inschatting het implementeren van BIM een leerproces?
- Heeft u persoonlijke doelen omtrent het gebruik van BIM?
- Ziet het implementeren van BIM als een leerproces in kleine stappen?

1.6 TNO BIM Quickscan

TNO heeft een BIM Quickscan ontwikkeld waarmee organisaties kunnen bekijken hoe ver zij zijn met BIM. De Quickscan is een vragenlijst die ingevuld moet worden en waaruit een score naar voren komt. Hierin is te zien waar de verbeterpunten voor een organisatie zitten. De Quickscan is verdeeld in de hoofdstukken: Organisatie & Management, Mentaliteit & Cultuur (de mens), Informatie structuur & Informatiestromen en Techniek en Toepassing. Bij elk van deze hoofdstukken hoort een lijst met vragen. In deze vragen zijn de hierboven genoemde peilers en indicatoren terug te vinden.

Hieronder is de vragenlijst van de TNO BIM quickscan te zien.

TNO BIM Quickscan

BIM is er in vele vormen. De BIM Quickscan geeft snel inzicht in BIM binnen uw bedrijf met een eenduidige en objectieve vragenlijst. U krijgt hierdoor snel inzicht in mogelijke verbeterpunten. U kunt de quickscan zelf doorlopen of laten afnemen door een gecertificeerd adviseur.

Wat is uw core-business?

- ☐ a. Architect
- ☐ b. Aannemer
- ☐ c. Bouwer
- ☐ d. Opdrachtgever
- ☐ e. Ontwikkelaar
- ☐ f. Constructeur
- ☐ g. Installateur
- ☐ h. Installatieadvies
- ☐ i. Overig invullen

Hoofdstuk 1: Organisatie en management

Strategie – missie, visie, rol van BIMBedrijfs(infra)structuur: organisatie, processen (BIM implementatie)

2. Heeft uw organisatie BIM een plek gegeven in de visie en strategie?

- ☐ a. Nee
- ☐ b. Ja, heel globaal
- ☐ c. Ja, gedetailleerd (beschreven)

Omdat BIM een enorme impact heeft op de organisatie, is een goed geformuleerde visie en strategie van cruciaal belang. BIM 'zomaar' gebruiken is onmogelijk en zal leiden tot negatieve effecten. Het gaat op zich niet om hoe deze visie en strategie gedefinieerd is (globaal of gedetailleerd), maar vooral over hoe goed er over nagedacht is (globaal, in algemeenheden; of gedetailleerd en specifiek voor dit bedrijf).

3. Is duidelijk wat uw organisatie (op zowel lange als korte termijn) wil bereiken met het gebruik van BIM? (doel)?

- ☐ a. Nee
- ☐ b. Ja, maar niet expliciet beschreven
- ☐ c. Ja, en tevens beschreven.

Waarom wordt BIM ingezet? Is nagedacht over de doelstelling> als men zonder nadenken zoveel mogelijk wil werken met BIM gaat het middel prevaleren boven het doel.

4. Hoe gaat u om met nieuwe (technische) ontwikkelingen? (innovatiestrategie)

- ☐ a. We wachten af tot het volwassen is.
- ☐ b. We bekijken het volgens het 80% - 20% systeem (quick wins van nieuwe technologie) en koppelen alleen de nuttige dingen terug naar de medewerkers.
- ☐ c. We bekijken alles tot in detail en koppelen terug naar alle medewerkers.

Afwachten tot iets volwassen is kan een goede strategie zijn, maar bij het werken met BIM zitten de voordelen juist in nieuwe (technische) mogelijkheden. Het compleet in detail bekijken van die mogelijkheden is echter 'overkill'. Deze vraag kan gezien worden als een controlevraag voor de vorige. Indien er geen duidelijke doelstelling is zal vaak niet of juist heel gedetailleerd gekeken worden naar de nieuwe technologie.

5. Is de rolverdeling (incl. verantwoordelijkheden) binnen uw organisatie duidelijk en eenduidig gedefinieerd en vastgelegd? (bijvoorbeeld: wie is de modelmanager, wie verstuurt data naar externen, wie beheert wijzigingen, enz....)

- ☐ a. Nee
- ☐ b. Ja, wel gedefinieerd, maar niet formeel vastgelegd.
- ☐ c. Ja (en schriftelijk, per project, vastgelegd).

Vaak is dit impliciet wel afgesproken binnen een organisatie, of verloopt het 'op natuurlijk wijze' vrij goed. Het kan echter een voordeel zijn om hier goed over na te denken (en dat zelfs per project opnieuw) om de echte voordelen te benutten. Deze vraag is vooral bedoeld om bedrijven kritisch te laten nadenken over de dingen die normaal gezien als natuurlijk verlopen.

6. Werkt uw bedrijf ook volgens die structuur?

- ☐ a. Niet van toepassing
- ☐ b. Nee
- ☐ c. Ja, maar we zoeken wel naar effectieve manieren om dit ook te doen als het druk is of we tegen een deadline aan werken.
- ☐ d. Ja, altijd en consequent

Komt ook vaak voor: één iemand (of een 'werkgroep') heeft nagedacht over hoe het ideaal zou moeten zijn, maar eigenlijk werkt niemand volgens die structuur. Dit hoeft niet verkeerd te zijn. Het kan uiteraard voorkomen dat de vastgelegde structuur niet logisch is. Een andere mogelijkheid is dat de structuur is vastgelegd en dat iedereen zich er netjes aan houdt, totdat er een deadline aankomt en er dingen 'ineens' af moeten.

7. Is er iemand binnen het bedrijf verantwoordelijk voor het effectief en efficiënt werken met BIM? (kwaliteit, efficiency)?

- ☐ a. Nee
- ☐ b. Ja, als extra taak op zijn werkzaamheden.
- ☐ c. Ja, en dat is zijn enige verantwoordelijkheid.
- ☐ d. Dit is niet één iemand, maar iedereen is daar (bewust) zelf verantwoordelijk voor (zal vaak voorkomen bij kleinere bedrijven).

Als er iemand verantwoordelijk is zal er beter en vaker gecontroleerd worden. Dit geldt zowel voor de rijkheid van het BIM model als de communicatie met partners en het interne proces. Het is prima als voor deze onderwerpen verschillende mensen een verantwoordelijkheid hebben. Als iedereen zijn eigen verantwoordelijkheid neemt (wat vaak voorkomt bij kleine bedrijven) is dat uiteraard geen probleem. Controleer wel of het ook echt gaat over de effectiviteit en efficiëntie.

8. *Vindt er controle plaats op de kwaliteit van het BIM model?*

- ☐ a. Nee (niet voor BIM)
- ☐ b. Ja, maar we zoeken wel naar effectieve manieren om dit ook te doen als het druk is of we tegen een deadline aan werken.
- ☐ c. Ja, en dat wordt consequent gebruikt

Deze vraag staat in nauwe relatie met de vorige. Als er niet een persoon verantwoordelijk is, is dan wellicht het systeem zo ingericht dat het proces zelfcontrolerend is? Als er wel iemand verantwoordelijk is, heeft die persoon dan ook de benodigde (technieken)? En uiteraard wederom het onderscheid tussen het normaal gebruik en een deadline.

9. *Heeft het werken met BIM tot nu toe voldoende voor u opgeleverd?*

- ☐ a. Nee
- ☐ b. Ja, vooral inhoudelijk (fouten) (financieel minder)
- ☐ c. Ja, zowel inhoudelijk als financieel

Werken met BIM heeft over het algemeen direct effect. Indien dit niet het geval is zal er niet goed zijn nagedacht over de visie, strategie en doelstelling. Deze vraag is dan ook een controlevraag voor een aantal voorgaande vragen.

10. *Zijn er structureel (financiële) middelen beschikbaar voor de benodigde hardware (computers, servers, enz....) en (nieuwe) software?*

- ☐ a. Nee, dit is elke keer weer een probleem
- ☐ b. Niet structureel maar dit gebeurt wel (per situatie anders)
- ☐ c. Ja, deze zijn formeel vastgelegd en worden periodiek geëvalueerd

Omdat BIM stevig leunt op de ondersteunende tools en technologische middelen is het belangrijk dat een organisatie zich hier bewust van is. Een structurele oplossing voor deze resources is van groot belang.

11. Heeft u een voorkeur voor een bepaalde contractvorm?

- ☐ a. Nee
- ☐ b. Bij een aantal projecten
- ☐ c. Altijd

12. Werkt u met vaste partners als het gaat om BIM?

- ☐ a. Nee, helemaal niet
- ☐ b. Ja, maar alleen op bepaalde gebieden.
- ☐ c. Ja, (bijna) altijd.

Een beetje hetzelfde verhaal als de contractvormen. De dynamiek tussen partijen bepaald voor een groot deel welke informatie op welke momenten verstuurd kan worden. De effectiviteit van het werken met BIM wordt bepaald door de samenwerking.

13. Bent u (volgens uw eigen inschatting) ten opzichte van uw partners een voorloper, trekker of volger op BIM gebied?

- ☐ a. Voorloper
- ☐ b. Trekker (externen enthousiasmeren)
- ☐ c. Volger
- ☐ d. Afwachter

Vaak denken voorlopers dat ze volgers zijn. Vaak denken volgers dat ze voorlopers zijn. Om het werken met BIM te verspreiden over de sector zijn vooral trekkers nodig. Als bedrijven hun partners overhalen om op een andere manier te werken dragen ze bij aan een betere sector.

Hoofdstuk 2: Mentaliteit en Cultuur (de mens)

Medewerkers – cultuur/mentaliteit, competenties, vaardigheden

14. Is er draagvlak in het hele bedrijf (alle lagen van de organisatie)

- ☐ a. Nee, er is alleen bij het management draagvlak
- ☐ b. Nee, er is alleen op de werkvloer draagvlak
- ☐ c. Ja, er is overal draagvlak, maar er gebeurt weinig mee
- ☐ d. Ja, er is volledige draagvlak en we handelen daar ook naar

Het is van groot belang dat het werken met BIM niet door het management is opgelegd, maar ook echt draagvlak heeft in het hele bedrijf. Dit is zeer moeilijk te meten tijdens het afnemen van de scan!

15. Zijn er “BIM champions” in de organisatie (mensen die de kar trekken en die ook gefaciliteerd worden om anderen te coachen op het gebied van BIM?)

- ☐ a. Nee
- ☐ b. Ja, maar ze hebben weinig invloed
- ☐ c. Ja, en veel invloed
- ☐ d. Niet van toepassing (eigenlijk is iedereen op een oog niveau)

Een aantal kartrekkers is van groot belang voor het werken met BIM. Deze mensen krijgen de rest mee en zullen de beste verspreiders zijn van nieuwe tools en afspraken. Kartrekkers moeten merkbare/zichtbare support hebben van het management.

16. Is elke medewerker op de hoogte van de laatste afspraken over werken in structuur, rijkheid van informatie, enz.....?

- ☐ a. Nee
- ☐ b. Nee, alleen de kartrekkers
- ☐ c. Nee, we hebben ICT tools die dit automatisch regelen zonder dat de medewerkers zich hier zorgen over hoeven te maken.
- ☐ d. Ja, we zijn een klein bedrijf en de uitwisseling van de afspraken gaat automatisch.
- ☐ e. Ja, we zijn een groot bedrijf, maar de uitwisseling van die afspraken gaat (geleidelijk aan) automatisch
- ☐ f. Ja, hiervoor organiseren we periodieke kennisoverdracht-bijeenkomsten

17. Kent iedere medewerker de nadelen van BIM even goed als de voordelen? (praktijkkennis en ervaring)

- ☐ a. Nee, eigenlijk maar een paar medewerkers zijn hiervan op de hoogte
- ☐ b. Alleen de kartrekkers
- ☐ c. Ja, iedereen

18. Wat is de gemiddelde praktijk ervaring van al uw medewerkers (jaren, aantal projecten, complexiteit/grootte) (kunde)?

- ☐ a. Weinig (nadenken erover telt ook niet)
- ☐ b. Dagelijkse gang van zaken
- ☐ c. Veel ervaring

Deze vraag gaat vooral om het aanpassingsvermogen van een onderneming.

19. Welke expertises/ervaringen zijn er in uw bedrijf rond werken met BIM?

- ☐ a. Geen
- ☐ b. Vooral op gebied van software
- ☐ c. Vooral op gebied van data-uitwisseling
- ☐ d. Zowel op gebied van software als data uitwisseling

Werken met BIM wordt vaak gezien als een ander softwarepakket gebruiken (ICT Tools). Hoewel dit een belangrijk onderdeel is gaat het echter ook vooral om samenwerking met anderen. De samenwerking en data-uitwisseling gaan daarom hand in hand.

20. Is er een interne structuur van kennisuitwisseling om kennis van uw medewerkers onderling uit te wisselen? (kennismanagement)

- ☐ a. Nee
- ☐ b. Ja, maar hier wordt geen gebruik van gemaakt
- ☐ c. Nee, maar dit gebeurt wel incidenteel
- ☐ d. Ja

21. *Is er structureel ruimte voor het (extern) opleiden van personeel? (opleiding)*

- ☐ a. Nee, dit is elke keer weer een probleem
- ☐ b. Niet structureel maar dit gebeurt wel ad-hoc
- ☐ c. Ja, deze zijn formeel vastgelegd en worden periodiek geëvalueerd

Met formeel vastgelegd wordt bedoeld dat dit is opgenomen in functionering- en ontwikkelingsgesprekken van medewerkers

22. *Vinden medewerkers het leuk om te werken met BIM? Zien/benutten ze de meerwaarde? (motivatie van medewerkers)*

- ☐ a. Nee
- ☐ b. Ja, gemiddeld altijd wel

23. *Is er binnen uw bedrijf ruimte voor gebruik van persoonlijke voorkeuren (qua werkprocessen) van mensen?*

- ☐ a. Nee.
- ☐ b. Ja, op sommige niet kritische stukken van het proces wel.
- ☐ c. Ja, eigenlijk overal wel

Vaste structuren zijn goed als leidraad, maar moeten niet ten kost gaan van de flexibiliteit. Het gaat hier wel om het proces (de weg naar het resultaat); er mogen nooit concessies gedaan worden aan de uitwisselbaarheid en rijkheid van de informatie.

Hoofdstuk 3: Informatiestructuur en informatiestromen

Partners – Rollen, contractvormen, cultuur/mentaliteit/committent/Methodiek – BIM data uitwissel standaardinformatie – (processen en alle bovenstaande zaken kunnen goed zijn, maar de content/informatie zelf moet er ook zijn en moet goed zijn)

24. *Is de informatiestroom binnen uw organisatie beschreven?*

- ☐ a. Nee.
- ☐ b. Ja, globaal en volgens een eigen structuur.
- ☐ c. Ja, volgens een IDM en/of BPMN.

25. *Is de informatiestroom met uw (project)partners (meestal) beschreven?*

- ☐ a. Nee, nooit
- ☐ b. Ja, en bij elk project volgens een eigen structuur
- ☐ c. Ja, volgens een IDM en/of BPMN.

26. *Werkt uw bedrijf ook volgens die informatiestromen? (vervolgvraag)*

- ☐ a. Nee.
- ☐ b. Ja, maar we zoeken wel naar effectieve manieren om dit ook te doen als het druk is of we tegen een deadline aan werken.
- ☐ c. Ja, altijd.

Vaste structuren zijn goed als leidraad, maar moeten niet ten koste gaan van de flexibiliteit

27. *In hoeverre wordt informatie (intern, binnen uw bedrijf) (doorstromen van informatie) hergebruikt in opeenvolgende fases van het proces (VO, DO, B, WT, enz.)?*

- ☐ a. Bij elke fase beginnen we opnieuw
- ☐ b. Bij elke fase gaat een deel van informatie verloren (omdat de gebruikte software dan verandert en de aansluitingen/koppelingen (open standaarden) niet meer optimaal zijn).
- ☐ c. De informatie gaat niet verloren en wordt alleen maar verrijkt (de gebruikte software en standaarden sluiten optimaal op elkaar aan).

28. *Gebruikt (hergebruikt) u de informatie van partners (intern/extern)? (hoge waardering!)*

- ☐ a. Nee, nooit (we hebben ons eigen systeem).
- ☐ b. Meestal/soms (wij modelleren de info die we van partners krijgen meestal opnieuw om het herbruikbaar te maken)
- ☐ c. Ja, altijd (maar we creëren geen dubbele opbouw van dezelfde informatie!)

Dit is een van de belangrijkste vragen van de quicscan.

29. *Gaat u nieuw binnengekomen informatie handmatig invoeren (overnemen) in uw eigen systeem?*

- ☐ a. Nee, nooit
- ☐ b. Dat komt wel een voor
- ☐ c. Ja, bijna altijd.

30. *Maakt u voor communicatie naar externen gebruik van open standaarden zoals IFC, ifcXML, KML, Collada, enz....?*

- ☐ a. Nee.
- ☐ b. Soms, maar soms ook (open of gesloten) proprietary standaarden.
- ☐ c. Ja, altijd en alleen maar.

DWG, DXF, enz.... zijn geen open standaarden.

31. *Wat is het niveau van semantiek van uw BIM modellen (rijkheid van informatie)?*

- ☐ a. 3D Visualisatie
- ☐ b. Alleen de benodigde informatie (standaard functie software)
- ☐ c. Benodigde + extra informatie (toegevoegd in het kader van de keten)
- ☐ d. Geïntegreerde semantische BIM modellen.

Bij antwoord 'B' en 'C'. Denk aan de combinatie van een energieberekening-softwarepakket, een modellerpakket, een planningpakket. In antwoord 'B' staan alle modellen los van elkaar en moet een aanpassing aan een muur in elk softwarepakket apart worden doorlopen. Antwoord 'D' komt alleen nog maar voor in onderzoeksprojecten maar zal in de toekomst niet meer weg te denken zijn.

32. *Gebruikt u een object-catalogus?*

- ☐ a. Nee.
- ☐ b. Ja, een gekochte.
- ☐ c. Ja, zelf gebouwd.

33. *Wat is voor u het meeste van toepassing?*

- ☐ a. Wij delen meta-informatie over een project met onze partners.
- ☐ b. Wij delen alleen gezamenlijke (project)informatie met onze partners.
- ☐ c. Wij delen al onze (project)informatie met onze partners.

Het delen van meta-informatie is het minimum niveau. Onder meta-informatie wordt hier ook verstaan dat 2D tekeningen (papier en pdf) worden uitgewisseld. Het delen van alleen projectinformatie komt het meest voor. Dit past ook in het BIM-gedachten goed. Delen van alle informatie zal bijna nooit voorkomen. Dit zal om bedrijfsstrategische redenen niet slim zijn.

34. Waar is er hergebruik van de BIM data?

- ☐ a. Geen hergebruik
- ☐ b. In één discipline (b.v. alleen calculatie waar het architectonisch model als input wordt gebruikt)
- ☐ c. In meerdere disciplines (b.v. calculatie, planning en ontwerp)
- ☐ d. In alle disciplines van mijn bedrijf
- ☐ e. In alle disciplines van onze projecten (door juiste keuze van partners zijn alle disciplines van een project afgedekt met de BIM werkmethodiek).

‘In één discipline’ kan soms hetzelfde zijn als ‘in alle discipline van mijn bedrijf’ (denk hierbij aan een bedrijf wat alleen calculaties doet). Indien dit het geval is, dan antwoorden ‘in alle disciplines’ (omdat deze hoger scoort). Antwoord ‘d’ scoort nog hoger omdat de opbouw van data vaak anders is (uitgebreider) als deze vaker wordt hergebruikt dan alleen voor het eigen bedrijf van nut. Anders gezegd: Ik wil best netjes modelleren omdat dat voor mijn bedrijf van nut is.

35. waar in het proces gebruikt u BIM?

- ☐ a. In slechts één toepassingsgebied van een project (b.v. alleen ontwerp, of alleen constructie)
- ☐ b. In meerdere gebieden (b.v. ontwerp, simulatie en constructie)
- ☐ c. In alle mogelijke toepassingsgebieden van mijn bedrijf
- ☐ d. In alle mogelijke toepassingsgebieden van onze projecten (door juiste keuze van partners zijn alle disciplines van een project afgedekt met de BIM werk methodiek)

Hoofdstuk 4: Techniek en Toepassing

Middelen – products&Tools (hardware, software), geld, en support

36. Gebruikt u actief in projecten een (centrale of decentrale) modelserver?

- ☐ a. Nee.
- ☐ b. Ja, voor ons eigen bedrijf (intern)
- ☐ c. Ja, we maken gebruik van een modelserver die beheerd wordt door een projectpartner
- ☐ d. Ja, we maken gebruik van een eigen interne modelserver en die is gelinkt met een centrale projectmodelserver
- ☐ e. Ja, we maken gebruik van een (door onszelf beheerde) centrale projectmodelserver.

37. *Gebruikt u softwaretools voor versie- en revisiebeheer?*

- ☐ a. Nee.
- ☐ b. In sommige projecten, maar niet altijd
- ☐ c. Ja, altijd

38. *Wat voor 'alarm' krijgt u bij veranderingen aan een BIM?*

- ☐ a. Geen
- ☐ b. Handmatig van een gebruiker
- ☐ c. Een automatisch bericht uit een BIM beheersysteem
- ☐ d. Via een live feed uit een BIM beheersysteem

39. *Heeft u het BIM gelinkt aan geoinformatie?*

- ☐ a. Nee.
- ☐ b. Ja, alleen de locatie (niet hetzelfde als situatietekening)
- ☐ c. Ja, alleen locatie en volledig volgens OGC standaarden
- ☐ d. Ja, en er zijn (sommige) OGC webservice mogelijkheden
- ☐ e. Ja, en met alle van toepassing zijnde OGC webstandaarden.

40. *Voor welke toepassingen (is wat anders dan disciplines) gebruikt u BIM (MAXIMAAL 5, meest gebruikte toepassingen, invullen)?*

- ☐ a. Specificatie (PVE)
- ☐ b. Ontwerp
- ☐ c. Omgeving
- ☐ d. Bouwkundig
- ☐ e. Installaties
- ☐ f. Constructief
- ☐ g. Kwaliteitsbeheersing (beslissingsondersteunend)
- ☐ h. Hoeveelheden/kostencalculatie
- ☐ i. Planning
- ☐ j. Simulaties (b.v. energie, brand, enz. ...)
- ☐ k. Visualisatie / animatie op de PC
- ☐ l. Genereren van 2D tekeningen
- ☐ m. Visualisatie (incl. extra informatie) op daadwerkelijke locatie

- ☐ n. Beheer en Onderhoud (facility management)
- ☐ o. Sloop
- ☐ p. Anders

41. *Maakt u gebruik van (een of meerdere) ModelViewDefinitions of Rules om het juiste informatieniveau te bepalen?*

- ☐ a. Nee.
- ☐ b. Ja, om externe informatie die binnenkomt te controleren
- ☐ c. Ja, om eigen informatie die verstuurt wordt te controleren
- ☐ d. Ja, (bijna) altijd

42. *Zijn er toepassingen waarvoor u BIM kunt gebruiken, maar dat niet doet? (extra BIM-potentie)*

- ☐ a. Nee, ik gebruik BIM bij alle mogelijke toepassingen binnen mijn bedrijf.
- ☐ b. Ja, maar daar heb ik strategisch goede redenen voor.
- ☐ c. Ja, en ik heb de ambitie om dat in de toekomst ook aan te pakken

43. *Welke software gebruikt u (meerdere antwoorden mogelijk)?*

- ☐ a. Adomi
- ☐ b. Arkey
- ☐ c. ArchiCad
- ☐ d. Revit
- ☐ e. Allplan
- ☐ f. AutoCAD ADT
- ☐ g. Tekla
- ☐ h. EliteCAD
- ☐ i. Solibri
- ☐ j. Anders

(TNO, 2010)

Bijlage 2; Enquête

Inhoudsopgave

Bijlage 2; Enquête	31
2.1 Enquête BIM-volwassenheid Movares	33
2.2 Puntenverdeling per vraag.....	42
2.3 Uitkomsten enquête	46

2.1 Enquête BIM-volwassenheid Movares

Onderstaand de gebruikte enquête binnen de divisie RMI van Movares.

Hartelijk dank voor uw interesse in deze enquête. Mijn naam is Stefan Bokx en ik zit in het laatste jaar van de opleiding bouwkunde aan de Hogeschool Rotterdam. Ik ben daarom bezig met afstuderen en doe dit door middel van een onderzoek voor Movares. Dit onderzoek is gericht op de relatie tussen de engineeringskosten in de gebruikelijke manier van werken ten opzichte van een werkwijze met behulp van BIM. Voor dit onderzoek is het van belang de BIM-volwassenheid van verschillende groepen van Movares in kaart te brengen. Dit houdt in dat er gekeken wordt in hoeverre er BIM wordt toegepast binnen Movares. Zo kun je een BIM-afwachter, BIM-starter, BIM-volwassen of BIM-koploper zijn. Ook kan er op deze manier aangegeven worden of er niveau verschil zit tussen de groepen. Ik hoop dat u door het invullen van deze enquête mij wilt helpen om hier een antwoord op te krijgen. Het invullen van deze enquête gebeurt geheel anoniem, indien u de resultaten van de enquête wenst te ontvangen kunt u aan het eind van de enquête uw e-mailadres achterlaten. Het invullen van deze enquête zal ongeveer 15 minuten in beslag nemen.

1. In welke groep/afdeling binnen Movares bent u werkzaam?

- ☐ Constructief Ontwerpen
- ☐ Gebouwen
- ☐ Gebouw Installaties
- ☐ Kunstwerken en Wegen
- ☐ Virtueel Bouwen
- ☐ Movares Energy
- ☐ Infra Installaties
- ☐ Kunstwerken Geïntegreerde Contractvormen
- ☐ Projectmanagement
- ☐ Staalbouw
- ☐ Waterbouw, Geotechniek en Dynamica
- ☐ Afdeling: Planontwikkeling en Bouwprocessen
- ☐ Afdeling: Regio

2. Wat is uw functie binnen Movares?

3. Hoelang bent u al werkzaam in die functie?

4. Wat zijn de hoofdactiviteiten in uw functie?

Meerdere antwoorden mogelijk.

- ☐ plannen
- ☐ tekenen
- ☐ bewaken
- ☐ uittrekken
- ☐ controleren
- ☐ berekenen
- ☐ onderhouden van contacten
- ☐ administreren
- ☐ adviseren
- ☐ spreken/presenteren
- ☐ organiseren
- ☐ leidinggeven
- ☐ analyseren
- ☐ modelleren
- ☐ coördineren
- ☐ anders, namelijk:
- ☐ anders, namelijk:
- ☐ anders, namelijk:

5. BIM kan ter ondersteuning zijn van de interne processen van een organisatie, maar ook een gereedschap voor samenwerking.

Met BIM wordt minimaal een 3D model verstaan met daaraan verbonden data(informatie).

Alleen een 3D model op zich is geen BIM.

Wat is voor uw groep van toepassing?

	De groep werkt niet met BIM	Binnen de groep, project gebonden	Binnen de groep, project ongebonden	Groepsoverstijgend, samenwerking op projectbasis	Bedrijfsoverstijgend, samenwerking op projectbasis met vaste partners
In welke vorm werkt uw groep NU met BIM?	☐	☐	☐	☐	☐
In welke vorm WIL uw groep werken met BIM?	☐	☐	☐	☐	☐

6. Is een van onderstaande BIM rollen geïmplementeerd binnen de groep waar u werkzaam bent?

Meerdere antwoorden mogelijk.

- ☐ Ja, Beginnend modelleur
- ☐ Ja, Modelleur
- ☐ Ja, BIM-Expert
- ☐ Ja, Modelregisseur
- ☐ Ja, BIM-Manager
- ☐ Anders, namelijk:
- ☐ Nee

7. Is de rolverdeling van eerder genoemde BIM rollen(incl. verantwoordelijkheden) binnen uw organisatie duidelijk gedefinieerd en vastgelegd? (bijvoorbeeld: wie is de modelregisseur, wie verstuurt data naar externen, wie beheert wijzigingen, etc...)

Definiëren: Kort duidelijk noemen wat iets is.

Vastleggen: Het registreren van de definitie.

- ☐ Niet gedefinieerd, niet vastgelegd
- ☐ Niet gedefinieerd, wel vastgelegd
- ☐ Wel gedefinieerd, niet vastgelegd
- ☐ Zowel gedefinieerd als vastgelegd

8. Wordt, naar uw inschatting, de gedefinieerde rol binnen uw groep ook uitgevoerd volgens afspraak, en is dit succesvol?

- ☐ Niet uitgevoerd
- ☐ Wel uitgevoerd, niet succesvol
- ☐ Wel uitgevoerd en succesvol

9. Is, naar uw mening, voor u (uw groep) duidelijk wat de organisatie wil bereiken met het gebruik van BIM?

- ☐ Nee
- ☐ Ja, maar niet beschreven
- ☐ Ja en tevens beschreven

10. Is er, naar uw waarneming, iemand binnen uw groep verantwoordelijk voor het werken met BIM?
Meerdere antwoorden mogelijk.

- ☐ Nee
- ☐ Ja, als extra taak op werkzaamheden
- ☐ Ja, en dat is zijn enige verantwoordelijkheid
- ☐ Ja, dit zijn meerdere personen
- ☐ Ja, iedereen is daar zelf verantwoordelijk voor

11. Vindt er, in uw beleving, controle plaats op de kwaliteit van het BIM model?

- ☐ Nee (niet voor BIM)
- ☐ Ja, maar niet altijd
- ☐ Ja, dat wordt consequent gedaan

12. Gebeurt het werken met BIM, naar uw inzicht, binnen uw groep effectief en efficiënt?

Effectief: Doeltreffendheid, geeft aan dat de uitkomst van het proces gerealiseerd wordt.

Efficiënt: Is de mate van gebruik van middelen om een bepaald doel te bereiken.

- ☐ Niet effectief, niet efficiënt
- ☐ Niet effectief, wel efficiënt
- ☐ Wel effectief, niet efficiënt
- ☐ Effectief en efficiënt

13. Is het voor u duidelijk wat de laatste afspraken zijn rondom BIM binnen uw groep?

zeer onduidelijk



zeer duidelijk

14. Zijn er (financiële) middelen beschikbaar voor de benodigde hardware (computers, servers, enz....) en (nieuwe) software?

- ☐ Nee
- ☐ Niet structureel maar dit gebeurt wel (per situatie anders)
- ☐ Ja, deze zijn formeel vastgelegd
- ☐ Ja, deze zijn formeel vastgelegd en worden periodiek geëvalueerd

15. Gebruikt uw groep de BIM-informatie van partners?

- ☐ Nee
- ☐ Ja, maar we passen het zelf nog wel aan
- ☐ Ja, we nemen het direct over zonder aan te passen
- ☐ Anders, namelijk

16. Is er een koppeling voor BIM data van oude projecten naar nieuwe projecten?

- ☐ Geen hergebruik
- ☐ In één discipline
- ☐ In meerdere disciplines
- ☐ In alle disciplines van ons bedrijf
- ☐ In alle disciplines van onze projecten

17. Zijn er "BIM champions" in de organisatie (mensen die de kar trekken en die ook gefaciliteerd worden om anderen te coachen op het gebied van BIM?)

- ☐ Nee
- ☐ Ja, maar ze hebben weinig invloed
- ☐ Ja, en deze heeft veel invloed

18. In hoeverre wordt informatie (intern) (doorstromen van informatie) hergebruikt in opeenvolgende fases van het proces (SO,VO,DO enz...)?

- ☐ Bij elke fase beginnen we opnieuw
- ☐ Bij elke fase gaat een deel van de informatie verloren
- ☐ De informatie gaat niet verloren en wordt alleen maar verrijkt (de gebruikte software en standaarden sluiten optimaal op elkaar aan)

19. Maakt u voor communicatie naar externen gebruik van open standaarden zoals IFC,ifcXML,KML,Collada, enz...?

DWG,DXF enz.. Worden niet gezien als open standaarden!

- ☐ Nee
- ☐ Soms, maar soms ook (open of gesloten) proprietary standaarden
- ☐ Ja, altijd

20. Bent u, naar uw inschatting, ten opzichte van uw partners een voorloper, trekker, volger of afwachter op het gebied van BIM?

- ☐ Voorloper
- ☐ Trekker
- ☐ Volger
- ☐ Afwachter

21. Is uw groep, naar uw inschatting, ten opzichte van de andere groepen binnen Movares een voorloper, trekker, volger of afwachter op het gebied van BIM?

- ☐ Voorloper
- ☐ Trekker
- ☐ Volger
- ☐ Afwachter

22. Is er sprake van een veranderende rol voor uw groep binnen een BIM project?

- ☐ Nee
- ☐ Ja, namelijk:

23. BIM kan voor meerdere activiteiten/functies gebruikt worden. Welke activiteiten/functies zijn voor u van toepassing en gebruikt u BIM bij deze toepassing?

	Activiteit niet van toepassing.	Activiteit wordt wel toegepast maar niet met BIM.	Activiteit wordt toegepast zonder BIM, maar van plan toe te passen met BIM.	Activiteit wordt toegepast met BIM.
4D planning	☒	☒	☒	☒
Kwaliteitsbeheersing	☒	☒	☒	☒
Budgetbewaking	☒	☒	☒	☒
Plantoetsing	☒	☒	☒	☒
Omgevingsanalyse	☒	☒	☒	☒
Haalbaarheidsstudies	☒	☒	☒	☒
Procesoptimalisatie	☒	☒	☒	☒
PvE afstemmen/opstellen	☒	☒	☒	☒
Risico analyse	☒	☒	☒	☒
Massastudies	☒	☒	☒	☒
Materiaallijsten opstellen	☒	☒	☒	☒
Inkopen	☒	☒	☒	☒
Logistieke automatisering	☒	☒	☒	☒
Constructies berekenen, toetsen	☒	☒	☒	☒
Hoeveelheden voor begroting berekenen	☒	☒	☒	☒
Communicatie intern	☒	☒	☒	☒

Communicatie extern				
Informatie uitwisselen				
Informatie beheer				
Gebouwdocumentatie (digitaal gebouwdossier)				
Ontwerpen				
3D modelleren				
2D (werk-) tekeningen genereren				
Visualisatie en animatie				
Simuleren				
Clashes detecteren				
Ontwerpfouten reduceren				
Bouwplaatsinrichting uitwerken				
Bouwaanvraag				
Beheer en onderhoud				
Facility management				
Levenscyclus management				
Milieubelasting doorrekenen				

24. Heeft het werken met BIM, voor uw gevoel, voldoende voor uw functioneren binnen Movares opgeleverd en waarom?

☐ Nee

☐ Ja

25. Wordt u enthousiast van het werken met BIM?

☐ Nee

☐ Ja

☐ Weet ik niet

26. Indien u de resultaten van de enquête wilt ontvangen kunt u hieronder uw e-mailadres invullen.

27. Als u nog opmerkingen heeft of extra informatie toe wilt voegen kan dat hieronder.

2.2 Puntenverdeling per vraag

Zoals in het rapport is beschreven is er een puntenverdeling gebruikt om de BIM-volwassenheid te bepalen. Hieronder zijn de vragen te zien waar de peilers en indicatoren in zijn verwerkt. Per vraag is aangegeven hoeveel punten er per antwoordt verdient kunnen worden. Ook is aangegeven welke peiler of indicator in de vraag is gebruikt.

5. **BIM** kan ter ondersteuning zijn van de interne processen van een organisatie, maar ook een gereedschap voor samenwerking.

In welke vorm werkt uw groep NU met BIM?

In welke vorm WILT uw groep werken met BIM?

- 0 punten = De groep werkt niet met BIM.
- 4/2 punten = Binnen de groep, project gebonden/project ongebonden.
- 8/4 punten = Groepsoverstijgend, samenwerking op projectbasis.
- 12/6 punten = Bedrijfsoverstijgend, samenwerking met vaste partners.

Peiler: BIM implementatie.

Totaal mogelijk te behalen punten = 18

6. Is een van onderstaande **BIM rollen** geïmplementeerd binnen de groep waar u werkzaam bent?

- 0 punten = Geen BIM rol
- 4 punten = Per BIM rol 4 punten te verdienen

Peilers: Werkprocedures & processen, BIM implementatie.

Totaal mogelijk te behalen punten = 20

7. Is de rolverdeling van eerder genoemde **BIM rollen** (incl. verantwoordelijkheden) binnen uw organisatie duidelijk gedefinieerd en vastgelegd? (bijvoorbeeld: wie is de modelregisseur, wie stuurt data naar externen, wie beheert wijzigingen, etc...)

- 0 punten = Niet gedefinieerd, niet vastgelegd
- 4 punten = Niet gedefinieerd, wel vastgelegd / wel gedefinieerd, niet vastgelegd
- 8 punten = Zowel gedefinieerd als vastgelegd

Peilers: Werkprocedures & processen, BIM implementatie.

Totaal mogelijk te behalen punten = 8

8. Wordt, naar uw inschatting, de gedefinieerde rol binnen uw groep ook uitgevoerd volgens afspraak, en is dit succesvol?

- 0 punten = Niet uitgevoerd
- 4 punten = Wel uitgevoerd niet succesvol
- 8 punten = Wel uitgevoerd en succesvol

Peilers: Werkprocedures & processen, mensen.

Totaal mogelijk te behalen punten = 8

9. Is, naar uw mening, voor u (uw groep) duidelijk wat de organisatie wil bereiken met het gebruik van BIM?

- 0 punten = Nee
- 4 punten = Ja, maar niet beschreven
- 8 punten = Ja en tevens beschreven

Peilers: Werkprocedures & processen, samenwerking, BIM implementatie
Totaal mogelijk te behalen punten = 8

10. Is er, naar uw waarneming, iemand binnen uw groep verantwoordelijk voor het werken met BIM?

- 0 punten = Nee
- 4 punten = Alle andere opties. Er is niet aan te tonen dat een bedrijf met een op zichzelf staande functie voor de verantwoordelijkheid voor BIM ook BIM-volwassener is als een bedrijf waarbij iemand deze verantwoordelijkheid extra toebedeeld krijgt.

Peilers: Werkprocedures & processen, mensen.
Totaal mogelijk te behalen punten = 4

11. Vindt er, in uw beleving, controle plaats op de kwaliteit van het BIM model?

- 0 punten = Nee
- 4 punten = Ja, maar niet altijd
- 8 punten = Ja, dat wordt consequent gedaan

Peilers: Werkprocedures & processen, mensen.
Totaal mogelijk te behalen punten = 8

12. Gebeurt het werken met BIM, naar uw inzicht, binnen uw groep effectief en efficiënt?

- 0 punten = Niet effectief, niet efficiënt
- 4 punten = Niet effectief, wel efficiënt / Wel effectief, niet efficiënt
- 8 punten = Effectief en efficiënt

Peilers: Werkprocedures & processen, samenwerking, mensen, middelen & tijd, BIM implementatie.
Totaal mogelijk te behalen punten = 8

13. Is het voor u duidelijk wat de laatste afspraken zijn rondom BIM binnen uw groep?

- 0 punten = Overige antwoorden
- 4 punten = Duidelijk
- 8 punten = Zeer duidelijk

Peilers: Mensen, Samenwerking.
Totaal mogelijk te behalen punten = 8

14. Zijn er (financiële) middelen beschikbaar voor de benodigde hardware (computers, servers, enz....) en (nieuwe) software?

- 0 punten = Nee
- 4 punten = Niet structureel maar dit gebeurt wel (per situatie)
- 8 punten = Ja, deze zijn formeel vastgelegd
- 12 punten = Ja, deze zijn formeel vastgelegd en worden periodiek geëvalueerd

Peilers: Middelen & tijd.

Totaal mogelijk te behalen punten = 12

15. Gebruikt uw groep de BIM-informatie van partners?

- 0 punten = Nee
- 4 punten = Ja, maar we passen het zelf nog wel aan
- 8 punten = Ja we nemen het direct over zonder aan te passen
- ... punten = Anders, namelijk

Peilers: Samenwerking

Totaal mogelijk te behalen punten = 8

16. Is er een koppeling voor BIM data van oude projecten naar nieuwe projecten?

- 0 punten = Geen hergebruik
- 4 punten = In één discipline
- 8 punten = In meerdere disciplines
- 12 punten = In alle disciplines van ons bedrijf / In alle disciplines van onze projecten

Peilers: Werkprocedures & processen, middelen & tijd.

Totaal mogelijk te behalen punten = 12

17. Zijn er "BIM champions" in de organisatie (mensen die de kar trekken en die ook gefaciliteerd worden om anderen te coachen op het gebied van BIM)?

- 0 punten = Nee
- 4 punten = Ja, maar ze hebben weinig invloed
- 8 punten = Ja, en veel invloed

Peilers: Werkprocedures & processen, Mensen.

Totaal mogelijk te behalen punten = 8

18. In hoeverre wordt informatie (intern) (doorstromen van informatie) hergebruikt in opeenvolgende fases van het proces (SO,VO,DO enz....)?

- 0 punten = Bij elke fase beginnen we opnieuw
- 4 punten = Bij elke fase gaat een deel van de informatie verloren
- 8 punten = De informatie gaat niet verloren en wordt alleen maar verrijkt

Peilers: Werkprocedures & processen, samenwerking, middelen & tijd.

Totaal mogelijk te behalen punten = 8

19. Maakt u voor communicatie naar externen gebruik van open standaarden zoals IFC, ifcXML, KML, Collada, enz....?

DWG, DXF enz.... zijn geen open standaarden

- 0 punten = Nee
- 4 punten = Soms
- 8 punten = Ja, altijd

Peilers: Werkprocedures & processen, samenwerking, middelen & tijd.

Totaal mogelijk te behalen punten = 8

23. BIM kan voor meerdere activiteiten/functies gebruikt worden, geef hieronder aan welke activiteiten/functies voor u van toepassing zijn en of u hier BIM voor toepast.

Bij deze vraag worden 33 activiteiten/functies benoemd, hier kunnen voor alle onderdelen punten worden behaald. De punten zijn verdeeld in 0, 1 en 2 punten

- 0 punten = Activiteit niet van toepassing/ activiteit wordt wel toegepast maar niet middels BIM.
- 1 punt = Activiteit wordt toegepast zonder BIM, maar van plan toe te passen middels BIM.
- 2 punten = Activiteit wordt toegepast middels BIM.

Peilers: BIM functies, Mensen.

Totaal mogelijk te behalen punten = 66

De puntenverdeling voor deze vraag is per groep afhankelijk. Binnen de groep is gekeken hoeveel activiteiten er worden aangegeven die van toepassing zijn voor de groep, ook zonder BIM. Als minimaal één respondent aangeeft dat de activiteit van toepassing is voor de groep wordt deze activiteit meegerekend. Wanneer binnen een groep door iedereen wordt aangegeven dat een activiteit niet van toepassing is voor de groep wordt deze activiteit niet meeberekend. Op deze manier wordt er een factor bepaald die met de behaalde aantal punten wordt vermenigvuldigd. Voorbeeld: Wanneer er aangegeven wordt dat er 28 activiteiten uit de lijst van toepassing zijn voor de groep worden de behaalde punten met een factor van $33/28=1,18$ vermenigvuldigd. Stel er zijn 16 punten behaald wordt de uiteindelijke score voor deze vraag: $16*1,18=19$ punten. Op deze manier blijft de totaal mogelijk te behalen score en dus ook de klassen indelingen hetzelfde. Er is voor deze manier gekozen omdat het niet reëel is om geen punten toe te kennen aan activiteiten die niet van toepassing zijn voor een groep.

2.3 Uitkomsten enquête

Op de volgende pagina's zijn de uitkomsten van de enquête te zien. De respondenten zijn opgedeeld per groep waar vervolgens een gemiddelde van is genomen.

De met rood aangegeven scores zijn de opvallende scores zoals aangegeven in het rapport.

De met blauw aangegeven scores zijn de scores waarbij is aangegeven dat de respondent bij meerdere groepen werkzaam is.

Respondenten per groep	Constructief Ontwerpen			Gebouwen			Gebouw Installaties			Kunstwerken en Wegen			Virtueel Bouwen			Movares Energy		
	resp	functie	score	resp	functie	score	resp	functie	score	resp	functie	score	resp	functie	score	resp	functie	score
Respondent	2	Sr. Adviseur	0	3	Manager III	76	1	Bouwmanager	2	14	Consultant	47	30	-	0	3	Manager III	76
Respondent	28	Projectleider	152	5	Projectmanager (tegenspraak)	24	3	Manager III	76	25	Adviseur A	8	49	Adviseur B	0	21	Projectleider	50
Respondent	43	Adviseur A	136	7	Adviseur B	82	10	Adviseur B	14	50	Adviseur A	26	64	Adviseur A	165	65	Ontwerper	60
Respondent	47	Constructief Adviseur	101	20	Projectleider	62	37	Sr. Projectleider	64	53	Technicus	0	69	3D specialist	4	85	Ir. Constructeur	10
Respondent	51	Sr. Adviseur	151	41	Projectmanager	25	62	Technicus	74	83	Sr. Adviseur	54				90	Technicus	32
Respondent	52	Ontwerper	106	45	Projectmanager	39	78	Manager II	54	86	Ontwerper (tegenspraak)	30						
Respondent	63	Ontwerper	92	46	Manager III	82	91	Hoofdontwerper	69	89	Sr. Adviseur	14						
Respondent	72	Consultant	95	57	Projectleider	16												
Respondent	80	Ontwerper	140	68	Projectleider	100												
Respondent	87	Sr. Projectleider	56	88	Adviseur B	52												
Respondent				92	Projectmanager	113												
Respondent				93	1e Technicus	76												
Respondent				94	Projectleider	6												
Respondent																		
Respondent																		
Respondent																		
Aantal personen per groep	23			30			25			20			37			25		
Totaal ingevuld per groep	10			13			7			7			4			5		
Percentage ingevuld per groep	43%			43%			28%			35%			11%			20%		
Gemiddelde score per groep	103			58			50			26			42			46		
Volwassenheidsklasse	BIM-starter			BIM-starter			BIM-afwachter			BIM-afwachter			BIM-afwachter			BIM-afwachter		
Gemiddelde score zonder opvallende scores	114			66			65			30			42			47		
Volwassenheidsklasse	BIM-volwassen			BIM-starter			BIM-starter			BIM-afwachter			BIM-afwachter			BIM-afwachter		
Totaal verzonden enquêtes	570																	
Totaal aantal respondenten	97																	
Gemiddelde totaal score	38																	
Puntenverdeling																		
Klasse 0: Geen BIM	0																	
Klasse 1: BIM-afwachter	1 - 53																	
Klasse 2: BIM-starter	54 - 106																	
Klasse 3: BIM-volwassen	107 - 159																	
Klasse 4: BIM-koploper	160 - 212																	

Figuur 3: Overzicht enquête resultaten deel 1

Infra Installaties			Kunstwerken Geïntegreerde Contracten			Projectmanagement			Staalbouw			Waterbouw, Geotechniek en Dynamica			Afdeling: Planontwikkeling en Bouwprocessen			Afdeling: Regio		
resp	functie	score	resp	functie	score	resp	functie	score	resp	functie	score	resp	functie	score	resp	functie	score	resp	functie	score
3	Manager III	76	31	Sr. Constructeur	50	9	Projectmanager	88	16	Hoofdontwerper	0	4	Adviseur B	19	6	Adviseur B	37	8	Manager III	37
15	Adviseur B	0	66	Sr. Adviseur	86	11	Adviseur A	0	27	Manager II	62	12	Sr. Projectcoördinator	0	18	Bouwmanager	0	26	Adviseur A	0
33	Ontwerper	0	67	Sr. Constructeur	48	23	Sr. Projectmanager	80	73	Ontwerper	0	13	Projectcoördinator	0	19	Adviseur A	6	32	Projectleider	0
35	1e Technicus	0	81	Adviseur B	4	29	Projectcoördinator	16				17	Adviseur A	94	24	Adviseur A	0	34	Sr. Projectmanager	0
59	Manager II	14										22	Sr. Projectmanager	35	36	Adviseur B	2	39	Adviseur B	32
75	Sr. Adviseur	8										58	Sr. Projectcoördinator	0	38	Adviseur A	0	42	Sr. Toezichthouder	0
												61	Adviseur A	10	40	Adviseur B	24	55	Manager I	18
												97	Sr. Adviseur	4	48	Adviseur A	36	56	Sr. Projectmanager	0
															54	Adviseur B	0	60	Manager III	4
															71	Adviseur B	0	68	Projectleider	115
															74	Adviseur B	0	70	Adviseur A	0
															76	Projectmanager	0	77	Adviseur A	22
															82	Ontwerper	0	79	Sr. Adviseur	44
															84	Sr. Adviseur	29			
															95	Adviseur A	4			
															96	Kostenskundige	0			
	43			52			11			27			42			169			66	
	6			4			4			3			8			16			13	
	14%			8%			36%			11%			19%			9%			20%	
	16			47			46			21			20			9			21	
	BIM-afwachter			BIM-afwachter			BIM-afwachter			BIM-afwachter			BIM-afwachter			BIM-afwachter			BIM-afwachter	
	4			61			61			21			10			9			13	
	BIM-afwachter			BIM-starter			BIM-starter			BIM-afwachter			BIM-afwachter			BIM-afwachter			BIM-afwachter	

Figuur 4: Overzicht enquête resultaten deel 2

Bijlage 3; Interviews

Inhoudsopgave

Bijlage 3; Interviews.....	49
1. Interview Jerry van Veenendaal.....	51
2. Interview Arno Rol	54
3. Interview Jan Faber	56
4. Interview Jorrit Rodermond.....	59
5. Interview Ernst Vermeulen	62
6. Interview Carla Molenaar	64

1. Interview Jerry van Veenendaal

Jerry van Veenendaal is de groepsmanager van de afdeling Constructief Ontwerpen van Movares. Hij is daarmee manager van een groep die druk bezig is met het werken met BIM. Binnen deze groep zijn zo goed als alle medewerkers op een manier betrokken bij het werken met BIM. Hierin zijn verschillende rollen en functies te verdelen. Daarnaast heeft Jerry de taak gekregen om te zorgen dat er meer ontwikkelingen komen met betrekking tot BIM. Hier is een budget voor samengesteld die gebruikt kan worden om plannen te ontwikkelen, mensen te inspireren en opleiding te geven. Een voorbeeld waarvoor dit budget wordt gebruikt is de koppeling maken tussen Revit en Scia Engineer. Revit is een 3D tekenpakket en Scia Engineer een rekenpakket. De koppeling tussen deze pakketten verloopt van Revit naar Scia Engineer nu goed maar terug nog niet. Hier wordt onderzoek naar gedaan om dit wel voor elkaar te krijgen.

Volgens Jerry verlopen projecten die in BIM worden gedaan heel erg wisselend. Zo zijn er een aantal die lopen heel erg goed. Dit zijn vooral projecten met medewerkers die al langere tijd werken met BIM en hier dus meer ervaring in hebben. Hier valt ook gelijk op dat BIM meerwaarde oplevert voor deze projecten. Daarnaast zijn er ook projecten waarbij enthousiast wordt begonnen met BIM maar het uiteindelijk lastig verloopt. Dit komt dan bijvoorbeeld doordat er verwachtingen zijn van te voren die niet kunnen worden waar gemaakt, of dat er mensen worden ingeschakeld die het nog niet goed in de vingers hebben. Het werken met BIM werkt alleen als het op de manier gebruikt wordt zoals het bedoeld is, zodra dit niet gebeurt ontstaan er problemen. Dit heeft onder andere met indeling te maken in het model, zo zijn er mensen die teveel denken in 2D tekeningen en zo ook het model op willen bouwen. Dit is al een aantal keer gebeurd bij verschillende afdelingen/groepen. Hierdoor ontstaat dan ook gelijk een slecht beeld van BIM en deze afdelingen/groepen zien dan ook meer op tegen het werken hiermee. Deze verschillen zijn ook te zien binnen de groepen, dit heeft dan vooral te maken met de personen zelf. Degene die goed kunnen werken met BIM vinden het vaak een goede en handige manier van werken en zien de voordelen ervan. Degene die nog niet zo goed zijn zien meer de nadelen in het werken met BIM.

Het gebruik van BIM moet volgens Jerry daarnaast ook een bewuste keuze zijn per project. Zo leent het werken met BIM voor de ene opdracht beter als voor de andere. Voor kleinere projecten/opdrachten kan het gebruik van BIM juist nadelig zijn. Voor sommige mensen is de gedachte anders en zien zij het liefst alles in BIM.

Zoals bij het verloop van de projecten al benoemd is, zit er verschil in de groepen wat betreft de BIM-volwassenheid. Binnen Movares kan niveau 3 van de Nederlandse BIM levels gehaald worden door een kleine groep. Dit houdt in dat er projecten worden gedraaid die met open standaarden webbased (ObjectLive!) informatie uitwisselen. Dus alle partners, opdrachtgevers maar ook omwonenden kunnen deze informatie zien. Hierbij gaat het vooral om eisen sets, specificaties, omgevingseisen en kaartmateriaal. Hoewel de mogelijkheid er is voor het gebruik van 4D planning en 5D calculatie wordt dit bijna niet gebruikt. Dit heeft veelal te maken met de opdrachten die Movares uitvoert, voor deze opdrachten is dit vaak niet nodig. Zo zijn bijvoorbeeld kostencalculaties die Movares maakt minder gedetailleerd als bijvoorbeeld een aannemer maakt. Het is daarom niet nodig om dit zo gedetailleerd uit het model te halen. Er zijn maar een paar groepen/ disciplines die dit niveau halen. Er zijn ook groepen die geen gebruik maken van BIM.

De effectiviteit van BIM komt vooral naar voren bij opdrachten met veel repeterende onderdelen. Voorbeeld: perronkap die eerst in 2D getekend is en later nog een keer in 3D hier ging het in 3D sneller en makkelijker dan in 2D. Ook bij complexe projecten waarbij veel disciplines samen komen. Door gebruik van clash controls is dit makkelijk goed te krijgen. Daarnaast is informatie overdracht met gebruik van BIM gemakkelijker. Ook wordt het gebruik van BIM effectiever met het toevoegen van data aan het model, hoe meer informatie er in het model wordt gestopt hoe effectiever het gebruik wordt.

BIM is niet effectief bij kleinere opdrachten en bijvoorbeeld ook niet als Movares maar een klein deel van het traject doet. Zo is het bijvoorbeeld bij een haalbaarheidsstudie niet interessant om BIM toe te passen omdat je dan het hele model op moet zetten en het na de haalbaarheidsstudie niet meer gebruikt. Als Movares de opdracht krijgt voor SO,VO en DO wordt het wel interessant.

De stap van 2D naar 3D en andersom is niet effectief. Bijvoorbeeld als een opdrachtgever platte tekeningen wilt hebben en deze worden uit een 3D model gehaald. Als deze 2D tekeningen aangepast moeten worden, moet eerst het 3D model aangepast worden en vervolgens ook de 2D tekeningen weer. Hier raak je dus veel tijd aan kwijt. Effectiviteit is afhankelijk van de vraag van de opdrachtgever.

Het integraal werken in één model is een verbeterpunt binnen Movares. De manier van werken moet beter opgepakt worden door de medewerkers, tot nu toe werkt nog niet iedereen goed samen op deze manier. De overdracht van het model gaat nog niet soepel, ook wordt er nog te vaak gewacht tot iemand klaar is met een deel van het model voordat iemand anders verder kan.

Volgens Jerry is het voor Movares het meest effectief om project met BIM te maken als Movares level 2 heeft van de Nederlandse BIM levels. Op dit niveau zou Movares moeten zijn om BIM effectief toe te kunnen passen. Op dit moment zijn er ongeveer 4 groepen die dit niveau halen. Dit zou minimaal bij de helft van de groepen ook zo hoog moeten zijn. Hierbij gaat het dan niet alleen om modelleren maar ook informatie gebruiken die uit het model gehaald kan worden.

Ontwerp opdrachten zijn voor Movares het handigst om uit te voeren in BIM. Dit geldt vooral als het meerdere disciplines betreft. Ook is het vooral voordelig als de opdracht meerdere fases heeft bijvoorbeeld SO,VO en DO. Voor dit soort opdrachten zou Movares het beste BIM kunnen toepassen.

Alle opdrachten die Movares doet (alles wat voor een klant wordt gedaan) valt onder engineeringkosten. Dit is te verdelen in ontwerpen en studies/adviezen. Alle kosten die hier voor nodig zijn wordt verstaan als engineeringkosten. 95 % van de engineeringkosten is het personeel (manuren) en 5% is reiskosten, computers, software, afdrukken van tekeningen enz.. Deze kosten worden vooral bepaald door gebruik van ervaring. Er wordt een schatting gemaakt van de benodigde uren voor de opdrachten. Aan de hand van een uurtarief wordt hier dan een prijs aan gehangen. Dit is per persoon afhankelijk wie de opdracht doet. Voor BIM projecten was deze schatting moeilijker te maken omdat er nog niet veel ervaring mee was dus moeilijk in te schatten hoeveel uur er kwijt is.

Een percentage van de bouwkosten wordt ook gebruikt voor het bepalen van de engineeringkosten. Dit percentage is heel verschillend per opdracht dit ligt vooral aan de complexiteit van de opdracht. Hoe complexer de opdracht is hoe meer tijd er gaat zitten in

bijvoorbeeld het ontwerp. Tabel van NEngineers bepaald welk percentage er gebruikt moet worden voor bepaalde opdrachten. Deze tabellen worden vooral gebruikt ter indicatie.

Er zit verschil in het bepalen van de engineeringskosten bij een normale manier van werken en een werkwijze met BIM. Bij gebruik van BIM investeer je in het begin meer in het model wat later meer oplevert. Er zit dus een verschuiving in de kosten, deze verschuiven verder naar voren. Naar mate het model meer gebruikt wordt haal je meer winst uit de kosten. De zoutloods is een voorbeeld hiervoor. Dit model is meerdere malen gebruikt maar net op een andere manier. Voor het 1^e project waren de engineeringskosten hoger doordat het model opgezet moest worden. Voor de vervolg projecten werden de engineeringskosten steeds minder omdat het model al opgezet was. Het 3^e project is voor een kwart van de oorspronkelijk prijs aangeboden. Naar mate het model meer gebruikt wordt (voor meerdere fases) en je het verder kunt benutten zullen de engineeringskosten dalen. Het verschil is daarnaast ook afhankelijk van welk soort project.

BIM verhoogt de kwaliteit doordat je fouten eruit kan halen (voorkomt). Informatie gaat niet verloren maar wordt verder benut. Daarnaast kan je als je het goed doet informatie makkelijker met elkaar delen. Als alles op een goede manier wordt opgezet levert het ook tijdswinst op.

Betere producten kunnen tegen lagere kosten geleverd worden indien er goed gebruik wordt gemaakt van BIM.

De afdeling constructief ontwerpen is als eerst begonnen met het gebruik van 3D modelleren. Deze eerste stappen zijn in 2007 gezet.

22-5-2015

2. Interview Arno Rol

Arno Rol is project manager en heeft drie projecten gedraaid met behulp van 3D Revit voor het ontwerp. Voorbeeld daarvan is een het project Smartgate. Daarnaast is er ook een BIM model gemaakt voor een aannemer van een rijkswegenproject met meerdere viaducten. Dat project is in Civil 3D gedaan. Arno is projectleider en vertaalt daarvoor de vraag van een klant naar een ontwerpopgave en zoekt hier een team bij die dit ontwerp maakt. Dan wordt er gekeken welke tools er gebruikt gaan worden om het ontwerp te maken. Hier wordt dus ook de keuze gemaakt of er BIM of geen BIM wordt toegepast. De keuze wordt door de opdrachtgever vaak vrij gelaten of het in 2D of 3D wordt gemaakt. In alle 3 de gevallen is de keuze zelf gemaakt om in 3D te werken. Deze projecten zijn alleen in 3D getekend, dit houdt dus in dat er nog geen echte data aan gekoppeld is. Alleen de hoeveelheden staal uittrekken is met behulp van het model gedaan.

BIM wordt door Arno gezien als de toekomst en hij zal dan ook bij volgende projecten steeds kijken of het in 3D gedaan kan worden. Dit is dan wel afhankelijk van de beschikbare personen voor een project. Arno heeft een tijd geleden al gekeken of er bouwkostenramingen gemaakt kunnen worden met BIM, maar hier gelooft hij nog niet in. Voor woningbouw of repeterende kantoorbouw kan dit wel aan de hand van kosten aan de materialen hangen inclusief montagekosten. Voor de civiele wereld is dit echter een stuk lastiger doordat het veelal bepaald wordt door uitvoeringsmethode en equipmentkosten. Dit is nog niet mogelijk om aan elementen te hangen.

BIM-protocol wordt per project aangepast en gebruikt.

Arno was verbaasd over de definitie van de BIM-levels volgens de BIR. Volgens hem behoort 4D planning en 5D kostencalculatie bij Big BIM en niet bij Little BIM. Volgens hem is dit dermate ingewikkeld dat dit niet meer gezien kan worden als Little BIM. Dit komt vooral doordat er geen goede data beschikbaar is en als het er wel is, de partijen dit vaak niet willen delen. Volgens Arno is de BIM-volwassenheid afhankelijk van de hoeveelheid data die je aan het model hangt. Hoe meer data er is gekoppeld hoe volwassener je bent.

De BIM-volwassenheid van Movares is in te delen in level 2 van de Nederlandse BIM levels, er wordt gebruik gemaakt van meerdere disciplines en deze worden uitgewisseld en samengevoegd in één model. De Stappen 4D planning en 5D kostencalculatie behoren hier niet bij. Als je naar hoeveelheid data kijkt die in het model zit is Movares nog weinig volwassen. Movares is vooral met het geometrische model bezig.

Het werken met BIM is pas echt effectief als er data aan gekoppeld wordt. Het enige wat Movares doet is gebruik maken van 3D tekenen en maakt daarbij wel dankbaar gebruik van de clash controls. Het voordeel hiervan is dat er weinig bouwfouten of complicaties in de bouw zijn. Het is alleen niet te bepalen of bij projecten dezelfde bouwfouten wel zouden zijn gemaakt als er geen 3D werd toegepast.

Arno denkt dat de engineeringskosten met BIM hoger zijn als zonder BIM. Dit komt omdat er meer manuren worden gebruikt voor het werken met BIM. Vervolgens zijn er wel minder faalkosten dus de projecteigenaar wordt er wel beter van. Voor Movares is dit dus een lastig punt, daarentegen levert Movares met 3D wel een betere kwaliteit. Als Arno een opdracht krijgt van een opdrachtgever en ziet dat de opdrachtgever voor de laagste prijs gaat zal hij eerder de keuze maken voor 2D als 3D

omdat dit manuren scheelt en dus goedkoper kan. Daarnaast zijn de uren ook goedkoper omdat een 3D modelleur een hoger tarief heeft.

Het werken met BIM vraagt ontzettend veel discipline. Een voorbeeld hiervan is een project waarbij is afgesproken dat elke vrijdag het model wordt geupdate maar dit niet door iedereen gedaan wordt, hier moet dus erg achteraan gezeten worden.

Movares zou meer gebruik moeten maken van AutoCAD Civil 3D en niet alleen van Revit. Dit is dan vooral voor de wegensector. Vooral de koppeling tussen deze programma's zou beter moeten. Het model van het programma naar het andere en weer terug. Er zijn wel personen die erg goed zijn in het gebruik van Revit maar die mensen zijn er nog niet voor Civil 3D, die zouden er wel moeten zijn.

BIM is het beste toe te passen voor gebouwen, constructies en knooppunten waarbij het hele gebied in 3D gezet kan worden. Movares is heel goed in knooppunten maar zou dit meer moeten toepassen met gebruik van 3D BIM.

Engineeringkosten zijn de kosten in de offerte naar de klant. Alles wat onder Movares valt en voor de klant is. Het ontwerp inclusief conditionering en bouwkostenraming. Wat je afsprekt met de klant. De engineeringkosten kunnen op meerdere manieren worden bepaald. Bijvoorbeeld hoeveel tekeningen moeten er gemaakt worden. Dat is zoveel uur per tekening en daar wordt dan een prijs aangehangen per tekening. Alleen werkt dit niet voor een 3D model. Een percentage van de bouwkosten is een traditionele manier voor het bepalen van de engineeringkosten. Dit wordt vooral nog gebruikt ter indicatie. Het bepalen van de engineeringkosten is in principe een begroting van de manuren.

Er zit verschil in het bepalen van de engineeringkosten voor gebruik met BIM en zonder. Voor movares is dit lastig te bepalen. Het 3D modelleren zit in een hogere tariefgroep. Ook door het doen van clash controls ontstaat meer werk. De clash controls die je vindt moet je aanpassen en kost dus ook meer tijd. Doe je geen clash controls hoeft je ook niks aan te passen kost het je dus ook minder tijd. Hierdoor ontstaan dus de extra manuren ten opzichte van 2D tekenen. Arno denkt dat de engineeringkosten uiteindelijk voor BIM hoger zijn maar het voor het project wel beter is.

De grootste voordelen van BIM zijn de clash controls en het doorvoeren van wijzigingen is in een model makkelijker te doen. Ook het uittrekken van hoeveelheden is makkelijker door het gebruik van een BIM model.

Het verschil in constructie, bouwkundig en installaties is interessant om naar te kijken omdat ze bij installaties nog niet zo ver zijn.

De architect gebruikt nog weinig BIM maar de bouwkundige gebruikt vooral BIM.

26-5-2015

3. Interview Jan Faber

Jan Faber is de trekker van BIM voor de afdeling Infra en de daarbij behorende groepen. Hij moet zorgen dat de neuzen dezelfde kant opstaan en de mensen mee trekken in het werken met BIM. Ook zorgt Jan voor de organisatie wat betreft BIM. Het verbeteren van de samenwerking met elkaar is hier een voorbeeld van. De programma's die gebruikt worden zijn Autodesk Revit, Allplan, Inventor en Civil 3D.

De projecten die gedaan zijn met behulp van BIM zijn meestal tumultueus verlopen. Ze zijn niet echt goed verlopen maar ook niet slecht. Doordat voor veel projecten het BIM gebruik nieuw is, ontstaan er bij elk nieuw project ook nieuwe "problemen". Het werken met BIM is nog geen gesneden koek en Movares zit dan ook nog echt in de ontwikkelfase. Een voorbeeld hiervan is dat er iemand uitgeleend wordt die bij een aannemer met BIM moet gaan werken. Dit begint vaak met hele grote ideeën en beloftes. Ook worden hier cursussen voor gedaan. Uiteindelijk is 3 maanden later dan alles anders.

Het geloof in BIM is zeer aanwezig en er zal ook geen andere toekomst zijn als een toekomst met BIM. "Als je nu niet mee doet doe je nooit meer mee". Dit wordt dan ook actief gestimuleerd door uren ter beschikking te stellen en het in projecten "gewoon" te gaan doen. Ook als er nieuwe ideeën zijn of toepassingen met betrekking tot BIM wordt er uitgezocht of en hoe het toegepast kan worden.

Voor de pakketten die er nu ter beschikking zijn is ook nog niet zeker wat uiteindelijk het beste pakket is over een aantal jaar en welke tools daar allemaal bijhoren, er wordt daarom naar meerdere pakketten gekeken voor het gebruik van BIM.

Er is een BIM protocol waar Movares nog mee bezig is om standaard te maken. Deze moet dan vervolgens voor alle projecten gebruikt worden afhankelijk van het te gebruiken programma. Daarnaast moet dit protocol ook voor alle groepen een standaard worden.

Volgens Jan zit Movares op het BIM-volwassenheids niveau volgens de Nederlandse BIM levels tussen level 1 en 2 in. Er wordt wel samengewerkt door verschillende disciplines en dit ook aan elkaar gekoppeld en samengevoegd. Alleen de echt slimme dingen die mogelijk zijn en die Movares ook wilt doen met BIM worden nog niet echt benut. Er zijn projecten die gebruik maken van ObjectLive waarbij er een koppeling is tussen de objecten, het model en de eisenspecificaties. Voor Ede wordt dit op dit moment gebruikt. Wat Movares graag zou willen is de koppeling met het rekenwerk, dit houdt in de koppeling tussen Revit en Scia Engineer. Hier wordt mee getest en het is ook mogelijk maar is nog niet klaar voor echt gebruik. Kostencalculatie is ook wel eens gedaan door gebruik van de koppeling IBIS4BIM, alleen zeer zelden. Het is wel de bedoeling dat dit gebruikt gaat worden. Daarentegen is de afdeling bouwkostencalculatie nog niet erg enthousiast. Dit heeft vooral te maken met de kosten die nu meerkosten zijn en nog niet terug te verdienen zijn. Je kan zeggen dat er lichte angst is om te investeren.

Het werken met BIM is altijd effectief en dan vooral voor de kwaliteit die je levert en de fouten die voorkomen kunnen worden. Daarentegen is het financieel nog niet effectief omdat er nu nog veel in geïnvesteerd moet worden. De ontwikkeling binnen Movares is nog erg bezig en daarom ben je nu nog vaak meer geld kwijt als dat het oplevert. Interessant is dat er bij de Stationsstraat in Utrecht

samen werd gewerkt met andere partijen. Hierbij moesten meerdere modellen samengevoegd worden. Hierbij is Movares degene geweest die wist hoe dit moest en heeft dit de andere partijen uitgelegd. Zo werden het stationsmodel, de fietsenstallingen en Hoog Catharijne samengevoegd. Vervolgens is dit model later ook weer gebruikt voor een vervolg project. Hier bewijst BIM zijn effectiviteit ook. Daarnaast is ook voor meerdere projecten (steunpunten) hetzelfde model gebruikt en op verschillende plaatsen toegepast. Zo is het model direct gekopieerd en vervolgens zijn alleen een aantal stramienen aangepast. Door dit zelfde project aangepast aan te bieden zijn er een hoop engineeringskosten bespaard.

Daarnaast is het afhankelijk van het soort projecten die je krijgt. Om meer kennis en ervaring op te kunnen doen in het uitwerken in BIM is het beter om veel verschillende soorten projecten te doen. Dit is dus erg afhankelijk van de vraag die Movares krijgt. Bij steeds dezelfde soort projecten zal de ontwikkeling minder zijn als bij verschillende soorten projecten.

De effectiviteit van BIM voor Movares begint bij het gebruik van het BIM-Level niveau 2. Hier haal je een groot deel uit de mogelijkheden van BIM en daarmee wordt het ook effectief om te gebruiken. Jan denkt dat het pas bij niveau 3 echt geld op gaat leveren.

De beste projecten om uit te voeren in BIM voor Movares zijn de eenvoudige en moeilijke projecten. Voor de eenvoudige opdrachten is het gebruik vaak niet veel extra werk. Voor bijvoorbeeld opdrachten waar veel repetitie in zit is dit in BIM sneller en makkelijker op te zitten. Voor de moeilijke projecten is BIM wel veel extra werk maar kan dan wel vaak hulp bieden. Bijvoorbeeld waar veel disciplines bij elkaar samen komen is het door middel van BIM makkelijker fouten te voorkomen. Hiermee verdien je de extra tijd die erin gestoken wordt weer terug. De vraag is dus eigenlijk of er wel projecten zijn waarvoor je geen BIM zou willen gebruiken.

De engineeringskosten is wat vroeger de RVOI was en nu de DNR heet. De kosten die je in een fase nodig hebt om je producten te kunnen leveren. De kosten die de opdrachtgever moet betalen om een product te krijgen. Bijvoorbeeld rekenwerk, tekenwerk, begrotingen, projectleider uren, reiskosten, print- en plotkosten.

De markt bepaald vaak wat de kosten zijn voor de engineering. De standaardtabellen met percentage wordt vaak alleen nog gebruikt ter indicatie, zit je te hoog of te laag. Vaak wordt de opdracht voor minder als het percentage gedaan als wat nodig is volgens de standaard tabellen. Vaak wordt er daarna gekeken wat het budget is wat je hebt en wat je daarvoor gaat leveren. Kan het bijvoorbeeld niet op slimme manier met minder tekeningen. Uiteindelijk wordt altijd terug gerekend naar de prijs die het mag opbrengen. Bij aanbestedingen bepaald vaak nog steeds de laagste engineeringskosten de gene die de opdracht krijgt.

Bepalen van de engineeringskosten gaat aan de hand van de producten die de opdrachtgever wil. Bij een aanbesteding geeft vaak de opdrachtgever een lijstje met producten mee. Deze schrijf je vervolgens uit en bepaal je wie je daar voor nodig hebt en hoeveel uur dit moet kosten. De prijs die hieruit komt, toets je aan de hand van de oude tabellen met percentages.

Met BIM kan je niet meer alleen naar je eigen product kijken, je kijkt naar het eindproduct en welke stukjes je van elkaar nodig hebt om een compleet model te maken en dat raam je. Dus niet per discipline apart maar gezamenlijk bekijken wie doet wat en vooral ook wie is de modelregisseur.

Voor dat eindproduct kijk je weer welke deelnemers je daarvoor nodig hebt en daar hang je de uren aan. Jan denkt dat het op dit moment nog duurder is om met BIM te werken dan zonder. Verwachting is wel dat dit naar mate de BIM-volwassenheid stijgt ook beter zal worden en uiteindelijk winstgevend zal zijn.

Jan ziet eigenlijk alleen maar voordelen in BIM. Alles wat je nodig hebt is uit het model te halen. Het punt hierbij is wel dat het goed opgezet moet worden en je hier de goede mensen voor moet hebben met genoeg kennis. Opleiding hierin is dus zeker van belang.

26-5-2015

4. Interview Jorrit Rodermond

Jorrit Rodermond is voornamelijk bezig met 3D modelleren en het toepassen van BIM. Ook houdt hij zich bezig met de ontwikkelingen omtrent BIM. Daarnaast houdt hij zich ook bezig met de koppeling met andere disciplines en probeert de andere groepen/disciplines ook mee te krijgen in het werken met BIM. Af en toe is het nog moeilijk om mensen mee te krijgen, vaak zijn zij nog wat angstig voor verandering.

In een BIM proces merk je dat er meer tijd zit in de engineering in de voorfase, er moet meer werk verricht worden. Hier merk je dat dit proces moeizaam verloopt en vaak tegen de verwachting in. Geleverde tekeningen zijn vaak niet zoals verwacht waardoor er mensen zijn die er op tegen zijn en niet op de tekening zien wat ze willen zien. Dit terwijl dit vaak door middel van een andere view of instelling ineens wel aan de verwachtingen voldoet. Veel mensen blijven vast houden aan de standaarden.

Voordeel van BIM is echt goed te zien in het uitvoeringstraject. Doordat de fouten er uit zijn gehaald verloopt dit een stuk soepeler. In tegenstelling tot 2D tekeningen waarbij vaak pas op de bouw de fouten ontdekt worden. Bij het afleveren van een 3D model ten opzichten van 2D tekeningen krijg je veel minder vaak onduidelijkheden of vragen terug.

Bij het maken van een model moet er goed gekeken worden wat er precies gevraagd wordt en in welke fase. Bij de voorfase kost het meer tijd om een model op te zetten dan tekeningen in 2D te maken. Voorbeeld hiervoor is een perronkap. Er moet precies duidelijk zijn welke uitgangspunten er gebruikt worden. Stel het perron wordt vlak getekend omdat er wordt uitgegaan dat het spoor recht ligt, maar vervolgens ligt het spoor schuin. Dan moeten dus vervolgens de perrons ook schuin worden gemaakt en daarmee ook de trappen, lift enz. Hier zit dan een hoop tijd in om het aan te passen of misschien moet er zelfs wel opnieuw begonnen worden. Het product maken kost meer tijd maar heeft wel meerwaarde.

Het is dus van belang om je goed te realiseren in welke fase je zit en wat je marges zijn qua wijzigingen. In een vroege fase moet je grover modelleren en niet proberen het gelijk eruit te laten zien zoals het gaat worden (blokjes gebruiken). Als er wijzigingen komen betekend dit dat er veel meer tijd gaat zitten in het aanpassen, als het model niet zo gedetailleerd is kan dit sneller. Het BIM-protocol moet hiervoor gebruikt worden om de afspraken zo strak mogelijk vast te leggen. Tot welke niveaus werk je wat uit is belangrijk om vast te leggen.

Het kostenplaatje verschuift naar een vroeger stadium van het project. Veel mensen moeten hier nog aan wennen. Een opdracht maken in 3D kost meer maar geeft uiteindelijk ook een beter product. Het is dus ook afhankelijk van wat de opdrachtgever wilt betalen. Wil de opdrachtgever minder betalen dan zal het product ook lager in waarde zijn.

In een BIM proces moet je steeds nadenken hoe je met informatie omgaat, waar komt de informatie vandaan hoe verwerk je het op een slimme manier zodat je het ook op een slimme manier weer kunt gebruiken. Het is daarbij belangrijk dat andere mensen het ook begrijpen en gebruiken.

BIM-protocol moet actief gebruikt worden bij een project. Alle afgesproken punten moeten er in staan zodat je ook steeds terug kunt kijken wat je hebt afgesproken, wat moet er dus in het model

komen en wat niet. Het maken van een BIM-protocol heeft alleen nut als je het op deze manier gebruikt.

Het BIM-volwassenheidsniveau is sterk afhankelijk van project en groep. Level 3 kan gehaald worden maar gebeurt nog niet vaak. De samenwerking tussen meerdere disciplines gebeurt wel steeds vaker. 4D planning en 5D kostencalculatie is ook mogelijk maar gebeurt nog niet vaak. Dit alles is weer sterk afhankelijk van wie er aan een project werkt. Sommige zijn daar verder in als andere en zullen dan ook meer mogelijkheden van BIM benutten. Movares is het best in te delen in level 2 omdat level 3 nog niet zo vaak gehaald wordt.

Het werken met BIM is het meest effectief als de opdrachtgever zich bewust is van de informatiestroom binnen het project en hier ook op gaat sturen. De opdrachtgever moet zich bewust zijn van welke informatie die moet leveren en op welke manier die de informatie terug wil krijgen om dit vervolgens nuttig te gebruiken in de stappen erna.

Het op een hoger niveau koppelen van data aan het model gebeurt nog te weinig, hier moeten nog stappen in gemaakt worden.

Movares is op dit moment vooral nog bezig met ervaring opdoen in het werken met BIM. Het is goed dat Movares hier tijd in steekt om dit te leren. Het is daarom nog niet echt effectief te noemen maar wel leerzaam. Het leeft wel steeds meer binnen Movares en wordt ook steeds meer met elkaar gedeeld. Het is belangrijk om het leerproces Movares breed te trekken en niet per groep apart. Bijvoorbeeld experimenteren met dingen die bij een andere groep ook gedaan worden, waardoor er dus eigenlijk dubbel werk gedaan wordt in plaats van de informatie goed te delen. "Het BIM ontwikkelingsproces zou op een BIM manier aangepakt moeten worden". Een echte BIM'er is ook te herkennen aan het bereidt zijn te delen van informatie en te willen helpen. Er zou op een meer centralere manier omgegaan moeten worden met BIM. Het echt gebruiken van data en informatie in het model en niet alleen bij 3D modelleren houden is een verbeterpunt.

Hoeveel informatie geef je door aan opdrachtgever/volgende partij. Niet alle informatie zomaar cadeau doen.

Het opzetten van een 3D tekening duurt vaak langer als een 2D tekening, daarentegen zijn wijzigingen sneller te maken met een 3D model en daar vervolgens nieuwe tekening uithalen.

De kosten van een 3D model kunnen een stuk hoger zijn maar de kwaliteit van het product is daarmee ook beter. Vraag is waar je meer waarde aan hecht, de kosten van het ontwerp of de kwaliteit wat je levert.

Veel engineeringskosten zitten in het uitzoeken van de bestaande situatie. Het goed in kaart brengen van de situatie is van belang voor een goed model en helpt je vervolgens om een goed model op te zetten. Als de situatie niet gelijk goed wordt gebruikt voor het maken van het model en ontwerp zullen er meer wijzigingen en fouten ontstaan. Dit kost op dit moment het meeste tijd (en dus geld).

De opdrachtgever is van groot belang. De opdrachtgever moet worden mee genomen in het model en ook bewust zijn van wat hij er allemaal mee kan. Er moet worden gezorgd dat de klant bewust is

van de hoeveelheid werk en informatie die hij krijgt en dat hij dit ook gaat waarderen (en hier dus meer voor gaat betalen).

De engineeringskosten met of zonder BIM is afhankelijk van de hoeveelheid wijzigingen die er zijn in het ontwerp traject. Als er veel wijzigingen zijn is dit met BIM sneller te doen en bespaard dit tijd ten opzicht van de wijzigingen doorvoeren op een traditionele manier. Als er dus weinig wijzigingen zijn zal de traditionele manier vaak minder engineeringskosten hebben. Dit is wel afhankelijk van in welke fase het ontwerp zit en hoe goed het model is opgebouwd.

Voor traditioneel werk in 2D is veel makkelijker en nauwkeurig te zeggen hoeveel uur het kost om een tekening te maken. Dit is voor 3D tekeningen veel lastiger van te voren te zeggen. Dit heeft met name ook te maken met de hoeveelheid ervaring die daar nu in is. Hoe beter een modelleur is hoe sneller het model te maken is en ook beter in te schatten hoeveel uur het kost.

Op dit moment betaal je nog veel leerkosten doordat de ervaring nog ontbreekt. Naar mate de ervaring meer wordt zullen deze kosten verminderen.

28-5-2015

5. Interview Ernst Vermeulen

Ernst is modelleur bij de groep Constructief Ontwerpen. Alle projecten die hij doet zijn gemaakt met Autodesk Revit. Ernst zet het model op en levert daarnaast ook hoeveelheden uit het model aan de kostendeskundige. De kostendeskundige kan vervolgens aan de hand van de hoeveelheden de kosten bepalen. Deze manier van werken wordt regelmatig gedaan.

Projecten die gemaakt zijn door middel van 3D ontwerpen (BIM) zijn over het algemeen goed verlopen. De opdrachtgever vraagt vaak nog platte tekeningen en geen model omdat de opdrachtgever vaak nog niet kan werken met een 3D model. Het maken van deze platte tekeningen vanuit het model kost veel extra tijd.

Ernst gelooft zeer zeker in BIM en ziet de meerwaarde er van in. Zeker als het niet alleen bij 3D blijft maar ook naar 4D en 5D gaat. De ontwikkelingen worden goed bij gehouden en Ernst is nu vooral bezig om te kijken of 4D planning gebruikt kan gaan worden.

Qua BIM level wordt alles toegepast behalve 4D planning en 5D kostencalculatie. Het samenwerken met meerder disciplines wel en ook met verschillende partijen wordt er op deze manier samengewerkt. Dit is te koppelen aan BIM level 2 volgens de Nederlandse BIM levels. Hoeveelheden worden wel gebruikt maar het is nog niet echt gekoppeld aan een calculatie pakket, zoals IBIS 4 BIM.

Het werken met BIM is op dit moment volgens Ernst al effectief. Veel mensen vinden dat het meer werk is als autocad, maar daar is Ernst het niet mee eens. Dit heeft vooral te maken met een tekortkoming aan ervaring van de modelleur of het sneller is of niet. Het gebruik van de bibliotheek is ook van belang bij de snelheid van het modelleren. Hoe groter de bibliotheek die je hebt hoe makkelijker en sneller je een model kan bouwen.

Voor Movares is het verschillend per project of het effectief wordt gemaakt met BIM. Dit heeft ook weer te maken met de modelleur die het model maakt. Als de modelleur genoeg ervaring heeft en het goed doet is het effectief, is de modelleur nog niet zo ver is het vaak niet effectief. Er zijn een aantal mensen die wel cursussen gevolgd hebben voor het modelleren maar de ervaring nog missen. Er moet geïnvesteerd worden om op een hoog niveau te komen, Ernst is er van overtuigd dat het dan zijn vruchten afwerpt.

Het is jammer dat de opdrachtgevers nog veel 2D tekeningen vragen omdat hier een hoop tijd mee verloren wordt. Het is eigenlijk wachten tot de opdrachtgever over gaat stappen naar het gebruik van een 3D model en niet meer van 2D tekeningen. Vaak kan de opdrachtgever dit nog niet.

Voor Movares is het belangrijk dat BIM gewoon gedaan moet worden. De ervaring verkrijg je alleen door het doen van projecten in BIM. Dus ieder project wat in Revit gemaakt kan worden moet ook op deze manier gedaan worden. Daarnaast moet ook de kennis die er is goed gedeeld worden.

Movares is één van de grootste ingenieursbureaus van Nederland en een bedrijf als Movares zou dan ook een koploper moeten zijn in het gebruik van BIM en geen trendvolger. Movares zou dan ook meer moeten investeren hierin en een inhaalslag moeten gaan maken. Het niveau is nog wel redelijk maar zit eigenlijk alleen op de afdeling Constructief ontwerpen. Dit zou Movares breed moeten zijn. Movares zou zo goed als alle opdrachten die zij krijgen moeten uitvoeren in BIM.

De engineeringskosten voor het gebruik van BIM en zonder BIM is afhankelijk van het niveau dat de persoon heeft die het werk in BIM uitvoert. Dit bepaald de snelheid waarmee een model gemaakt kan worden en dus ook hoeveel geld dit kost. Het geld zal vooral terug verdient worden bij de realisatie van een bouwwerk doordat de fouten er van te voren meer zijn uitgehaald. Alles in het model is uitgewerkt en past en kan dus ook. De volledige engineering van het ontwerp wordt gedaan. Voor Movares is het meer de tevredenheid van de klant de geleverde extra tijd zullen zij niet terug krijgen. Het is daarom van belang om goed te kijken naar wat de opdracht precies is. Krijgt Movares bijvoorbeeld het hele traject met uitvoeringsbegeleiding enz. dan zal Movares sneller de gestoken uren in de engineering terug verdienen. Het is daarbij dus ook van belang dat je bij een opdracht voor alleen een VO minder gedetailleerd werkt. De gedetailleerdheid en dus de hoeveelheid uren is afhankelijk van de fase waarin het werk wordt verricht. Je moet hier goed weten wat je wel en wat je niet modelleert in welke fase.

De engineeringskosten zullen door de ervaring die verkregen wordt lager worden, schatting hierbij is wanneer de ervaring hoog genoeg is de engineeringskosten niet veel zullen verschillen met 2D tekenwerk.

Er worden alleen maar voordelen gezien bij het gebruik van BIM, het is gewoon de toekomst.

29-5-2015

6. Interview Carla Molenaar

Carla Molenaar is manager van de groep Gebouw Installaties. Deze groep is met twee disciplines betrokken bij de projecten steunpunten in Delfgauw, Houten en Baarn. Carla levert vanuit haar groep mensen die meewerken aan dit project. Carla is daarnaast ook trekker op het gebied van BIM voor de groepen Gebouwen en Gebouw Installaties. Carla is sinds zij begonnen is met deze functie ook gelijk begonnen met de ontwikkeling van BIM. Er moeten nog flinke stappen gemaakt worden en ze staan eigenlijk nog echt aan het begin. Ze lopen binnen deze groepen tegen allerlei problemen aan op het gebied van BIM. Er is een stuwgroep binnen Movares genaamd Dreamscometrue en daaronder zit een werkgroep onder leiding van Robert Koster. Er zitten in deze groep een aantal mensen van Rail en een aantal van RMI. Deze groep is samen bezig met de ontwikkeling van BIM. Zij zorgen ervoor dat BIM meer op de kaart gezet wordt binnen Movares. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen Revit en XYZ (3D programma voor rail). Dit is niet alleen intern maar ook extern. Binnen de groep is een verdeling gemaakt in spoor, infra en gebouwen. Carla is de trekker van de groep gebouwen.

“Er is geen keuze voor het gebruik van BIM het is gewoon een must.”

De projecten die nu in BIM zijn gedaan zijn nog niet helemaal top verlopen. Carla is ook van mening dat de stap naar BIM nog niet gemaakt is maar er alleen 3D ontworpen wordt. Er zijn een aantal aspecten waar tegen aan gelopen wordt. Het eerste aspect is het gebruik van programmatuur, in dit geval dus Revit. Het is geen pakket wat je zomaar even leert. Het kost een hoop tijd om het goed onder de knie te krijgen, dat betekent dat mensen nu langer over dingen doen. Het tweede aspect is dat het integraal werken ingewikkeld is. De disciplines moeten continue met elkaar schakelen om het 3D model goed te krijgen. Deze manier van werken zijn ze nog niet gewend te doen. Vroeger werden gewoon platte tekeningen gemaakt en bij wijze van spreken over de schutting gegooid naar de aannemer en het werk voor het ingenieursbureau zit er op. Als er dan iets niet klopt of niet past lost de aannemer dit op en dat veroorzaakt faalkosten en meerwerk. Dit gebeurt dan buiten het zicht van het ingenieursbureau, je kan hooguit nog problemen krijgen over de kwaliteit die je levert. Bij gebruik van BIM komen deze problemen in het voortraject juist naar boven en moeten dus direct opgelost worden. Dit is een andere manier van werken en vraagt meer van de ontwerper. Hier moeten de mensen nog aan wennen. Daar moet nog veel in geleerd worden op dit moment. Dit is in het begin een beetje onderschat.

De opdrachtgevers waarderen het wel als het ontwerp in 3D gemaakt is. Dit zit vooral in het visuele, ze zien veel beter wat ze krijgen. Vooral opdrachtgevers die technisch minder goed zijn kunnen makkelijker meegenomen worden in het ontwerp. Dit is dus zeker van toegevoegde waarde, maar maakt het ook ingewikkeld. Als je namelijk tussendoor het 3D model laat zien aan de opdrachtgever zeggen ze vaker dat ze het anders willen doordat ze het nu direct goed kunnen zien. Dan moet het 3D model dus weer aangepast worden. Het vraagt dus heel veel van je projectmanagement om het proces goed te sturen.

Meerdere disciplines worden gebruikt in BIM, ook met partners samenwerken wordt gedaan. Alleen de dingen zoals 4D en 5D wordt nog niet toegepast. Volgens Carla is Movares daarom ook nog niet echt aan het BIMmen. De eerste stappen daarin zijn het 3D ontwerpen goed onder de knie krijgen met verschillende disciplines. Daarna zouden bestekstukken enz. gekoppeld moeten worden.

Daarnaast zou het model ook als 3D model geleverd moeten worden aan de klant, dus zonder 2D tekeningen te genereren. De aannemer zou dan vervolgens met hetzelfde model aan de slag moeten. Die stap zou Movares moeten maken. Movares zou zelf de contractvoorwaarden moeten veranderen om dit te realiseren. (voorbeeld steunpunten, de 1^e twee projecten zijn 2D tekeningen geleverd en de 3^e wordt het 3D model geleverd met zo weinig mogelijk 2D tekeningen. Dit is alleen sterk afhankelijk van de opdrachtgever of hij hiermee overweg kan.

Het verdienmodel verandert. De afgelopen jaren merkte je dat het verdienmodel verschoof naar de aannemer doordat de aannemer steeds meer zelf ging doen (planontwikkeling enz.). Nu is er een kans om dat verdienmodel en het werk terug te verschuiven in de keten. Doordat er meer werk nodig is voor het ontwerp ontstaat er meer werk voor het ingenieursbureau. Het is echter aan het ingenieursbureau zelf om de opdrachtgever te laten zien dat er meer engineering nodig is maar dat dit later in de keten door vermindering van bouwfouten en faalkosten terug verdient kan worden. Dit is echter wel een uitdaging om de opdrachtgever dit uit te leggen en hiervan te overtuigen.

Het percentage van de bouwsom wat gezien wordt als engineeringkosten verschuift. De totale bouwsom zal lager worden, maar het percentage engineering wordt hoger. Hier moet de opdrachtgever nog in mee. Dit wordt nu in kleine stapjes gedaan door de opdrachtgever aan de hand mee te nemen en te laten zien wat de toegevoegde waarde is. Een voorbeeld hier van zijn de projecten steunpunten. Hier heeft Movares het hele traject dus ook de begeleiding van de bouw. Hier kan dus direct ook gezien worden wat de gevolgen zijn. Daarentegen blijft het lastig te zeggen hoe het gegaan was als het in 2D was geweest.

Belangrijk punt hier in is de manier van aanbesteding. Wanneer de vraag specifiek is om de opdracht in 3D te doen is dit geen probleem. Maar zodra dit niet het geval is, is het van belang of de aanbesteding volgens laagste prijs gaat of volgens EMVI. Bij laagste prijs komt dit omdat het werken in 3D op dit moment meer kost en het dus moeilijker wordt om de laagste prijs te krijgen. Als er naar EMVI wordt gekeken valt er juist punten te scoren door het gebruik van 3D.

EMVI aanbestedingen worden vaak verdeeld in een deel EMVI en een deel prijs. Er wordt een percentage bepaald bijvoorbeeld 60% EMVI en 40% prijs. Als er volgens deze manier op alle punten van EMVI gescoord wordt gaat er fictief 60% van de prijs af. Als een andere partij bijvoorbeeld maar 30% haalt gaat dit van de prijs af. Zo is dan de fictieve prijs 40 en voor de andere partij 70. Stel dat beide partijen op de zelfde prijs uitkomen houdt dit dus in dat degene met de beste EMVI score de opdracht krijgt. Hoe meer de verhouding richting EMVI is hoe meer de kwaliteit dus mee telt.

Op dit moment helpt het om ook kleine opdrachten in BIM uit te voeren. Dit heeft dan vooral te maken met het leerproces. Hoe meer opdrachten er nu in BIM worden gedaan hoe sneller het leerproces gaat. Maar dit betekent niet dat elke opdracht in BIM moet. Het moet wel een toegevoegde waarde hebben. Als de opdracht bijvoorbeeld alleen even snel een tekening is zal dit niet in BIM gedaan worden. Ook in de toekomst zal waarschijnlijk niet alles overgaan op BIM, dit is afhankelijk van wat de opdracht is.

Engineeringkosten gaan nog steeds vaak volgens een percentage van de bouwsom. Maar dit hangt wel af van wat je er voor moet doen. Voor bijvoorbeeld alleen een VO is dit anders als dat je de opdracht krijgt tot aan het bestek. Soms wordt er ook voor gekozen om het echt helemaal op te bouwen. Dus dan wordt er echt gekeken welke tekeningen er moeten worden gemaakt en

bijvoorbeeld het bestek. Dan worden er uren gekoppeld aan de activiteiten die gedaan moeten worden. Deze totaal aantal uren bepalen dan de engineeringskosten. Nadeel hieraan is dat het maken van zo'n raming op zich al veel tijd kost en meestal kom je ook niet goedkoop uit. Aan het einde wordt er nog risico bijgevoegd en op elk subonderdeel worden de uren nog een beetje afgerond. Uiteindelijk ben je dan veel te duur. Dit gebeurt ook en is afhankelijk van wat er gevraagd wordt. Bij de steunpunten bijvoorbeeld is dit gedaan door middel van een percentage van de bouwsom. Daarna wordt nog wel altijd gecontroleerd of het klopt en of het werk binnen deze prijs gedaan kan worden.

Het bepalen van de engineeringskosten volgens het percentage systeem is niet altijd een goede manier om de engineeringskosten te bepalen. De bouwsom zegt namelijk niet zo veel over de complexiteit van een gebouw. De bouwsom kan dus erg laag zijn maar wel complex waardoor de engineering in tegenstelling tot de bouwsom hoger wordt. Bijvoorbeeld bij de steunpunten daar zit een natzout installatie in, hier had Movares nog geen ervaring mee waardoor dit dus meer kost.

Carla is zelf nu bezig om wat meer kengetallen te verzamelen. Hoeveel tijd hebben zij nu in het algemeen nodig voor het maken van een DO en het maken van een bestek. Hier wordt nog niet gekeken naar het gebruik van BIM. Dit zal in de toekomst wel gebeuren.

Het verschil in engineeringskosten tussen gebruik van BIM en zonder BIM zijn er wel. Carla heeft alleen nog geen idee wat dit verschil is. Op dit moment is dat ook nog lastig te zeggen omdat er nu nog veel leren in zit. Het is daarom niet eerlijk te zeggen dat het met BIM nu zoveel meer kost. Daarvoor zou het niveau van BIM gebruik hetzelfde moeten zijn als in 2D, dit is nu nog niet het geval. Een ervaren AutoCAD tekenaar is niet te vergelijken met een beginnend Revit modelleur.

Om een goed beeld te krijgen van het totale proces en het gehele verdienmodel zou er gekeken moeten worden wat de gevolgen van BIM gebruik zijn bij de aannemer. Als je hier kan zien dat de faalkosten en bouwfouten naar beneden gaan weet je wat je echt hebt aan BIM.

Het gebruik van BIM is voor een ingenieurbureau alleen van belang als de opdrachtgever en de aannemer er wat aan hebben. Als dit niet het geval is zal het voor het ingenieurbureau ook niet interessant zijn om in Revit te gaan werken. Het enige wat je kan zeggen is dat de kwaliteit van je producten verbeterd.

29-5-2015

Bijlage 4; Engineeringskosten

Inhoudsopgave

Bijlage 4; Engineeringskosten	67
4. Wat zijn engineeringskosten?	69
4.1 De opdrachtgever	69
4.2 Movares	70
4.3 Werkzaamheden die binnen de engineeringskosten behoren	71
4.4 Het bouwproces en de fases	72

4. Wat zijn engineeringskosten?

4.1 De opdrachtgever

De engineeringskosten is een deel van kosten die benodigd zijn voor het realiseren van een bouwwerk. Dit is terug te zien in de totale investeringskosten voor een opdrachtgever voor het realiseren van een bouwwerk. In onderstaande figuur 5 is deze verdeling in kosten te zien.

KOSTENSOORTEN		Voorziene kosten				Onvoor- ziene kosten	Totaal	
		directe kosten		indirecte kosten				
		bekend	nader te detaileren	bekend	nader te detaileren			
Kosten categorieën								
bepaling van het budget financiering	↑ raming van het project binnen de scope	Bouwkosten	X	X	X	X	X	Σ
		Vastgoedkosten	X	X	X	X	X	Σ
		Engineeringskosten	X	X	X	X	X	Σ
		Overige bijkomende kosten	X	X	X	X	X	Σ
		Basisraming	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ
		Project onvoorzien					X	*****
		Investeringskosten, excl. BTW	*****	*****	*****	*****	Σ	Σ
		BTW						X
		Investeringskosten, incl. BTW						Σ
		Bandbreedte	X		X			
		prijsspeil: X (dd.mm.jj)						
		bij X % betrouwbaarheidsinterval						
						X		
						X		
TOTAAL AAN TE HOUDEN VOOR BUDGETDOELEINDEN							Σ	
Legenda:								
X		verantwoordelijkheid kostenrammer						
X		verantwoordelijkheid financier						

Figuur 5: Kostenoverzicht opdrachtgever(Peter Markensteijn,2014 SSK-systematiek)

Bouwkosten

Alle kosten die nodig zijn voor de fysieke realisatie van een project

Vastgoedkosten

Alle kosten die nodig zijn voor de verwerving van vastgoed (grond & opstallen)waarvan het eigendom noodzakelijk is om het project te kunnen realiseren.

Engineeringskosten

De kosten van ontwerpers, ingenieurs, specialistische adviseurs en het projectmanagement. Ook wel PEAT kosten genoemd (projectmanagement, engineering, administratie en toezicht).

Overige bijkomende kosten

Alle overige kosten zoals bijvoorbeeld de kosten voor vergunningen, heffingen, buitendienststelling, vervangend vervoer,rente kosten enz.

(Markensteijn, 2014)

4.2 Movares

Zoals hiervoor aangegeven zijn de engineeringskosten een deel van de kosten voor het realiseren van een bouwwerk. De kosten die binnen deze engineeringskosten vallen zijn de kosten die door bijvoorbeeld een advies- en ingenieursbureau als Movares worden gemaakt. Afhankelijk van wat de opdracht is vervult Movares de werkzaamheden die binnen deze kosten behoren. Dit hoeft niet te betekenen dat alle kosten binnen de engineeringskosten door Movares worden gemaakt. Zo kan een opdrachtgever er voor kiezen om meerdere advies- en ingenieursbureaus in te huren voor de totale engineering van een project. In dat geval verzorgt Movares dus alleen een deel van de totale engineering. Movares kan echter ook het gehele engineeringproces van een project verzorgen. Over het gehele bouwproces gezien is Movares werkzaam vanaf de onderzoeksfase (haalbaarheidstudies) tot en met de uitvoeringsfase (uitvoeringsbegeleiding). Zie paragraaf 4.3.

Hieronder is een verdeling gemaakt in de werkzaamheden van Movares die behoren tot de engineeringskosten.

Management

Het projectmanagement loopt over het gehele project. Hier worden onder andere de managers en projectleiders mee bedoelt. Zij zorgen voor de sturing binnen een project.

Advies

Het advies dat door Movares wordt geleverd is in verschillende fases binnen het bouwproces te verdelen. De adviseurs geven advies over verschillende vraagstukken van de opdrachtgever. Hierbij kun je denken aan haalbaarheidstudies, onderzoeken, controles enz.

Ontwerpen

Het maken en uitwerken van het ontwerp (tekenwerk), constructies bepalen/berekenen enz. valt onder het ontwerpen van een project. Deze categorie kan gezien worden als de daadwerkelijke engineering van een project. Om verwarring met de totale engineeringskosten te voorkomen wordt de categorie aangeduid als ontwerpen.

Uitvoeringsbegeleiding

De uitvoeringsbegeleiding houdt in dat er bouwmanagers en toezichthouders aanwezig zijn bij de realisatie die het uitvoeringsproces in de gaten houden en bijsturen.

Al deze werkzaamheden kunnen onderverdeeld worden in hun eigen kostenposten. Zo zijn de kosten te verdelen in:

- Managementkosten
- Advieskosten
- Ontwerpkosten
- Begeleidingskosten

Al deze kosten behoren tot de engineeringskosten.

4.3 Werkzaamheden die binnen de engineeringskosten behoren

Hieronder een aantal voorbeelden van activiteiten die onder engineeringskosten vallen opgesteld door ProRail (één van de meest voorkomende opdrachtgevers van Movares).

- Activiteiten van externe dienstverleners voor het doorlopen van planologische procedures
- Activiteiten ten behoeve van een veiligheidsdossier (bijvoorbeeld door een Independent Safety Assessor)
- Activiteiten voor het maken van bouwtekeningen en/of ontwerpen al dan niet computer ondersteund (CAD, CARE)
- Activiteiten voor het maken van een ontwerp V&G-plan
- Activiteiten externe dienstverleners voor het maken van technische en functionele specificaties, kostenramingen, besluitvormingsdocumenten en dergelijke
- Architectenwerk en andere bijzondere adviezen waarvoor ProRail de expertise niet heeft (onder meer werkzaamheden Spoorbouwmeester)
- Directievoering, administratie en toezicht tijdens de uitvoering door externe dienstverleners
- Activiteiten externe dienstverleners bij inspraak-, informatie- en voorlichtingsbijeenkomsten voor omwonenden en belanghebbenden tijdens de Voorfase en Planstudiefase van een project (zaalhuur, consumpties, folders, drukwerk, internetsite project, promotiefilm, virtual reality, en dergelijke)
- Onderzoek naar de aanwezigheid van kabels en leidingen en de kadastrale vastlegging ervan in het kader van de Wet Informatieuitwisseling Ondergrondse Netten
- Onderzoek naar de mate van trillingsoverlast die de bouw van het project gaat veroorzaken
- Onderzoek naar welke vergunningen nodig zijn, aanwezig zijn en moeten worden aangevraagd
- Onderzoek naar locaties met mogelijk historische en monumentale bodemschatten
- Onderzoek naar de (on)mogelijkheid van lozing grondwater op oppervlaktewater
- Onderzoek naar het effect van het project op de luchtkwaliteit in het projectgebied
- Onderzoek naar de aanwezigheid van ecologisch beschermde soorten (flora, fauna, Habitatrichtlijn, en dergelijke)
- Onderzoek naar de aanwezigheid van niet gesprongen explosieven (historisch onderzoek en analyse)
- Onderzoek naar te verwerven (on)roerende goederen die nodig zijn voor de uitvoering van het werk
- Onderzoek naar de soorten grondwater en de stromingen ervan
- Onderzoek naar de stabiliteit van grondstructuren als deze belast worden door het bouwwerk
- Onderzoek naar de geluidseffecten van het project op de omgeving
- Onderzoek naar de samenstelling van de bodem (aanwezige grondsoorten en waterhuishouding)
- Onderzoek naar 'verdachte' locaties met grondvervuiling
- Onderzoek naar de ligging van het terrein en de aanwezigheid van obstakels

(ProRail, 2011)

4.4 Het bouwproces en de fases

In de initiatieffase wordt het idee van het bouwwerk bedacht.

Vervolgens wordt onderzoek gedaan naar de haalbaarheid van het idee.

Indien het haalbaar blijkt wordt het idee verder gedefinieerd.

Als het idee gedefinieerd is wordt het Programma van Eisen opgesteld. Hierin wordt vermeld waar het ontwerp aan moet voldoen

Het voorlopig ontwerp wordt opgesteld volgens het Programma van Eisen.

Het voorlopig ontwerp wordt aangepast en verder uitgewerkt tot een definitief ontwerp

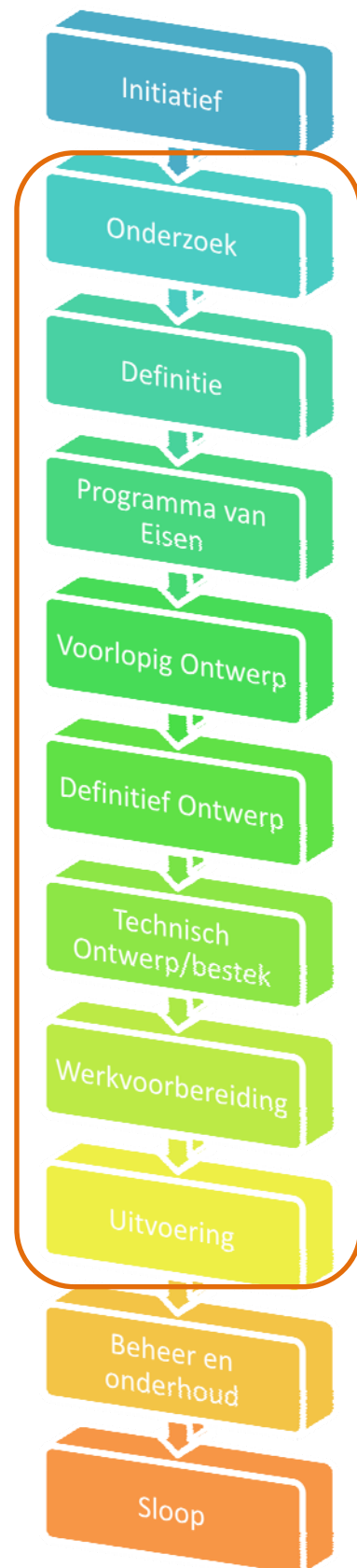
Als het definitief ontwerp is goed gekeurd wordt er over gegaan naar het technisch ontwerp, hier wordt onder andere het bestek geschreven.

Als het ontwerp volledig af is start de werkvoorbereiding van het project.

Na de werkvoorbereiding kan er gestart worden met het realiseren van het project. Tot het bouwwerk opgeleverd kan worden.

Als het bouwwerk is opgeleverd kan het in gebruik genomen worden. Hier vindt er beheer en onderhoud plaats.

Als het bouwwerk toe is aan vervanging zal het gesloopt worden waarna vervolgens een nieuw bouwwerk gerealiseerd kan worden.



Figuur 6: Bouwproces

Bijlage 5; Analyse engineeringskosten

Inhoudsopgave

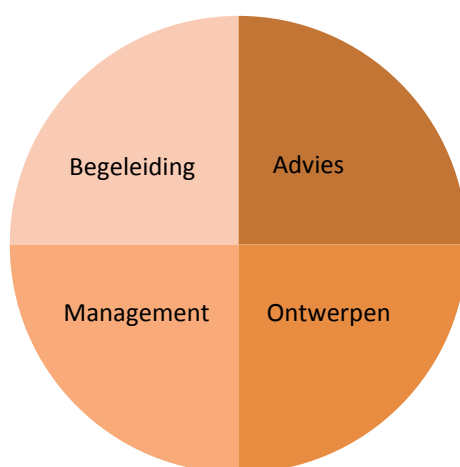
Bijlage 5; Analyse engineeringskosten	73
5.1 Opbouw van de analyse	75
5.1.1 Benodigde informatie van de projecten	76
5.2 Casestudies ontworpen in 2D	77
5.2.1 Perronoverkapping station Utrecht perron 3, 4 en 5 in 2D	77
5.2.2 VO Station Amsterdam RAI	83
5.2.3 Onderdoorgang Veenendaal	87
5.2.4 Onderdoorgang Nijmegen	91
5.3 Totaal overzicht projecten ontworpen in 2D	95
5.4 Casestudies traditioneel ontworpen in 3D	97
5.4.1 Analyse Steunpunt Delfgauw	97
5.4.2 Steunpunt Houten	103
6.4.3 Station Amsterdam Rai	109
6.4.3.1 Station Amsterdam Rai SAAL C; RAI VO -> DO	109
5.4.3.2 Station Amsterdam Rai SAALC, AAS; Advies mbt TO/UO RAI	113
5.4.4 Station Heerlen	117
5.4.5 Schiphol Smartgate	123
5.4.6 Perronkap 8 Utrecht Centraal	129
5.4.7 Onderdoorgang Harderwijk Westeinde en Weisteeg	133
5.5 Totaal overzicht projecten ontworpen in 3D	135

5.1 Opbouw van de analyse

Er is al eerder aangegeven dat de engineeringskosten alle kosten zijn die Movares maakt voor de opdracht van de opdrachtgever. Dit houdt dus in dat alle kosten die door Movares gemaakt worden om een opdracht uit te kunnen voeren worden mee genomen. Er wordt alleen uitgegaan van het deel van de engineering dat door Movares wordt verzorgd, dit hoeft dus niet de gehele engineering van een project te zijn. Zo kan de opdrachtgever er bijvoorbeeld voor kiezen om meerdere bureaus in te zetten voor de totale engineering van een project. Movares kan dan bijvoorbeeld alleen het advies, ontwerp en management verzorgen, de begeleiding wordt dan door een andere partij gedaan. Ook kan het per fase afhankelijk zijn, zo kan het zijn dat Movares alleen een VO uitwerkt voor een project en de andere fases door andere partijen gedaan worden.

Binnen Movares kunnen de werkzaamheden verdeeld worden in vier categorieën. In figuur 5 is deze verdeling te zien. Binnen de analyse worden er naar twee aspecten binnen een project gekeken om het verschil in 2D ontwerpen en 3D ontwerpen te achterhalen. Het eerste aspect is het tekenwerk, wat valt onder het ontwerpen van een project. Het tweede aspect is de projectmanagement van het project. Met de achterliggende vraag of hier verschil optreedt bij het werken in 2D en 3D.

Verdeling in werkzaamheden



Figuur 7: Verdeling in werkzaamheden binnen Movares

Voor de analyse is gebruik gemaakt van casestudies. Zoals al aangegeven in het rapport wordt de vergelijking gemaakt in uren en niet in kosten. De uren zijn niet alleen makkelijker vergelijkbaar maar zeggen ook meer over de benodigde tijd die nodig is voor het project. De benodigde uren staan in verhouding met de kosten die hiermee gemoeid gaan. In de casestudies is er gekeken wat de totale benodigde uren zijn geweest voor het project. Hier zijn vervolgens de tekenuren en de projectmanagement uren uitgehaald om een percentage te berekenen. Deze uren zijn door gebruik van functieomschrijving of op persoonsniveau bepaald. Bij de projecten is dus een percentage bestede tekenuren en bestede projectmanagementuren aangegeven.

5.1.1 Benodigde informatie van de projecten

Wat is er nodig?

Projecten in 3D en in 2D uitgewerkt.

Welke informatie is er nodig?

- Algemene informatie van het project
- Offerte
- Budget (uren begroting)
- Bestede uren op persoonsniveau

Welke informatie haal je waar vandaan?

Offerte

- Wat is de locatie?
- Wat voor type project is het? (wat is de functie van het bouwwerk)?
- Wat is de opdracht?
- Hoeveel fases heeft het project?
- Welke disciplines zijn er betrokken?
- Welke werkzaamheden zijn er nodig?

Uren (Offerte, budget en bestede uren)

- Welke budget is er van te voren vastgesteld?
- Wat zijn de bestede uren en wat is het verschil met het budget?
- Hoe goed zijn de uren van te voren ingeschat?
- Welke uren zijn er nodig voor het werken in 3D/2D?
- Welke uren zijn er nodig voor het projectmanagement?
- Hoe groot zijn de percentages van deze werkzaamheden?

5.2 Casestudies ontworpen in 2D

5.2.1 Perronoverkapping station Utrecht perron 3, 4 en 5 in 2D



Figuur 8: Perronkappen station Utrecht

Algemene project informatie

Project:	Perronkappen Utrecht Centraal
Plaats:	Utrecht
Start datum project:	2007
Prijsafspraken:	Vaste prijs/Regie
Functie:	Overkappingen treinstation
Uitvraag:	Opstellen van een Definitief Ontwerp (DO) voor het vernieuwen van de perrons en de perronkappen van de perrons 3, 5 en 5 van Utrecht Centraal Station. Het ontwerp wordt op zodanig niveau uitgewerkt dat het geschikt is als basis voor een direct op het DO volgend vervaardigen van bestek t.b.v. aanbesteding van de realisering van het project, zowel voor de eindsituatie als de tijdelijke situatie. Voor het starten van het DO worden eerst werkzaamheden verricht voor het maken van een VO+.
Projectnummer:	MR100318,MR100319 en MR100440

Werkzaamheden

1 Projectmanagement

1.1 Projectbeheersing en ontwerpcoördinatie

1.2. Overleg

2 Technisch DO Kappen

2.1.A Perronkappen constructief

2.1.B Geotechniek

2.1.C Architectuur Movares

2.1.D Architectuur BCA

Installaties

2.2.A Elektro

2.2.B Werktuigbouw

2.2.C Telecom

Railtechniek

2.3.A Baan-/ Spoorwegbouw (B&S)

2.3.B Beveiliging (BI)

2.3.C Tractie en Energie Systemen (TES)

Proces

3.1 Risicodossier

3.2 V&G plan ontwerpfase

3.3 RAMSHE-analyse

3.4 Bouwkostenraming DO

3.5 Uitvoeringsplanning en fasering

Naast de activiteiten die betrekking hebben op het Definitief Ontwerp worden er ook VO+ werkpakketten aangeboden.

4 VO+ werkpakketten

4.1.A Werkzaamheden Constructies: Integratie van kapconstructie en bovenleiding van het zuidelijke deel van de perronkappen conform het VO van het noordelijke deel

4.1.B Movares Architectuur: integratie Luifels en kappen zuidzijde

4.1.C Benthem Crouwel: architectuur van luifels en vaste trappen zuidzijde traverse

4.1.D TES werkzaamheden integratie bovenleidingen met kappen zuidzijde

4.2 Het rechte trekken van de perronrand en spoor 7A (B&S)

4.3.A Ontwerp van geïntegreerde installaties in de kappen (Elektro)

4.3.B Ontwerp van geïntegreerde installaties in de kappen (Telecom)

4.3.C Ontwerp van geïntegreerde installaties in de kappen (Lichte constructies)

4.4 Onderzoek toepassing van leidingonderbrekers bovenleiding (TES)

5 Optioneel: Onderzoek geluidssystemen (Telecom)

6 Vervaardigen Functionele Onttrekkings Tekeningen (FOT's)

Tabel 1: Uren budget en besteed DO

Omschrijving DO o.b.v. vaste som	Uren	besteed
1.1A Projectmanagement • Ontwerp coördinatie	210	714
Technische DO kappen		
2.1 A Perronkappen Constructies	748	1436
2.1 B Geotechniek	130	35
2.1 C Architectuur Movares	167	2
2.1 D Architectuur BCA	341	-
Installaties		
2.2 A Elektro	301	435
2.2 B Werktuigbouw	292	182
2.2 C Telecom	451	137
Railtechniek		
2.3 A Baan- / Spoorwegbouw (B&S)	537	418
2.3 B Beveiliging (BI)	9	7
2.3 C Tractie en energiesystemen	903	659
2.3 D K&L	311	317
Proces		
3.1 Risico-dossier	35	4
3.2 V&G plan	116	21
3.3 RAMSHE-analyse	40	11
3.4 Bouwkostenraming DO	160	144
3.5 Uitvoeringsplanning en fasering	90	500
Overig	-	425
Totaal DO vaste som	4841	
Omschrijving DO o.b.v. Regie		
Projectmanagement	348	
Totaal DO vaste som + Regie	5189	5447

Tabel 2: Uren budget en besteed VO

Omschrijving VO+ o.b.v. Regie	Uren	besteed
1.1 B Projectmanagement: Ontwerp coördinatie	115	319
4.1 A Lichte Constructies Movares: integratie kapconstructie en bovenleiding	220	48
4.1 B Architectuur Movares: integratie luifels en bovenleidingen zuidzijde	109	44
4.1 C Architectuur BCA: integratie luifels en vaste trappen zuidzijde traverse Toeslag coördinatie BCA	227	-
4.1 D TES-werkzaamheden integratie bovenleidingen met kappen zuidzijde	115	59
4.2 Baan- / Spoorwegbouw (B&S): rechtstrekken perronrand en spoor 7A	199	257
4.3 A Installaties Elektro	275	324
4.3 B Installaties Telecom	146	47
4.3 C Lichte constructies: integratie installaties	72	95
4.4 Tractie en energiesystemen (TES)	100	386
6 FOT schema's inclusief totaaloverzicht	216	-
overige	-	150
Totaal VO+	1794	1729
Meerwerken en extra werkzaamheden		2487

Tabel 3: Overzicht bestede uren 2D ontwerp en PRM

Omschrijving	Budget	%	Besteed	%	Verschil budget & besteed	%
Totaal DO	5189		5447		258	5%
AutoCAD uren						
• Geotechniek	6					
• Elektro	73					
• Werktuigbouw	36					
• Telecom	64					
• Baan-/ spoorwegbouw	121					
• Tractie en energiesystemen	28					
• K&L Prorail/NS	88					
Totaal uren AutoCAD	416	8%	652	12%	236	57%
Projectmanagement	558	4%	714	13%	504	240%
Totaal VO+	1794		1729		-65	-4%
Autocad uren	57	3%	78	5%	21	37%
Projectmanagement	115	6%	319	18%	204	177%
Totaal project	6983		7176		193	3%
Totaal project autocad	473	7%	730	9%	257	54%
Totaal Projectmanagement	673	10%	1033	14%	360	53%

Perronkap 8 van dit project is uitgevoerd in 3D. Dit project is terug te vinden in de casestudies van 3D projecten blz. 129.

5.2.2 VO Station Amsterdam RAI



Figuur 9: Station Amsterdam RAI

Algemene project informatie

Project:	Amsterdam RAI SAAL VO
Plaats:	Utrecht
Start datum project:	2011
Prijsafspraken:	Regie
Functie:	Treinstation
Uitvraag:	Het 'Voorontwerp' van de stationsuitbreiding voor station Amsterdam RAI moet op de volgende punten worden aangepast: • Het inmeten op 'DO niveau' van alle relevante maten in het werk zodat het Voorontwerp uitgewerkt wordt op basis van reële maatvoering. • Het aanpassen van het voorliggende Voorontwerp op basis van de inmeetgegevens en wijzigingen in het ontwerp • Er worden VO tekeningen opgesteld, alsmede visualisaties, waarin de systeemeisen zijn uitgewerkt en de contouren en de functionele indeling van de stationsruimten en het perron met overkapping en outillage zijn ingetekend. • Van het aangepaste VO wordt een kostenraming opgesteld. Hoofdtracé's van Kabels en leidingen worden in kaart gebracht. • De ruimte aan de oostzijde van de onderdoorgang wordt ingemeten. Op basis daarvan wordt een schetsplan opgesteld van de perrontoegangen en wordt een mogelijkheid aangegeven om ca 700 fietsen te stallen.
Projectnummer:	RL261019

Uitgangspunten

- Uitwerking mag op VO niveau, maar maatvoering getoetst met de werkelijk gemeten gegevens station.
- Uitwerking niet in verschillende varianten, maar geoptimaliseerd naar bouwkosten.
- Vóór verdere ontwerputwerking van punt 3 "Beschutting en reizigerscomfort op eilandperron", eerst een schatting geven van de bouwkosten van de uit te werken oplossing.
- Functionele ruimte voor stationsdomeinen worden ingetekend conform Stationsconcept.
- Functionele ruimte voor vrije ruimte i.v.m. stijpunten en OVCP worden ingetekend.
- Bij de uitwerking van het ontwerp is rekening gehouden met geactualiseerde DTA voor K&1.
- Bij de uitwerking van het ontwerp hoeft geen rekening te worden gehouden met het stallen van de fietsen.

Werkzaamheden

- Er wordt een inmeting uitgevoerd van de huidige situatie op maaiveld. (Op DO niveau). De volgende zaken worden ingemeten: de breedte diepte en hoogte van de binnenruimte en de direct aangrenzende buitenruimte conform de begrenzing van de opdrachtgever. Met name de volgende maten worden exact gemeten: Afstanden tussen trottoir, fietspad en gevel, positie van de diverse viaductdekken en steunpunten, landhoofden en gevels, alsmede de hoogte onder de kunstwerken. Overige (binnen)maten mogen na 1 mei exacter worden bepaald.
- Het maaiveld ter hoogte van de oostelijke opgang dient ook te worden meegenomen in de inmeting.
- De maatvoering wordt op een plattegrond verwerkt. Alle ruimten worden functioneel op tekening aangegeven. Er wordt een plattegrond 1:100 van maaiveldniveau en van perronniveau opgesteld alsmede een langs en dwarsdoorsnede en twee geveltekeningen. Van het ontwerp worden visualisaties vervaardigd.
- De volgende in de offertevraag gestelde vragen worden behandeld en in een rapportage beantwoord:
 - Er wordt beoordeeld of de middenspanningsruimte achter de huidige lift onder de trap behouden kan worden, of dat aanvullende maatregelen moeten worden getroffen.
 - De aansluiting van de gevel en wanden van de stationsuitbreiding tegen het kunstwerk van de A10 wordt technisch beoordeeld op haalbaarheid.
 - Kosten: er wordt een schatting opgesteld van meerkosten voor het doortrekken van de perronkap tot over de oostelijke toegang.
 - Er wordt onderzocht welke voor- en nadelen het opheffen van de ruimtereservering van de westelijke vide zal opleveren.
 - Er wordt nagegaan in hoeverre het verwerken van zonnecollectoren in de nieuwe en bestaande perronoverkapping mogelijk is.
 - Aangeven wat de voor- en nadelen van het toepassen van asfalt als perronvloerafwerking zijn.
 - Van de volgende cruciale onderdelen van het project een dimensioneringsberekening opstellen: keerwand A10 / commerciële ruimte, constructiehoogte spoorviaduct.

- Er wordt afstemmingsoverleg gevoerd met NUON inzake de afmetingen van de traforuimte. Ook de locatie van de NUON ruimte wordt ingemeten (locatie en hoogte) en de ligging van de huidige technische liftruimte i.v.m. het kunnen bepalen van de positie van de gevel van de stationshal. Hiervoor wordt de maat tussen de technische ruimte en de as van het tramspoor vastgelegd.
- Er wordt afstemmingsoverleg gevoerd met de volgende partijen:
 - Rijkswaterstaat / wegbeheerder van A10 zuid i.v.m. de fundering van kunstwerken aan de westzijde en keermuur nabij de commerciële ruimte.
 - GVB, met name op het gebied van verwarming, elektra en luchtbehandeling.
 - NUON, m.b.t. het maken van afspraken over de traforuimte
 - Alliantie Amstelspooren i.v.m. het landhoofd nabij commercie, de onderconstructie voor de perronkap, de interactie tussen kap en bovenleiding, de aansluiting van de kolommen en de maatvoering in zijn geheel (indicatief).
 - NS poort: m.b.t. het invullen van de commerciële ruimte.

NOOT: Afstemmingsoverleggen met derden worden altijd vooraf met de opdrachtgever overlegd.

De volgende producten worden geleverd:

- Inmeetgegevens van de huidige situatie op locatie, aangegeven in een meetrapport en op een plattegrond- en doorsnede tekening schaal 1:100.
- Een voorontwerp weergegeven in visualisaties en een VO plattegrond met maatvoering welke zijn gemaakt op basis van de inmeetgegevens zoals in bovenstaand punt aangegeven.
- Een rapportage waarin de onder 2.3 genoemde vragen zullen worden behandeld.
- Het voorontwerp bestaat uit:
 - Een tekening van de bestaande situatie met inmeetgegevens.
 - Situatietekening 1:1000
 - Bestaande plattegrond 1:100
 - Bestaande doorsnede 1:100
 - Bestaande gevel 1:100
 - Nieuwe plattegrond 1:100
 - Nieuwe doorsneden 1:100
 - Nieuwe gevels 1:100
 - Perrontekening 1:100
 - Perronlayout 1:100
- Een kostenraming op basis van het Voorontwerp
- Kostenindicaties van een aantal expliciete ontwerp-vragen.
- Een schetsontwerp van de oostelijke perrontoeegangen op maaiveld, waaruit de ruimtebehoefte blijkt en waarop tevens een mogelijkheid is aangegeven om ca 700 fietsen te plaatsen.

Tabel 4: Uren budget en besteed

Omschrijving	Uren	Bestede uren niet volgens begroting gesplitst
Werkzaamheden inmeting	140	
VO tekeningen	202	
Install. Advies midd.spann ruimte	12	
Kabel en leidingadvies	12	
Constructies	52	
Overleg algemeen	12	
Opstellen van een V&G plan VO/DO fase voor de uitbreiding van de hal en het oprichten van een kap voor station	24	
Kostenraming algemeen	16	
Projectcoördinatie / leiding	66	
Architect	40	
Totaal	576	
Meerwerk	87	
Meerwerk bij WOB 19	278	
Totaal VO	941	1004

Tabel 5: overzicht bestede uren 2D ontwerp en PRM

Omschrijving	Budget	%	Besteed	%	Verschil budget & besteed	%
Totaal	941		1004		63	7%
AutoCAD uren	319	34%	408	41%	89	28%
Overleg/ leiding/ projectcoördinatie	78	8%	52	5%	-26	-33%
Opmerkingen	Het percentage tekenuren in dit project is erg hoog. Ook in verhouding met de 3D projecten is dit een erg hoog percentage. De opvolgende fases van dit project zijn in 3D uitgewerkt en komen naar verhouding op een lager percentage uit. Zie blz. 109					

5.2.3 Onderdoorgang Veenendaal



Figuur 10: Onderdoorgang Veenendaal

Algemene project informatie

Project:	Onderdoorgang Veenendaal
Plaats:	Veenendaal
Start datum project:	2014
Prijsafsprak:	Vaste som
Functie:	onderdoorgang spoor langzaam verkeer en gemotoriseerd verkeer
Uitvraag:	Het doel van deze projectfase is het uitwerken van de voorkeursvariant tot niveau Voorontwerp.
Projectnummer:	RM001938

Gewenste situatie

In de gewenste situatie zijn de overwegen Nieuweweg-Noord en Heiveldweg opgeheven en vervangen door twee onderdoorgangen. De onderdoorgang Nieuweweg-Noord is geschikt voor langzaam verkeer. De onderdoorgang Voorpoort is geschikt voor gemotoriseerd verkeer. De aansluiting van beide onderdoorgangen op de omgeving zal zo worden uitgevoerd dat alle bestaande ontsluitingen functioneel blijven bestaan (huidige locatie of op een andere manier gecompenseerd) en goed en veilig bereikbaar zijn.

Tabel 6: Uren budget en besteed

Omschrijving	Uren	Bestede uren niet volgens begroting gesplitst
Verifiëren door opdrachtnemer	4	33
Tijdsmanagement / planning van de overeenkomst	8	
Risicomanagement	16	
Informeren van partijen	20	
Evalueren van de opdracht	2	
Veiligheidsmanagement van de eigen werkzaamheden van de opdrachtnemer	12	
In- en buitendienst stellen t.b.v. de eigen werkzaamheden van de opdrachtgever	16	
Projectmanagement	60	279
SRS	40	151
Ontwerp	96	275
FIS	40	49
RVTO	102	98
PVB-O	11	4
V&G plan ontwerpfase en V&G-dossier	20	45
Kostenraming	36	94
Beeldkwaliteitsplan	112	84
Value Engineering	36	50
Verifiëren en valideren van het ontwerp	24	6
Opstellen planning voor de uitvoering	8	14
Opstellen van risicodossier van de productscope	24	8
Geotechnisch onderzoek	28	29
Waterhuishouding	20	57
Landmeetkundig onderzoek	16	39
Ballastonderzoek	24	38
Geluid weginfrastructuur	24	30
Luchtkwaliteit weginfrastructuur	16	30
Trillingen weginfrastructuur	54	49
Externe veiligheid weginfrastructuur	56	13
Verkennd bodemonderzoek	10	81
Onderzoek bestaande spoor objecten	2	7
Vergunninginventarisatie	8	10
Trillingen spoorverkeer in exploitatie	28	26
Ecologie	32	42
Overig		267
Totaal vast	1005	1908

Tabel 7: Overzicht bestede uren 2D ontwerp en PRM

Omschrijving	Budget	%	Besteed	%	Verschil budget & besteed	%
Totaal	1005		1908		903	89%
AutoCAD uren	68	7%	149	8%	81	119%
Projectmanagement	60	6%	279	15%	219	365%
Opmerkingen	8% van de totaal bestede uren zit in tekenwerk. Opvallend is dat dit percentage erg overeenkomt met het percentage bestede 3D uren van de onderdoorgang in Harderwijk blz. 133.					

5.2.4 Onderdoorgang Nijmegen



Figuur 11: Onderdoorgang Nijmegen

Algemene project informatie

Project:	Onderdoorgang Nijmegen
Plaats:	Nijmegen
Start datum project:	2010
Prijsafspraken:	Regie
Functie:	onderdoorgang spoor
Uitvraag:	In Nijmegen wordt de Vinex-locatie Waalsprong ontwikkeld aan de noordzijde van de Waal. In vervolg op de werkzaamheden voor de stedenbouwkundige integratie rond de Graaf Alardsingel heeft de opdrachtgever gevraagd een aanbidding te doen voor het (voor)ontwerp van de onderdoorgangen Graaf Alardsingel en De Passage, een (voor)ontwerp van een definitieve, verschoven halte en het opstellen van de eisenspecificaties voor deze objecten.
Projectnummer:	IN151781

Het betreft de volgende onderdelen:

- De onderdoorgangen: vaststellen hoofdafmetingen en vormgeving (VO), op basis van de schetsen van de gemeente Nijmegen, inclusief een kostenraming;
- Het station: ontwerp van de halte met elementen die zich in de spoorzone bevinden;
- Het grondonderzoek: het initiëren, aansturen en laten uitvoeren van grondonderzoek (sonderingen voor onderdoorgangen en geluidschermen, ballastonderzoek en onderzoek naar de milieukundige kwaliteit van de vrijkomende grond) inclusief het opstellen van een V&G plan voor het uitvoeren van het onderzoek;
- Het grondwerk: vaststellen van het baanprofiel voor toekomstige verbreding van de baan op die locaties waar het perron aangelegd wordt;
- De perronconstructie: vaststellen locatie, hoofdafmetingen en vormgeving;
- De perronoutillage: vaststellen inrichting op basis van standaardelementen; ; - de geluidschermen ter hoogte van het station: vaststellen vormgeving en materialisering;
- De geluidschermen langs de baan: vaststellen vormgeving, materialisering en vluchtwegen, onderzoek naar mogelijk baanverbreding;
- Overkapping perron: vaststellen vormgeving en materialisering;
- Infra-installaties: vaststellen installaties voor het station;
- Beveiliging: het uitvoeren van onderzoek naar de mogelijke aanpassingen van de beveiligingsinstallatie;
- Bovenleiding: het uitvoeren van onderzoek naar het aanpassen van de bovenleidingconstructie ter plaatse van de halte;
- Kabels en leidingen: het inventariseren van de huidige ligging van kabels en leidingen;
- Veiligheidsdocumenten: het opstellen van een V&G plan, Plan Veilige berijdbaarheid en V&G dossier;
- Ontheffing: het opstellen van de ontheffingsaanvraag voor de helling van het spoor ter plaatse van het perron, inclusief de onderbouw;
- Kostenindicatie: het opstellen van een kostenindicatie voor mogelijk aanpassing van de spoorbaan met een hellingspercentage van | %;
- Kostenindicaties: het opstellen van kostenindicaties voor de onderdoorgangen, inclusief ontwerpanalyse, RVOI fase 1;
- Kostenraming: het opstellen van een integrale kostenraming voor de bouw van het totale project (onderdoorgangen, station, incl. toegangen, installaties, kabels en leidingen, bovenleiding en geluidschermen) op basis van het op te stellen VO;
- Procesondersteuning: ondersteuning van de opdrachtgever met betrekking tot treinvrije periodes, planning, risico's, externe interfaces en kostenmanagement;
- Bouwcontract: het opstellen van een bouwcontract voor de uitvoering van het realiseren van het station, inclusief eisenspecificaties;
- Liften: realiseren van liften ter plaatse van het station overleg: het plegen van overleg, zowel in- als extern;

Projectmanagement: beheersing en sturing van het project op de aspecten kwaliteit, tijd, geld, organisatie, informatie en risico's.

Tabel 8: Uren budget en besteed

Omschrijving	Uren budget	besteed
Diversen	292	321
V&G aspecten	98	101
Projectmanagement + overleg	262	1111
Spoorse disciplines	154	290
constructies	254	802
Bouwkunde & Installaties	386	1485
Eisenspecificatie	436	916
overige		821
Totaal	1882	5847

Tabel 9: Overzicht bestede uren 2D ontwerp en PRM

Omschrijving	Budget	%	Besteed	%	Verschil budget & besteed	%
Totaal	1882		5847		3965	211%
AutoCAD uren	128	7%	372	6%	244	191%
Projectmanagement	262	14%	1111	19%	849	324%
Opmerkingen	6% van de totaal bestede uren zit in tekenwerk. Opvallend is dat dit percentage net als het project in Veenendaal erg dicht bij de onderdoorgang Harderwijk in 3D zit blz. 133.					

5.3 Totaal overzicht projecten ontworpen in 2D

Tabel 10: Totaal overzicht bestede uren tekenwerk 2D projecten

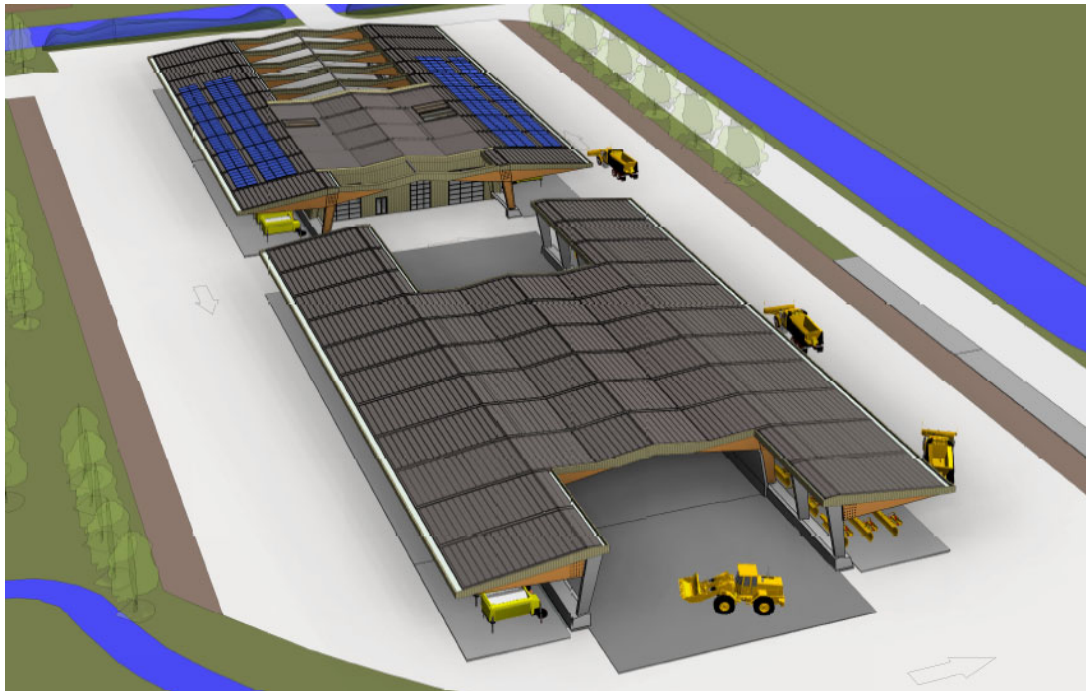
Projecten	Fase	Budget	%	Besteed 2D	%	Verschil budget besteed	%
Station Utrecht perron 3,4,5	VO+	57(1794)	3%	78(1729)	5%	21(-65)	37(-4%)
	DO	416(4841)	9%	652(5447)	12%	236(606)	57%(13%)
	Totaal	473(6635)	7%	730(7176)	9%	257(541)	54%(8%)
Amsterdam RAI	VO	319(941)	34%	408(1004)	41%	89(63)	28%(7%)
Onderdoorgang Veenendaal	VO	68(1005)	7%	149(1908)	8%	81(903)	119%(89%)
Onderdoorgang Nijmegen	VO	128(1882)	7%	372(5847)	6%	244(3965)	191%(211%)

Tabel 11: Totaal overzicht bestede uren projectmanagement 2D projecten

Projecten	Fase	Budget (totaal)	%	Besteed (totaal)	%	Verschil budget besteed	%
Station Utrecht perron 3,4,5	VO+	115(1794)	6%	319(1729)	18%	204	177%
	DO	558(5189)	11%	714(5447)	13%	504	240%
	Totaal	673(6983)	10%	1033(7176)	14%	360	53%
Amsterdam RAI	VO	78	8%	52	5%	-26	-33%
Onderdoorgang Veenendaal	VO	60(1005)	6%	279(1908)	15%	219	365%
Onderdoorgang Nijmegen	VO	262(1882)	14%	1111(5847)	19%	849	324%
Gemiddeld			10%		13%		

5.4 Casestudies traditioneel ontworpen in 3D

5.4.1 Analyse Steunpunt Delfgauw



Figuur 12: Steunpunt Delfgauw

Algemene project informatie

Project:	Steunpunt Delfgauw
Plaats:	Delfgauw
Start datum project:	2014
Start uitvoering:	2015
Oplevering:	2016
Functie:	Het steunpunt betreft een bouwwerk, overkappingen t.b.v. een stalling en een zoutloods.
Uitvraag:	In 2D (UAV) uitgevraagd door de opdrachtgever. Movares heeft zelf gekozen om de opdracht in 3D uit te voeren. Dit is grotendeels gekozen als test en voor het opdoen van ervaring wat betreft het werken met BIM.
Prijsafsprak:	Vaste prijs
Projectnummer:	RM192115

Opdrachtschrijving:

Het project Steunpunt in Delfgauw betreft het ontwerp, engineering en begeleiding van de realisatie van het steunpunt.

Het project is te verdelen in 6 fases:

- Engineering Voorontwerp
- Engineering Definitief ontwerp
- Engineering Technisch ontwerp/Bestek
- Controle en advisering: Prijs- en contractvorming
- Controle en advisering: Bouwkundige, landschappelijke, constructie- en installatie werk- en productietekeningen
- Uitvoeringsfase Controle en advisering

Werkzaamheden:

- Movares dient een voorontwerp (VO) te realiseren gebaseerd op het Ruimtelijke Programma van Eisen, Technisch Programma van Eisen en het bouwkundig schetsontwerp.
- Movares dient een definitief ontwerp (DO) te realiseren conform Ruimtelijke Programma van Eisen, Technisch Programma van Eisen en Voorlopig ontwerp met het verwerkte commentaar van de opdrachtgever.
- Movares dient Technisch ontwerp/bestek/bouwkundig/landschap/constructie/installatie te realiseren conform Ruimtelijke Programma van Eisen, Technisch Programma van Eisen en Definitief ontwerp met het verwerkte commentaar van de opdrachtgever.
- Movares draagt zorg voor advies voor de prijs- en contractvorming betreffende de uitvoeringsfase herinrichting van het steunpunt Delfgauw, conform Technisch ontwerp/bestek/bouwkundig/landschap/constructief/installatie
- Movares controleert op volledigheid en juistheid van de bouwkundige, constructie- en installatie en landschap werk- en productie tekeningen i.o.m. de opdrachtgever en de hoofdaannemer, op juistheid en volledigheid.
- Movares zal tijdens de uitvoeringsfase realisatie steunpunt Delfgauw, zorg dragen voor de directievoering namens de opdrachtgever.

De betrokken disciplines en de daarbij horende BIM-volwassenheid volgens de enquête per groep:

Constructief ontwerpen:	Klasse 3 BIM-volwassen
Gebouwen:	Klasse 2 BIM-starter
Gebouw Installaties:	Klasse 2 BIM-starter

Verloop van het project

Bij het project zijn meerdere disciplines betrokken waardoor er met meerdere groepen binnen Movares samengewerkt moet worden. Dit houdt in dat er een projectgroep wordt samengesteld van de verschillende disciplines en groepen binnen Movares. Van te voren was er besloten dat iemand uit de bouwkundige groep het model zou maken, ervaring hiervoor ontbrak echter. Er zijn daarom cursussen gevolgd maar dit bleek niet voldoende te zijn. Ook voor de groep installaties bleek het nog te lastig om het model op te stellen. Uiteindelijk is iemand uit de constructie groep degene geweest

die het gehele model heeft gemaakt en dus ook de andere disciplines in het model heeft gezet. Het originele plan is dus niet verlopen zoals gepland. Gevolg hiervan is dat er behoorlijk wat tijd is gaan zitten in het model wat niet van te voren bedacht was. Niet alleen de extra tijd die nodig was geeft een probleem, maar ook de personen die gepland waren het model te tekeningen maken uren die weinig effectief hebben bijgedragen. Niet alleen deze personen maken meer uren maar ook voor de projectmanagement zijn er meer uren nodig om het 3D proces goed te laten verlopen en begeleiden. Dit houdt dus in dat de engineeringskosten een stuk hoger zijn geworden, wat vervolgens niet terug valt te verdienen aangezien er een vaste prijs is afgesproken.

Engineeringskosten

Voor het bepalen van de engineeringskosten in 3D is nog weinig ervaring. Op dit moment is het daarom lastig om van te voren een reële schatting te maken van de engineeringskosten met gebruik van 3D. Zoals hierboven al aangegeven zijn de kosten daarnaast sterk afhankelijk van de ervaring van de personen die de werkzaamheden moeten uitvoeren.

De engineeringskosten van dit project zijn hoog uitgevallen, dit heeft deels te maken met het toepassen van een 3D model. De schatting van de projectleider is dat hetzelfde project op een traditionele manier in 2D de helft minder engineeringskosten zou hebben gekost. Dit is dus een behoorlijk verschil wat vooral te maken heeft met ervaring in het werken met BIM. Is deze ervaring wel aanwezig zullen de engineeringskosten aanzienlijk dalen.

Tabel 12: Uren budget en besteed VO

Omschrijving	Uren	Bestede uren niet gesplitst
Architectuur/Bouwkunde	76	
Landschap	46	
Bouwfysica en akoestiek	20	
Constructie	44	
Installaties	42	
Geotechniek	16	
Ontwerpintegratie	52	
Geld	16	
Informatie en communicatie	72	
Kwaliteitszorg en risico's	14	
Vergunningen	12	
Projectmanagement	40	
Totaal	450	738

Tabel 13: Uren budget en besteed DO

Omschrijving	Uren	Bestede uren niet gesplitst
Architectuur / Bouwkunde	140	
Landschap	34	
Bouwfysica en akoestiek	12	
Constructie	132	
Installaties	72	
Geotechniek	12	
Ontwerpintegratie	48	
Geld	28	
Informatie en communicatie	112	
Kwaliteitszorg en risico's	12	
Projectmanagement	56	
Totaal	658	1417

Tabel 14: Uren budget en besteed TO

Omschrijving	Uren	besteed
Architectuur / Bouwkunde/landschap	132	364
Bouwfysica en akoestiek	24	-
Installaties	92	251
Constructie	104	112
Geotechniek	12	
Ontwerpintegratie	56	88
Informatie en communicatie	96	-
Kwaliteitszorg en risico's	24	-
Vergunningen	106	-
Projectmanagement	40	141
Overig (Nuts, PV, Besteksreview)	-	717
Totaal	686	1673

Tabel 15: Overzicht bestede uren 3D ontwerp en PRM

Omschrijving	Budget	%	Besteed	%	Vershil budget besteed	%
VO totaal	450		738		288	64%
Revit						
• Bouwkunde	32	7%	198	27%	166	519%
• Installaties	16		Geen 3D			
Projectmanagement	40	9%	124	17%	84	210%
% ervaren modelleurs			126 (64%)			
DO totaal	658		1417		759	115%
Revit						
• Bouwkunde	64	10%	385	30%	321	502%
• Installatie	32	5%	73	5%	41	128%
Totaal Revit	96	15%	458	35%	362	377%
Projectmanagement	56	9%	202	14%	146	261%
% ervaren modelleurs			239 (52%)			
TO totaal	686		1673		987	144%
Revit						
• Bouwkunde	80	12%	218	13%	138	173%
• Installatie	80	12%	242	14%	162	203%
Totaal Revit	160	24%	460	27%	300	188%
Projectmanagement	40	6%	117	7%	77	293%
% ervaren modelleurs			215 (47%)			
Totaal project	1794		3704		1910	106%
Totaal project Revit	288	16%	1116	30%	828	288%
Totaal % ervaren modelleurs			580(52%)			
Totaal PRM	136	8%	443	12%	307	226%

In totaal is in dit project 30% van de uren besteed aan modelleerwerk. Dit modelleerwerk is circa 50% gedaan door ervaren modelleurs, de rest zijn dus onervaren uren. Bij dit project is er zelfs geheel opnieuw begonnen. Het project zou dus met alleen ervaren modelleurs een stuk sneller gemaakt kunnen worden. Het percentage modelleeruren zal dan naar schatting tussen circa 15% en 20 % zitten. Er is in totaal 1910 uur over het budget gebruikt. Dit is niet allemaal toe te schrijven aan het gebruik van BIM maar heeft zeker wel gevolgen gehad in dit project. Met name het integraal werken in dit project heeft voor problemen gezorgd. Het model opzetten met modelleurs uit de eigen discipline en het samenvoegen hiervan verloopt op dit moment nog niet goed genoeg. Dit project kan daarom gezien worden als een goed leerproces.

5.4.2 Steunpunt Houten



Figuur 13: Steunpunt Houten

Algemene project informatie

Project:	Steunpunt Houten
Plaats:	Houten
Start datum project:	2014
Start uitvoering:	2015
Oplevering:	2016
Functie:	Het steunpunt betreft een bouwwerk, overkappingen t.b.v. stalling en een zoutloods.
Uitvraag:	In 2D (UAV) uitgevraagd door de opdrachtgever, Movares zelf gekozen om in 3D uit te voeren. Dit is een vervolg project van steunpunt Delfgauw en heeft daarom vrijwel hetzelfde ontwerp als dit project.
Prijsafspraken:	Vaste prijs
Projectnummer:	RM192137

Opdrachtoomschrijving:

Het project Steunpunt in Houten betreft het ontwerp, engineering en begeleiding van de realisatie van het steunpunt te Houten.

Het project is te verdelen in 6 fases:

- De kruisjeslijst (de DNR lijst)
- Engineering voorontwerp
- Engineering definitief ontwerp
- Bestek/raming/tekeningen/vergunningen e.d.
- Uitvoeringsfase: toetsing en advies
- Nazorgfase

Werkzaamheden:

- Movares dient de Kruisjeslijst (DNR 2011) op te stellen.
- Movares dient een voorlopig ontwerp (VO) te realiseren gebaseerd op het Programma van Eisen en het Schetsontwerp
- Movares dient een definitief ontwerp (DO) te realiseren conform een vastgesteld Voorlopig Ontwerp.
- Movares dient een bestek en tekeningen te realiseren conform het vast gesteld Definitief Ontwerp incl. raming, tekeningen incl. alle benodigde wettelijke vergunning en / of ontheffingen en overige bijlage.
- De aanbesteding wordt door Movares verzorgt, Movares dient in deze fase de nota van inlichtingen en de nota van aanvullingen te verzorgen.
- Movares zal tijdens de uitvoeringsfase realisatie steunpunt houten, zorg dragen voor de toetsing o.b.v. van een actueel risicodossier betreffende kwaliteitsborging van het proces van uitvoering realisatie steunpunt Houten namens de opdrachtgever.

De betrokken disciplines en de daarbij horende BIM-volwassenheid volgens de enquête per groep:

Constructief ontwerpen:	Klasse 3 BIM-volwassen
Gebouwen:	Klasse 2 BIM-starter
Gebouw Installaties:	Klasse 2 BIM-starter

Tabel 16: Uren budget en besteed VO

Omschrijving	Uren	Budget Revit	Besteed revit
Architectuur/Bouwkunde	92	48	109
Landschap	32		
Bouwfysica en akoestiek	24		
Constructie	48		
Installaties	48	40	18
Geotechniek	16		
Ontwerpintegratie	52		
Geld	16		
Tijd	8		
Informatie en communicatie	58		
Kwaliteitszorg en risico's	14		
V&G	12		
Projectmanagement	64		
Totaal	484		547

Tabel 17: Uren budget en besteed DO

Omschrijving	Uren	Besteed
Architectuur/Bouwkunde	140	168
Landschap	32	
Bouwfysica en akoestiek	12	
Installaties	72	64
Constructie	132	80
Geotechniek	12	
Ontwerpintegratie	48	67
Geld	28	
Tijd	4	
Informatie en communicatie	100	
Kwaliteitszorg en risico's	12	
V&G	8	
Projectmanagement	56	222
Overig (Review, Detaillering)	56	572
Totaal	656	1173

Tabel 18: Uren budget en besteed TO

Omschrijving	Uren	Besteed
Architectuur/Bouwkunde/landschap	144	558
Bouwfysica en akoestiek	16	
Installaties	80	229
Constructie	118	111
Geotechniek	12	
Ontwerpintegratie	56	99
Informatie en communicatie	104	
Kwaliteitszorg en risico's	24	
Vergunningen	112	
Projectmanagement	40	87
Overig (PV, besteksreview)		
Totaal	706	

Tabel 19: Overzicht bestede uren 3D ontwerp en PRM

Omschrijving	Budget	%	Besteed	%	Verschil budget & besteed	%
Voorlopig Ontwerp Revit	389		527		138	35%
• Bouwkunde	48	12%	109	21%	61	127%
• Installaties	40	10%	18	3%	-22	-55%
Totaal Revit	88	23%	127	24%	39	44%
Projectmanagement	44	11%	101	11%	57	130%
% ervaren modelleurs			14 (3%)			
Definitief Ontwerp Revit	567		1173		606	107%
• Bouwkunde	64	11%	288	25%	224	350%
• Installatie	32	6%	79	7%	47	147%
Totaal Revit	96	17%	367	31%	271	282%
Projectmanagement	24	4%	222	19%	198	825%
% ervaren modelleurs			129 (11%)			
Technisch Ontwerp Revit	476		1101		634	133%
• Bouwkunde	124	26%	223	20%	99	80%
• Installatie	100	21%	215	20%	115	115%
Totaal Revit	224	47%	438	40%	214	96%
Projectmanagement	32	7%	52	4%	20	63%
% ervaren modelleurs			133 (12%)			
Totaal project	1432		2801		1369	96%
Totaal project Revit	408	28%	932	33%	524	128%
Totaal % ervaren modelleurs			276(30%)			
Totaal PRM	100	7%	375	13%	275	275%

In totaal is in dit project 33% van de bestede uren aan Revit besteed. Van dit percentage uren is 30% door ervaren modelleurs gedaan. Een groot deel van het tekenwerk is dus door minder ervaren modelleurs gedaan. Hieruit kun je concluderen dat het tekenwerk met alleen ervaren modelleurs minder zou zijn geweest. Zoals al aangegeven is dit een vervolg project op het steunpunt in Delfgauw. De verwachting was daarom dat het modelleerwerk sneller zou kunnen zeker omdat het ontwerp erg op elkaar lijkt. Wanneer er naar de gebruikte modelleeruren gekeken wordt valt op dat hier toch nog aardig wat tijd in is gaan zitten.

6.4.3 Station Amsterdam Rai

6.4.3.1 Station Amsterdam Rai SAAL C; RAI VO -> DO



Figuur 14: Station Amsterdam RAI

Algemene project informatie

Project:	OV SAAL Zuidtak Oost uitbreiding Station RAI VO -> DO
Plaats:	Amsterdam
Start datum project:	2012
Functie:	Uitbreiding van een treinstation. Perronkap, lift, trappen, dak/plafond/gevels.
Uitvraag:	Ten behoeve van het project OV SAAL Cluster C Zuidtak Oost verzoekt de opdrachtgever een offerte uit te brengen voor het uitwerken van het Voorontwerp van Station RAI tot een Definitief Ontwerp. De werkzaamheden worden uitgevoerd in een 'bouwteam' binnen de Alliantie Amstelspoor, een samenwerking zonder juridische entiteit tussen opdrachtgever en aannemer.
Honoreringwijze:	De in de uitvraag aangegeven werkzaamheden worden op basis van werkelijk bestede tijd eens per vier weken achteraf verrekend, op basis van de door Alliantie Amstelspoor goedgekeurde tijdsbesteding (urenstaten). Betaling geschiedt na goedkeuring van de uren door Alliantie Amstelspoor en goedkeuring van de factuur door de opdragtemachtigde van de opdrachtgever.
Prijsafsprak:	Regie
Projectnummer:	RL260017

Opdrachtoomschrijving

Werkzaamheden opdracht

- Het uitwerken van het Voorontwerp van Station RAI tot een Definitief Ontwerp
- Het opzetten van een model in Revit 2012
- Het opstellen van de benodigde DO-documenten
- Het uitvoeren van de verificaties op het DO
- Het houden/bijwonen van diverse overleggen en reviews m.b.t. DO Station RAI

Te leveren producten

- Ontwerpverantwoording Definitief Ontwerp
- Revit model van integraal Definitief Ontwerp
- Tekeningenset Definitief Ontwerp (plattegronden, doorsneden, relevante detaillering)
- Installatieschema's
- Materialen- en afwerkstaat
- Hoofdberekening bouwkundige constructies
- Overzicht raakvlakafspraken
- DO tijdelijke fietsenstalling en SO definitieve fietsenstalling

3D gebruik binnen het project

Het voorontwerp is in AutoCAD uitgewerkt zoals te zien bij de casestudies van ontwerpen in 2D zie blz. 83. Besloten is om dit VO naar een Definitief Ontwerp in Revit om te zetten, dit is gedaan omdat de kunstwerken binnen het project OV SAAL ook in Revit uitgewerkt worden. Hierdoor worden de ruimtelijke raakvlakken met kunstwerk 16 optimaal beheerst. Het toepassen van BIM beperkt zich binnen het project tot het 3D ontwerpen in Revit. In de offerte en het Plan van Aanpak is beschreven hoe het gebruik van Revit binnen het project moet verlopen. Hierin zijn ook afspraken gemaakt wat betreft de uitwisseling van het 3D model.

De betrokken disciplines en de daarbij horende BIM-volwassenheid volgens de enquête per groep:

Constructief ontwerpen:	Klasse 3 BIM-volwassen
Gebouwen:	Klasse 2 BIM-starter

Tabel 20: Uren budget en besteed

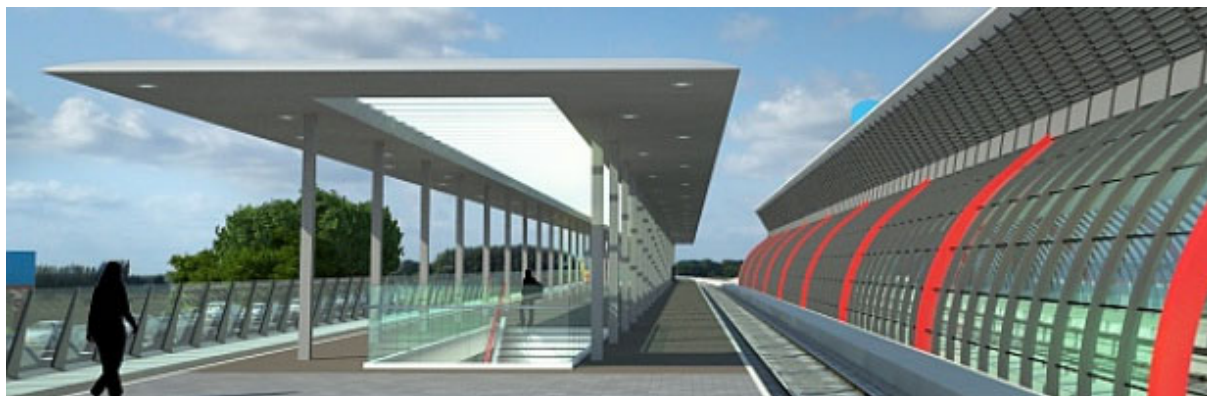
Omschrijving	Uren offerte	Uren besteed
100 Coördinatie Ontwerp	208	148
200 Architectuur	92	94
300 Constructie	158	216
400 Bouwkunde	194	228
500 Installatietechniek	150	331
300 & 400 Revit model	640	404
Overleg	240	-
600 Verificatie & Validatie	40	-
PRM & PRC	26	23
Overig	-	84
Totaal	1748	1528

Tabel 21: Overzicht bestede uren 3D ontwerp en PRM

Omschrijving	Budget	% 3D	Besteed	%	Vershil budget & besteed	%
Totaal VO -> DO	1748		1528		-220	-13%
Revit uren						
• Constructie			204	13%		
• Bouwkunde			200	13%		
Totaal Revit uren	640	37%	404	26%	-236	-37%
Projectmanagement	26	1%	23	1%	-3	-12%
% ervaren modelleurs			204 (50%)			
Opmerkingen	% ervaren modelleurs binnen het project is 50 % De verwachting met alleen ervaren modelleurs is een besteding van 250 uur, bij deze hoeveelheid uren wordt het percentage gebruikte modelleeruren circa 18% Gezien het budget en de bestede uren is het 3D ontwerpen binnen dit project goed verlopen. Opvallend is dat het percentage modelleeruren lager ligt dan de tekenuren van het VO in 2D.					

5.4.3.2 Station Amsterdam Rai SAALC, AAS; Advies mbt TO/UO RAI

Het project Amsterdam RAI is verdeeld over twee delen en is ook onder twee verschillende projectnummers gedaan. Dit is het vervolg op het ontwerp van VO naar DO.



Figuur 15: Station Amsterdam RAI

Algemene project informatie

Project:	OV SAAL Zuidtak Oost uitbreiding Station RAI advies mbt TO/UO RAI
Plaats:	Amsterdam
Start datum project:	2013
Functie:	Uitbreiding van een treinstation. Perronkap, lift, trappen, dak/plafond/gevels
Uitvraag:	Vervullen van de back-office bij het uitwerken van het DO naar het TO/UO voor station RAI. De back-office heeft betrekking op de volgende vakdisciplines: • Architectuur • Bouwkunde • Installatietechniek • Constructies
Prijsafspraken:	Regie met plafond
Projectnummer:	RL260031

Op basis van de back-officevraag verricht Movares de benodigde werkzaamheden, die onder andere bestaan uit de volgende activiteiten:

- Het adviseren van de opdrachtgever op desbetreffende vakgebieden;
- Toetsen van het TO/UO op raakvlakken en uitgangspunten o.a. voorschriften van de opdrachtgever.
- Op verzoek bijwonen van voortgangsoverleggen en overleggen met leveranciers.

Tabel 22: Uren budget en besteed

Omschrijving	Uren offerte	Uren besteed
100 Coördinatie vragen	80	305
200 Architectuur	100	245
300 Constructie	120	254
400 Bouwkunde	120	58
500 Installaties	120	451
600 Revit	200	254
700 Verificatie	0	-
800 PRM PRC	48	68
Totaal	788	
Meer-en minderwerken		
200 Kunst, extra overleg architect en opnemen in 3D tekeningen	50	
500 Afstemming energievoorziening liander	68	
300 Constructies	40	
100/800 Coördinatie	24	
100 Coördinatie	16	
200 Architectuur en visuals	12	
300 Constructies	72	
500 Installaties	12	
600 Revit	40	
800 PRM en PRC	3	
Totaal	337	
510 Station RAI - klantentrafo	66	60
500 Beantwoorden EMC vraag	7	
300 Fundering oostelijke opgang	4	
400 Plattegrond Miva toilet	4	
200 Verankering portaal Zuid entree	14	
200/400 Overleg en schets bewegwijzering	10	
div. Prognose back-office UO	180	
900 Back-office tijdens realisatie	200	
800 PRM en PRC	24	
Overige	-	14
Totaal	509	
Totaal project	1634	1709

Tabel 23: Overzicht bestede uren 3D ontwerp en PRM

Omschrijving	Budget	% 3D	Besteed	% 3D	Vershil budget & besteed	% afwijking
Totaal DO-> UO	1634		1709		75	5%
Revit uren	240	15%	254	15%	14	6%
% ervaren modelleurs			254	100%		
Projectmanagement	75	5%	68	4%	-7	-9%
Opmerkingen	% ervaren modelleurs binnen het project is 100%. Dit is direct ook terug te zien in de lage verschillen in budget en bestede uren. Dit project geeft dan ook een goed beeld van wat de modelleeruren kunnen zijn bij een ervaren samengesteld team.					

Tabel 24: Totaal overzicht project DO & TO/UO

Omschrijving	Budget	%	Besteed	%	Vershil budget & besteed	%
Totaal Station RAI	3382		3237		-145	-4%
Revit	880	26%	658	20%	-222	-25%
% ervaren modelleurs			458	70%		
Totaal PRM	101	3%	91	3%	-10	-10%

In het project wordt 26% van de totale uren van VO->DO gebruikt voor 3D modelleren. Bij het TO/UO zie je een vermindering namelijk 15% van het totaal wordt gebruikt voor 3D modelleren. Bij het TO/UO valt op dat het modelleerwerk minder wordt maar de uren voor PRM juist hoger worden (verdubbeld). Het TO/UO is daarnaast voor 100% door ervaren modelleurs gedaan. Over het totale project gezien is 20% van de bestede uren gebruikt voor modelleerwerk.

5.4.4 Station Heerlen



Figuur 16: Station Heerlen

Algemene project informatie

Project:	Heerlen Maankwartier – VO station Heerlen Maankwartier
Plaats:	Heerlen
Start datum project:	2011-2014
Functie:	Treinstation Heerlen
Uitvraag:	Movares neemt deel aan het ontwerpteam voor het Voorontwerp van station Heerlen Maankwartier
Prijsafsprak:	Vaste prijs
Projectnummer:	IN152134 en IN152151

Project IN152134 is het eerste VO van dit project, deze is vervolgens nog een keer opnieuw gemaakt onder projectnummer IN152151.

Werkzaamheden

Op basis van de back-officevraag verricht Movares de benodigde werkzaamheden, die onder andere bestaan uit de volgende activiteiten:

- Het adviseren van de opdrachtgever op desbetreffende vakgebieden;
- Toetsen van het UO op raakvlakken en uitgangspunten o.a. voorschriften van de opdrachtgever;
- Op verzoek bijwonen van voortgangsoverleggen en overleggen met leveranciers.

Door de gezamenlijke opdrachtgevers van het project Station Heerlen Maankwartier is Movares gevraagd deel te nemen aan het 'Ontwerpteam Nieuw Station'.

Het doel van het instellen van het 'Ontwerpteam Nieuw Station' is te komen tot een Voorontwerp van het nieuwe station Heerlen Maankwartier.

Het Voorontwerp dient:

- Binnen het taakstellend budget van de bouwkosten (€ 6,- mio) gerealiseerd te kunnen worden;
- Afgestemd te zijn op al gerealiseerde en nog te realiseren delen binnen het project Heerlen Maankwartier;
- Geschikt te zijn om als compleet en onafhankelijk inputdocument te functioneren voor een verdere uitwerking in een Definitief Ontwerp.

Te verrichten activiteiten

Verkenningfase

Informatie analyseren

- Informatiebehoefte per fase vaststellen
- Afwijking / hiaten in 3D model vaststellen

Informatie verzamelen

- Nul-opname: locatiebezoek en een fotografische vastlegging
- In ontvangst nemen van de opdrachtgever : as-built gegevens van Besix en Strukton
- In ontvangst nemen van de opdrachtgever: gegevens Welle/Jongen

Informatie vastleggen en ontsluiten

- Gedeelde database inrichten voor alle deelnemers in het Ontwerpteam
- 3D model in Revit updaten

Algemeen

Movares gaat ervan uit dat binnen het project de volgende gegevens vanuit de eerdere ontwerpwerkzaamheden en onderzoeken in voldoende mate beschikbaar zijn voor het Voorontwerp: informatie over funderingen, bodemgesteldheid, grondwaterstanden, kabels & leidingen, werkstroken, eigendomsrechten, zakelijke rechtsverplichtingen, aansluiting op bedrijfsnetten van openbare voorzieningen.

Voorontwerp

Fase 1 Functioneel Technisch voorontwerp

- Systems Engineering; het PVE wordt in nauwe samenwerking met het ontwerpteam uitgewerkt tot een System Requirements Specification (SRS). Raakvlakken worden vastgesteld, waarna raakvlakeisen worden gedefinieerd en vastgelegd in Relatics. Ontwerpbesluiten worden bijgehouden in Relatics.
- Na afronden van het ontwerpwerk wordt een verificatie uitgevoerd door het ontwerpteam.
- De validatie van het voorontwerp wordt vervolgens ook door het ontwerpteam uitgevoerd. Hierbij wordt vastgesteld dat met de oplossingen nog steeds de doelstellingen van de opdrachtgever worden bereikt.
- Kosten; Gedurende het ontwerpproces wordt een bouwkostendeskundige bij het proces betrokken om gericht op het taakstellende budget te ontwerpen. Bij het functioneel, technisch voorontwerp wordt een raming geleverd.
- Opstellen van een beknopt beslisdocument, waarin op basis van het concept functioneel voorontwerp en het taakstellend budget een financiële toets staat.
- Na goedkeuring door de opdrachtgever van het beslisdocument wordt verder gegaan met het opstellen van een integraal functioneel technisch voorontwerp (bouwkundig, constructief, installatietechnisch en afgestemd op raakvlakken met de omgeving).
- Gedurende het ontwerptraject zijn de ontwerpcoördinator en (afhankelijk van agenda) ook de installatiedeskundige en de modelleur bij de ontwerp overleggen van het ontwerpteam aanwezig.

Fase 2 Architectonische uitwerking en afronding voorontwerp

In fase 2 vinden de zelfde activiteiten plaats als in fase 1, waarbij de ontwerpslag dieper gaat door het toevoegen van het architectonische voorontwerp. In deze fase werkt ook de architect van de gemeente (Michiel Huisman) mee aan het voorontwerp.

Algemeen

Gedurende het opstellen van het functioneel voorontwerp en vervolgens het architectonisch voorontwerp worden kritische kostencomponenten in het realisatieproces verder in beeld gebracht. Het betreft o.a. TVP's en de overgang van de tijdelijke naar definitieve situatie.

Tabel 25: Uren budget en besteed IN152134 HMK Kosss 2013

Omschrijving	Uren offerte	Uren besteed
Projectmanagement		
• Projectmanagement	60	340
• Systemengineering	122	160
• BIM & 3D modellering	60	17
• Integraal ontwerpcoördinator	120	111
Overleg		161
Extern		
• Draagvlak overleg	32	
• Afstemoverleg	32	
• Voortgangsoverleg	16	
• Derden	18	
Intern		
• Projectteam	48	
Functioneel ontwerp		
• Architectuur	60	67
• Constructies	24	
• Visuals	48	
VO plus		786
• Architectuur	115	230
• Constructies	210	137
• Installaties	155	139
• Bouwkunde	105	28
• modelleren	485	120
Diversen		
• V & G	40	70
• Kosten	80	2
• Specialisten	32	
• Review intern	32	
Overige		122
Totaal	1894	2490

Tabel 26: Overzicht bestede uren 3D ontwerp en PRM

Omschrijving	Budget	%	Besteed	%	Verschil budget & besteed	%
VO IN152134	1894		2490		596	31%
Revit uren	485	26%	543	22%	58	12%
Projectmanagement	362	19%	340	25%	-22	-6%
% ervaren modelleurs			374 (69%)			
Opmerkingen	% tekenwerk door ervaren modelleurs is 69% dit houdt in dat de bestede aantal uren met alleen ervaren modelleurs sneller zou kunnen, maar wel een goede verhouding van ervaren en onervaren.					

Tabel 27: Uren budget en besteed IN152151 2014

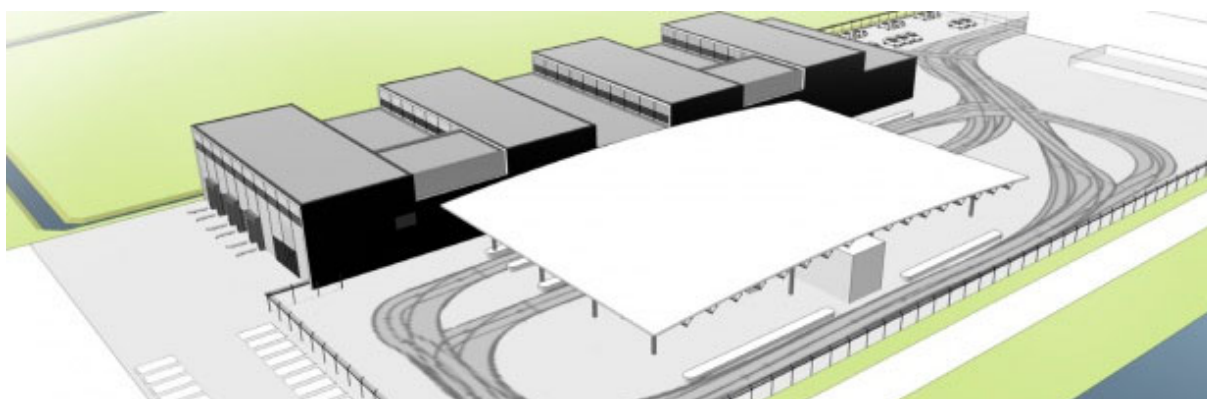
Omschrijving	Uren	Uren besteed
Verkenningfase		5
• Informatie analyseren	16	
• Informatie verzamelen	28	
• Informatie vastleggen	40	
Ontwerpfase		
• Overleg	117	122
• Ontwerpcoördinatie	48	
• Interne Review	16	
• Installaties	116	127
• Constructie / Vormgeving	136	26
• Modelleren	136	195
• Bouwkosten	32	85
• System Engineering	60	44
Algemeen	64	116
Projectmanagement	24	110
OFF Administratie		58
Totaal	833	888

Tabel 28: Overzicht bestede uren 3D ontwerp en PRM

Omschrijving	Budget	%	Besteed	%	Vershil budget & besteed	%
VO IN152151	833		888		55	7%
Revit uren	136	16%	195	22%	59	43%
Projectmanagement	24	3%	110	12%	86	358%
% ervaren modelleers			154(79%)			
Opmerkingen	Het modelleerwerk in dit project is grotendeels gedaan door ervaren modelleers (79%). Het totaal bestede modelleerwerk zal dan ook met alleen ervaren modelleers niet heel veel verschillen.					

Bij de projecten Heerlen is het VO 2 keer gemaakt doordat het 1e VO niet goed gekeurd werd. Opvallend is dat in beide gevallen het percentage bestede tekenwerk hetzelfde is gebleven namelijk 22%. Wel valt op dat voor het 2^e VO een stuk minder uren nodig zijn geweest.

5.4.5 Schiphol Smartgate



Figuur 17: Schiphol Smartgate

Algemene project informatie

Project:	Smartgate Schiphol
Plaats:	Schiphol Amsterdam
Start datum project:	2012
Functie:	Utiliteitsgebouw met als doel de goederenstromen op de luchthaven te optimaliseren. SmartGate bevat de volgende faciliteiten: • Nieuw Joint Inspection Centre (JIC) met inspectieruimten en scanapparatuur voor cargo, kantoren en een practicum (trainingruimte) • Overkapping met de bestaande luchtvaartcontainer Scan • Nieuwe parkeer- en manoeuvreerruimten voor dollies (Airside), vrachtwagens en auto's (Landside) • Nieuwe hondentrainingsruimte
Uitvraag:	De opdracht betreft voor perceel 1 de fasen (volgens DNR): Definitiefase (m.n. herijken programma van eisen), VO, DO, Bestek, Prijs- en contractvorming, Uitvoering- Uitvoeringsgereed ontwerp, Uitvoering Directievoering en nazorg. De opdracht behelst advieswerkzaamheden i.v.m. aanpassing van Scanlocatie 2 van alle denkbare onderdelen (multidisciplinair) van een integraal ontwerp: te denken valt aan Architectuur, Bouwkunde, Grond Weg en Waterbouw, installaties (W/E/data/transport), bouwfysica, brandveiligheid, logistiek, verkeerskunde, constructie, kostenadvies, brandveiligheid, beveiliging etc.
Prijsafpraak:	Vaste prijs
Projectnummer:	IN147006
Opmerking:	Het VO van dit project is niet in 3D uitgewerkt

Te leveren producten en diensten

- Ruimtelijk Functioneel Ontwerp, PVE en VO
- DO
- Bestek (STABU)
- Adviezen tijdens aanbesteding (door RGD)
- Werktekeningen en Adviezen tijdens uitvoering

Activiteiten

VO

- Actualiseren PVE
- Risico analyse en –dossier en stakeholder analyse; functievrij maken; vergunningaanvragen
- RFO en VO Bouwkundig, gebouw en terrein
- VO gebouw constructief
- VO gebouw Installaties WTE
- VO terrein (CT en WTE)
- VO integratie en kostenraming
- Projectleiding VO t/m bestek

DO

- DO gebouw, bouwkundig
- DO gebouw, constructie
- DO gebouw, WTE installaties
- DO terrein
- Bouwfysica analyse DO, DO integratie en kostenraming; V&G plan Ontwerpfase en V&G dossier Beheerfase

Bestek

- Bestekstekeningen bouwkundig
- Bestekstekeningen CO en CT
- Bestekstekeningen WTE installaties
- Bestekstekst, integrale tekeningen en –raming

Aanbesteding

- Advies tijdens aanbesteding

UO en begeleiding

- UO bouwkundig en advies tijdens uitvoering
- UO constructie en Civiel en advies tijdens uitvoering
- UO installaties WTE en advies tijdens uitvoering
- Projectleiding na besteksfase
- Opleverdossier controleren

Tabel 29: Uren begroot op functie per fase

Omschrijving	VO	DO	TO	Prijs- en contract vorming	UO	Uitvoering directievoering	Nazorg	Totaal
Overall advies verantwoordelijke	71	80	48	24	32	50	10	
Architect / Adviseur bouwkunde	72	148	104	12	24	16		
Installatie adviseur klimaat	60	148	128	24	24	24	8	
Installatie adviseur Beveiliging	64	160	132	20	28	24	8	
Ontwerpleider bouwkunde	88	172	112	20	40	24	8	
Ontwerpleider constructies	24	104	88	16	80	24		
Ontwerpleider civiele techniek	32	56	40	12	12	12		
Omgevingsmanager	40	48	32	20	20	48	8	
Bouwfysicus	8	120	8	8	8			
Kostendeskundige	12	36	28	8				
Coördinerend bestekschrijver			60					
Risicoanalist	20	12	12					
Revit-tekenaar /modelleur		740	220					
2D-tekenaar	40	80	40		120			
Totaal	531	1904	1052	164	388	222	42	4303

Tabel 30: Uren budget en besteed

Omschrijving	Uren	Meerwerk4	Besteed
Constructie			
• VO	62		205
• DO	610	540	621
• TO/Bestek	246	253	313
• Prijs/contract & Uitv – ontwerp & Uitv – directie	350	231 99	375
Installaties E / W / T			
• VO	242		209
• DO	414		554
• TO/Bestek	694	333	668
• Prijs/contract	40	517	
• Uitv – ontwerp	230		369
• Uitv – directie (B0)	318	184	
• Nazorg	40	318	
Bouwkosten			
• VO	20		2
• DO	60		131
• TO/Bestek	60	80	
• Backoffice		224	
Risico en Raakvlakmanagement			
• VO & DO & TO / Bestek	160		76
• Prijs/contract & Uitv – ontwerp & Uitv – directie	240	301	
Civil			
• DO		53	77
• Bestek		107	83
• Uitvoeringsontwerp		21	63
• Backoffice		32	6
Projectmanagement			
• VO & DO	160	478	364 604
• TO/Bestek & Prijs/contract	240	338	370
& Uitv – ontwerp & Uitv – directie (B0)		277	84
		289	13
Bouw informatie model		150	105
Bestek integratie		133	472
Overige DO			388
Offerte			195
Prijs en contractvorming		211	241
Totaal	4.186	5169 (9355)	6588

In de hierboven aangeven begroting zijn 2 kolommen met budget uren te zien. Dit komt doordat de eerste begroting uitging van een gebouw met 5 miljoen bouwkosten, uiteindelijk zijn de bouwkosten 10 miljoen geworden. Hierdoor is de engineering voor het project ook een stuk omhoog gegaan waardoor je uiteindelijk op 9355 begroten uren uitkomt.

Tabel 31: Overzicht bestede uren 3D ontwerp en PRM

Omschrijving	Budget (Geen 3D budget)	Besteed	%	Vershil budget besteed	%
Voorlopig Ontwerp totaal 2D	644	856		-212	32%
• Constructie	(62)	20			
• Installaties	(242)				
Totaal 2D		20	2%		
projectmanagement	160 (25%)	364	43%		
Definitief Ontwerp totaal Revit	2155	2375		-220	10%
• Constructie	(1150)	173			
• Installaties	(414)	156			
• Addendum DO		46			
Totaal Revit	740	375	16%		
Projectmanagement	478 (22%)	604	25%		
TO/Bestek totaal Revit	2484	1434		1450	-43%
• Constructie	(499)	131			
• Installatie	(1027)	180			
Totaal Revit	220	311	22%		
Projectmanagement	578 (23%)	370	23%		
Uitvoeringsontwerp totaal Revit	1278	891		-458	-36%
• Constructie	(350)	36			
• Installaties	(230)	-			
Totaal Revit		36	4%		
Projectmanagement	277 (22%)	84	10%		
PRM back-office	289	13			
Overige (geen 3D uren)	2644	927			
BIM	150	105		45	30%
Totaal project	9335	6588		-2747	-29%
Totaal Revit (budget Revit 960 alleen in totaal beschikbaar, niet geplitst per fase)	960 (10%)	827	13%	-133	-14%
Totaal Projectmanagement	1782 (19%)	1435	22%	59	4%
%ervaren modelleurs	Binnen het project is 96% van de tekenuren door ervaren modelleurs gedaan. Dit project geeft dan ook een goed beeld hoe snel het modelleerwerk kan.				

Voor dit projecten zijn meerdere begrotingen gemaakt. De 1^e begroting van het project te zien in de calculatie in de linker kolom uren. Deze begroting was gemaakt op een gebouw met 5 miljoen bouwkosten, later bleek echter dat het gebouw 10 miljoen bouwkosten zou hebben. Dit is terug te vinden in meerwerk 4. Deze uren samen geven de totalen begroting voor de engineering namelijk 9335 uur. Hiervan is binnen het project nu 6588 uur gebruikt. Dit geeft een verschil van 2747 uur. Het project is echter nog niet klaar, dit zit vooral in begeleiding van de uitvoering. Het werk voor de modellers zit er echter al wel op. Het percentage bestede 3D uren in het project staat nu 14%. Doordat er geen 3D uren meer komen maar het uiteindelijk aantal uren van het project nog wel groter wordt zal dit percentage nog lager worden.

Zoals te zien is in de uitgewerkte begroting is het budget voor modelleerwerk niet op discipline en fase gesplitst. In het overzicht in tabel 18 van functie per fase is wel een hoeveelheid gegeven. Dit aantal is dan ook gebruikt voor de vergelijking. Dit aantal komt uit op 960 uur, het modelleerwerk is binnen dit aantal uren gedaan. Binnen dit projecten zijn zo goed als alle modelleeruren gemaakt door ervaren modellers. Binnen dit project heeft het 3D ontwerp dan ook goed uitgedaan.

5.4.6 Perronkap 8 Utrecht Centraal



Figuur 18: Perronkap 8 Utrecht Centraal

Algemene project informatie

Project:	Perronkap 8 Utrecht Centraal DO
Plaats:	Utrecht
Start datum project:	2013
Prijsafspraken:	Vaste prijs
Functie:	Overkappingen treinstation
Uitvraag:	Het project DSSU heeft aan het project OVT Utrecht verzocht de bouw van het perron 8 op te nemen in haar scope. Movares heeft daarvoor een VTW in voorbereiding. De onderbouw wordt ontwikkeld en uitgevoerd als uitbreiding van het bestek MN04252 van het stationsgebouw. In dit bestek zijn reeds een groot deel van de kabeltunnel in perron 8 en de stijgpunten op perron 8 voorzien. Een deel van de kabeltunnel is reeds gebouwd en zal aangepast moeten worden t.g.v. de gewijzigde ligging van spoor 21. Het nu door u gevraagde Definitief Ontwerp omvat de volledige lengte van het perron inclusief perronkap en perron outillage met als scope: • Perronkap zuidzijde, zonder PV cellen; • Perronkap noordzijde tot aan kop van perron, zonder PV cellen (stelpost); • Installaties: Verlichting, InfoPlus, HWA, bluswater, CCTV en omroep; • Perronmeubilair, excl. Kiosk; • Verlengen van de kabeltunnel tot de zuidelijke kop van het nieuwe perron 8; • Verlengen van de Middentunnel; • Verlengen van de kabeltunnel ten noorden van de technische kelder; • Zandbanen voor de sporen 20 en 21; • Keerwand met scherm tussen spoor 21 en het busstation.
Projectnummer:	MR100475 en RM000518

Te leveren producten

De volgende producten zullen worden geleverd:

- Programma van Eisen (Eisenspecificatie) ter goedkeuring;
- Haalbaarheidsstudie voor het verlengen van de kabeltunnel naar het Noorden over de funderingspoeren OVT as A/1 en as B/1 heen (tunnelbreedte < 2,0 m, hoogte 2,3 m inwendig);
- VO bestaande uit hoofdmaatvoering van tunnel, perron en perronkap als input aan DSSU ontwerpers;
- Eindrapport van integraal definitief ontwerp;
- DO tekeningen, geschikt voor bouwvergunning aanvraag;
- UO tekeningen van gewijzigde OVT funderingspoeren A1 en B1;
- Bebordingsplan (locaties) op perron 8;
- Aangepaste bebordingplannen in de stationshal, in de Middentunnel en op perrons 1 t/m 7;
- DO van de bordontwerpen (lay-outs) met specificaties;
- Uitvoeringsplanning;
- Deterministische Investeringsraming (excl. Life Cycle Costing);
- V&G Plan Ontwerpfase.

Offerte uren

Tabel 32: Uren budget en besteed

Omschrijving	Uren	besteed
DO trapoverhuiving staal	108	119
DO trapoverhuiving installaties	10	9
NvW overhuiving (staal)	98	223
NvW perronkap (staal)	190	852
NvW installaties perronkap	294	356
Bestekteksten (bouwkunde en integraal)	136	382
Projectmanagement en raakvlakbeheersing met DSSU	244	170
UO Staalconstructies	898	16
UO Installaties	40	-
UO PRM RVOI 6	94	37
Overige		371
Totaal	2112	2535

Dit project bestaat uit een DO en een UO. Helaas zijn de bestede uren niet goed op fase geboekt waardoor er niet goed gezien kan worden hoeveel uur er aan Revit is besteed per fase. Zoals in tabel 32 is te zien bij de perronkap staal en het UO staalconstructies zit er een groot verschil tussen de begroten uren en bestede uren. Het vermoeden is dat de uren van UO staalconstructies bij de perronkap staal zijn geboekt. Er wordt daarom naar het totale project gekeken en niet per fase omdat dit een beter beeld geeft van de bestede uren aan Revit.

Tabel 33: Overzicht bestede uren 3D ontwerp en PRM

Omschrijving	Budget	%	Besteed	%	Verschil budget & besteed	%
Totaal	2112		2535		423	20%
Revit uren						
• DO Trapoverhuiving staal	40	2%	28	1%	-12	-30%
• DO Overhuiving staal	40	2%	81	3%	41	103%
• DO Perronkap staal	90	4%	755	30%	655	728%
• UO Trapoverhuiving	240	11%	16	1%	-224	-93%
• UO Perronkap	300	14%	-		-300	-100%
Totaal Revit uren	710	34%	880	35%	170	24%
Projectmanagement	338	16%	269	11%	-69	-20%
% ervaren modelleurs			428 (49%)			
Opmerkingen	49% van het modelleerwerk is door ervaren modelleurs gedaan. De totale hoeveelheid tekenuren zou met alleen ervaren modelleurs dus sneller kunnen. Daarnaast is dit één van de eerste projecten in 3D geweest waardoor de ervaring met het werken in 3D minder was.					

5.4.7 Onderdoorgang Harderwijk Westeinde en Weisteeg



Figuur 19: Onderdoorgang Harderwijk Westeinde en Weisteeg

Algemene project informatie

Project:	Harderwijk, Odg Westeinde en Weisteeg
Plaats:	Harderwijk
Start datum project:	2014
Prijsafspraken:	Regie
Functie:	Onderdoorgang
Uitvraag:	De vraag bestaat uit drie onderdelen; de voorbereiding van een UAVgc-contract en optioneel de aanbesteding hiervan en de begeleiding van de uitvoering van het contract.
Projectnummer:	RM002113

Tabel 34: Uren budget en besteed

Omschrijving	Uren	Besteed
Contract opstellen, integratie, overleg en projectmanagement	1486	1900
Conditionering	480	522
Ontwerp	747	1521
Installaties	646	1050
Spoor, Bovenleiding en beveiliging	846	993
Begeleiding aanbesteding	104	15
Overig		210
Totaal vast	4309	6211

Tabel 35: Overzicht bestede uren 3D ontwerp en PRM

Omschrijving	Budget	%	Besteed	%	Vershil budget & besteed	%
Totaal	4309		6211		1902	20%
3D uren Civiel						
• VO Westeinde	-		256	4%		
• VO Weisteeg	-		103	2%		
• Los 3D	-		89	1%		
Totaal 3D uren			448	7%		
Projectmanagement	282	7%	982	16%	700	248%
% ervaren modelleurs			92	21%		
Opmerkingen	Opvallend laag in vergelijking met de andere projecten. Dit heeft te maken met het werkveld van de opdracht (onderdoorgang). Bij dit soort opdrachten valt op dat er minder tekenwerk nodig is en meer overige werkzaamheden worden gedaan. De bestede hoeveelheid modelleeruren gaat naar verhouding daarom omlaag. Dit project is dan ook niet echt vergelijkbaar met de voorgaande projecten. Dit project is wel erg interessant gezien het kleine verschil in percentages met de onderdoorgangen in 2D. Het lijkt erop dat het werken in 3D hier weinig invloed op heeft. Daarnaast is maar 21% van het modelleerwerk door ervaren modelleurs gedaan. Dit is vergeleken met voorgaande projecten een erg laag percentage.					

5.5 Totaal overzicht projecten ontworpen in 3D

Tabel 36: Totaal overzicht modelleeruren van de projecten ontworpen in 3D

Projecten	Fases	Budget Modelleren (totaal)	%	Besteed Modelleren (totaal)	%	Vershil budget & besteed	% afwijking
Steunpunt Delfgauw	VO	32 (450)	7%	198(738)	27%	166 (288)	519% (64%)
	DO	96 (658)	15%	458(1417)	35%	362 (759)	377% (115%)
	TO	160 (686)	24%	460 (1673)	27%	300 (987)	188% (144%)
	Totaal	288 (1794)	16%	1116 (3704)	30%	828 (1910)	288% (106%)
Steunpunt Houten	VO	88 (389)	23%	127 (527)	24%	39 (138)	44% (35%)
	DO	96 (567)	17%	367 (1173)	31%	271 (606)	282% (107%)
	TO	224 (476)	47%	438 (1101)	40%	214 (634)	96% (133%)
	Totaal	408 (1432)	28%	932 (2801)	33%	524 (1369)	128% (96%)
Station Amsterdam RAI	DO	640 (1748)	37%	404 (1528)	26%	-236 (-220)	-37% (-13%)
	TO/UO	240 (1634)	15%	254 (1709)	15%	14 (75)	6% (5%)
	Totaal	880 (3382)	26%	658 (3237)	20%	-222 (-145)	-25% (-4%)
Station Heerlen IN152134	VO	485 (1894)	26%	543 (2490)	22%	58 (596)	12% (31%)
Station Heerlen IN152151	VO	136 (833)	16%	195 (888)	22%	59 (55)	43% (7%)
Schiphol SmartGate	DO	(2115)		375(2375)	16%		
	TO	(2484)		311(1434)	22%		
	UO	(1278)		36(891)	4%		
	Los 3D	150		105			
	Overige geen 3D	(2644)					
	Totaal	960 (9335)	10%	827 (6588)	13%	133 (2747)	-14% (-29%)
Perronkap 8 Utrecht centraal	DO & UO	710 (2112)	34%	880 (2535)	35%	170 (423)	24% (20%)
GWV-project							
Onderdoor- gang Harderwijk	VO	(4309)		448(6211)	7%	(1902)	(20%)
Gemiddeld			22%		25%		

Tabel 37: Totaal overzicht van de projectmanagement uren van de projecten ontworpen in 3D

Projecten	Fases	Budget PRM (totaal)	%	Besteed PRM (totaal)	%	Verschil budget & besteed	% afwijking
Steunpunt Delfgauw	VO	40 (450)	9%	124 (738)	17%	84	210%
	DO	56 (658)	9%	202 (1417)	14%	146	261%
	TO	40 (686)	6%	117 (1673)	7%	77	293%
	Totaal	136 (1794)	8%	443 (3704)	12%	307	226%
Steunpunt Houten	VO	44 (389)	11%	101 (527)	11%	57	130%
	DO	24 (567)	4%	222 (1173)	19%	198	825%
	TO	32 (476)	7%	52 (1101)	4%	20	63%
	Totaal	100 (1432)	7%	375 (2801)	13%	275	275%
Station Amsterdam RAI	DO	26 (1748)	1%	23 (1528)	1%	-3	-12%
	TO/UO	75 (1634)	5%	68 (1709)	4%	-7	-9%
	Totaal	101 (3382)	3%	91 (3237)	3%	-10	-10%
Station Heerlen IN152134	VO	362 (1894)	19%	340 (2490)	25%	-22	-6%
Station Heerlen IN152151	VO	24 (833)	3%	110 (888)	12%	86	358%
Schiphol SmartGate	VO	160(2115)	25%	364 (856)	23%	204	128%
	DO	478(2484)	22%	604(2375)	25%	126	26%
	TO	578(1278)	23%	311(1434)	23%	-267	-46%
	UO	277	22%	36(891)	10%	-241	-87%
	PRM	289		13		-276	-96%
	back-office Totaal	1782(9335)	19%	1435 (6588)	22%	-347	-19%
Perronkap 8 Utrecht centraal	DO & UO	338 (2112)	16%	269 (2535)	11%	-69	-20%
Onderdoor-gang Harderwijk	VO	282 (4309)	7%	982(6211)	16%	700	248%
Gemiddeld			10%		14%		

Bibliografie

BIR. (2014). *Kenniskaart nr. 1*. Opgehaald van Bouw Informatie Raad:

<http://www.bouwinformatieraad.nl/bir-kenniskaarten/>

Fischer, P. (2013). *Adoptie van BIM*. Amsterdam: Hogeschool van Amsterdam.

Markensteijn, P. (2014). *Projectraming*. Opgehaald van Markensteijn:

<http://pm3.markensteijn.com/raming.htm>

ProRail. (2011). *Leidraad kostenramingen*. Utrecht: ProRail.

Stel, R. (2015). *De grootste invloeden op de implementatiesnelheid van het Bouw Informatie Model in de Nederlandse bouwsector*. Rotterdam: Hogeschool Rotterdam.

TNO. (2010). *BIM Quickscan*. Opgehaald van BIM quickscan: <http://bimquickscan.nl/nl/>

Wit, B. d., & Jansen, S. (2014). *Handelingsbekwaamheid projectleiders & BIM-volwassenheid in de installatiebranche*. Rotterdam: Hogeschool Rotterdam.

Projectinformatie

Voor de casestudies is informatie gehaald uit de projectdocumenten van Movares. Dit geldt voor alle projecten die gebruikt zijn als casestudie. De gebruikte documenten van deze projecten zijn:

- Offertes
- Hoeveelheid begrote uren
- Hoeveelheid bestede uren