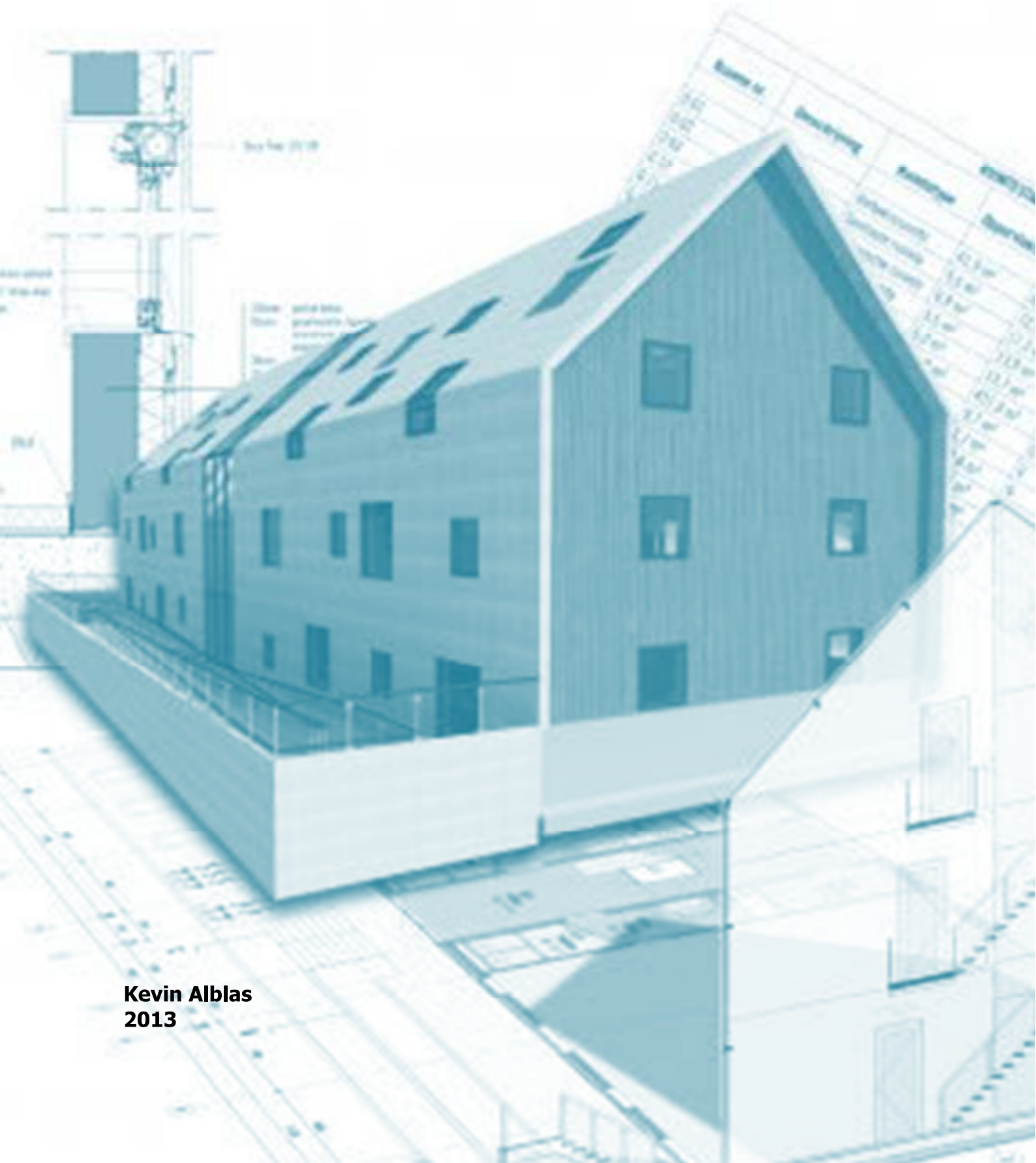


BIM in de werkvoorbereiding

Onderzoek bij Ballast Nedam Bouw & Ontwikkeling Midden



Kevin Alblas
2013

BIM in de werkvoorbereiding

Onderzoek bij Ballast Nedam Bouw & Ontwikkeling Midden

Auteur: Kevin Alblas
Het sluisje 26
3438 AH Nieuwegein
06 - 52 62 11 31
kevin.alblas@student.hu.nl
Studentnummer: 1531009
Cursuscode: TBWK-AFU8-03



Opdrachtgever: Ballast Nedam Bouw en Ontwikkeling Midden
Ringwade 71
3439 LM Nieuwegein
030-6629400
Bedrijfsbegeleider: Dhr. B. Veldhuis
Adjunct-directeur realisatie
b.veldhuis@ballast-nedam.nl



Hogeschool Utrecht
Faculteit Natuur en Techniek
Neijenoord 1
3552 AS Utrecht
1^e begeleider: Dhr. M. de Jong
2^e begeleider: Dhr. J. Sterkenburg
Marcel.dejong@hu.nl
Jan.stekenburg@hu.nl

Nieuwegein, januari 2013

Voorwoord

“Opleidingsinstanties lopen vaak achter op de praktijk.” Dit is een veel gehoorde uitspraak en bevat ook een zekere kern van waarheid. Dit is echter direct afhankelijk van de snelheid van groei en verbetering die een bedrijf doormaakt.

Tijdens mijn hele duale opleidingstraject HBO Bouwkunde aan de Hogeschool Utrecht, heb ik met veel plezier bij Ballast Nedam Bouw & Ontwikkeling Midden mogen werken en doe dit vandaag de dag nog steeds. Na een jaar voltijd Bouwkunde te hebben gedaan ben ik bij Ballast Nedam begonnen als trainee en ben inmiddels twee jaar werkzaam als werkvoorbereider. Ik heb in deze periode het voorrecht gehad om naast de theoretische kennis vanuit de Hogeschool Utrecht, parallel hieraan een enorme hoeveelheid praktijk ervaring op te kunnen en mogen doen.

Met name in het laatste jaar vóór het afstuderen is mij opgevallen dat innovaties in de processen van de werkvoorbereiding bij Ballast Nedam Bouw & Ontwikkeling Midden, onderbelicht zijn gebleven. Deze constatering heeft, in samenspraak met de bedrijfs- en hogeschool begeleiders, geleid tot dit afstudeeronderwerp.

Door de kennis die ik in de afgelopen jaren heb opgedaan over de organisatie van Ballast Nedam Bouw & Ontwikkeling Midden is het voor mij, naast vanzelfsprekend, ook juist uitdagend geweest om hier mijn afstudeeronderzoek te verrichten. Dit is ook de reden dat ik deze plek niet zag als een ‘doorsnee afstudeerplek’. Het is de werkplek waar ik mij thuis voel en graag iets voor wil betekenen, als tegenprestatie voor wat deze werkplek voor mij heeft betekend in de afgelopen jaren.

Naast het toewensen van veel leesplezier van mijn scriptie maak ik graag van deze gelegenheid gebruik om een aantal mensen speciaal te bedanken:
 Marcel de Jong en Jan Sterkenburg (Hogeschool Utrecht): mijn begeleiders tijdens dit onderzoek.
 Bert Veldhuis (Ballast Nedam): mijn bedrijfsbegeleider tijdens dit onderzoek,
 Hans Addink (Ballast Nedam): mijn projectleider vanaf mijn eerste werkdag tot heden en mijn duaal bedrijfsbegeleider,
 Peter Martens (Hogeschool Utrecht): mijn studieloopbaan begeleider,
 Alle collega’s die hebben meegewerkt aan interviews en de enquête.
 Daarnaast bedank ik graag mijn familie en vrienden voor hun oprechte belangstelling en support tijdens deze opleiding.

Kevin Alblas

Samenvatting

In deze scriptie is onderzoek gedaan naar de mogelijkheden die BIM kan bieden aan de afdeling werkvoorbereiding bij Ballast Nedam Bouw & Ontwikkeling Midden. Deze afdeling kent momenteel een traditionele werkmethode, waar de afgelopen jaren weinig procesverbeteringen hebben plaatsgevonden.

De reden dat dit onderzoek uitgevoerd werd, is de regelmatige overschrijding van begrote uren die voor een werkvoorbereider gerekend zijn in de calculatie van een bouwproject. Omdat de huidige markt verslechtert, is het des te belangrijk geweest om de huidige processen te analyseren en daarbij te onderzoeken waar verbeteringen in dit proces gerealiseerd kunnen worden.

Het doel van dit onderzoek en het schrijven van deze scriptie betrof het inzicht geven waar deze verbeterpunten concreet kunnen plaatsvinden met behulp van BIM.

Om het onderzoek goed uit te kunnen voeren en te voorzien van een juiste structuur, is eerst inzichtelijk gemaakt wat BIM in hoofdlijnen voor voordelen kan bieden aan de werkvoorbereiding door middel van literatuuronderzoek en interviews met BIM professionals. Vervolgens zijn de huidige processen en werkmethoden geanalyseerd. Dit is hoofdzakelijk gedaan door het houden van een enquête binnen de afdeling realisatie, gesprekken met de werkvoorbereiders en het bestuderen van huidige vastgelegde processen en werkinstructies. Door deze werkwijze te hanteren is er uiteindelijk een concreet beeld gevormd over hoe BIM in dit bedrijf geïmplementeerd kan worden.

Voorafgaand aan dit onderzoek verwachtte en erkende men binnen de organisatie dat er verbetering plaats moest vinden en dat BIM daar uitkomst in kan bieden. Echter was er ook de verwachting dat het implementeren van BIM wellicht een te grote stap zou zijn vanwege de 'kloof' die ontstaan is doordat er geruime tijd weinig gewerkt is aan innovatie en procesverbetering. De gemiddelde hoge leeftijd van de werknemers die hiermee in de toekomst aan het werk zouden gaan, speelde ook een rol in deze verwachting.

Uiteindelijk is juist, in tegenstelling tot deze verwachting, vanuit deze werknemers een positief resultaat gebleken als resultaat van de BIM Quickscan en de gehouden enquête. De verwachting dat de huidige werkmethode inefficiënt is, werd tijdens dit onderzoek bevestigd. Onder andere met deze gegevens is onderzocht op welke wijze BIM in de organisatie toegepast kan worden en welke stappen hiervoor genomen dienen te worden. Hieruit is gebleken dat Ballast Nedam Bouw & Ontwikkeling Midden een potentiële organisatie is om te gaan BIMmen.

De belangrijkste conclusie van dit onderzoek is dat na de juiste implementatie en de bereidheid tot investering, BIM een grote verbetering is op het huidige, traditionele, proces. Naar verwachting zal het werken met BIM, naast een kwaliteitsverhoging, na een periode van personele scholing en procesaanpassing, leiden tot een reductie van ca. 20% op de uren die de werkvoorbereiding momenteel in beslag neemt bij een bouwproject.

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	3
Samenvatting.....	4
1. Inleiding.....	7
1.1 Aanleiding van het onderzoek.....	7
1.4 Doelstelling	7
1.5 Probleemstelling.....	7
1.6 Onderzoeksvraag.....	7
1.7 Onderzoeksresultaat	8
1.8 Afbakening	8
2 Theoretische achtergrond	9
2.1 Onderzoeksmethode	9
2.2 Wat is BIM.....	9
2.3 Stand van BIM	9
2.4 Little BIM en Big BIM	10
2.5 Mogelijkheden en functies van BIM	10
2.5.1 Consistente 2D en 3D tekeningen	10
2.5.2 Samenvoegen van modellen	11
2.5.3 Genereren van aantallen en hoeveelheden uit het model	12
2.5.4 Clash controls	12
2.5.5 LEAN management en concurrent engineering	13
2.5.6 Level of Development	14
2.6 Deelconclusie	17
3 Analyse huidige werkmethode en BN BIM centrum.....	18
3.1 Onderzoeksmethode	18
3.1.1 Primair proces.....	19
3.1.2 Procedures	20
3.1.3 Uitvoeringsplanning en voorbereidingsschema	22
3.1.4 Voortgang leveranciers en onderaannemers (VLO)	22
3.1.5 Inkoop	24
3.1.6 Procesverloop Tekeningcontrole.....	24
3.2 BIM centrum	28
3.2.1 BIM projectplannen BN Speciale Projecten	28
3.3 Deelconclusie	31
4 BIM implementatie.....	32
4.1 Gewenste Situatie	32

4.1.1	Eisenpakket werkvoorbereiding	32
4.1.2	Eisen aan het 3D model	33
4.2	BIM plan binnen BNBOM	34
4.2.1	Ambitiebepaling.....	34
4.2.2	Organisatie en management.....	35
4.2.3	Mentaliteit en cultuur	35
4.2.4	Informatie structuur en informatiestromen	35
4.2.5	Organisatie inrichting.....	35
4.2.6	Totstandkoming.....	36
4.2.7	Implementatie	38
4.2.8	Kostenraming	40
4.3	Deelconclusie	41
5	Case	42
5.1	Zorgvilla “De Hamer” Berg en Dal	42
5.1.1	Modeleigenschappen vanuit de architect.....	42
5.2	Technisch vraagstuk	43
5.2.1	Traditionele dakkap	43
5.2.2	Omzetting naar prefab.....	43
5.2.3	Details	44
5.2.4	Rol van BIM	45
6	Resultaten en Conclusie	47
6.1	Onderzoeksresultaten	47
6.2	Conclusie & aanbevelingen.....	47
7	Bronvermelding.....	48
Bijlagen	50	
1.	Verklarende woordenlijst: afkortingen en begrippen	50
2.	Enquêtes afdeling productie Ballast Nedam Bouw Midden	50
3.	(werk)Tekeningen Dakkap	50
4.	Kostenraming	50
5.	Interview Arjen Adriaanse	50
6.	Interview Joris van Woudenberg.....	50

1. Inleiding

1.1 Aanleiding van het onderzoek

Ballast Nedam Bouw en Ontwikkeling Midden (Hierna te noemen: BNBOM) bezit een afdeling realisatie die bestaat uit ongeveer 50 UTA-personeelsleden, waarvan 10 werkvoorbereiders. De afdeling werkvoorbereiding werkt volgens een traditionele methode. De term BIM is bij vele werkvoorbereiders nog onbekend. BNBOM staat momenteel zo goed als stil in de veranderingen en verbeteringen van werkmethoden op het gebied van digitale hulpmiddelen. Vanuit BNBOM (adj. directeur realisatie) is er aangegeven dat de begrote uren voor de werkvoorbereiding op bijna ieder werk worden overschreden. Dit brengt kosten met zich mee die wellicht onnodig zijn (faalkosten). In de huidige markt is het van groot belang om als aannemer mee te kunnen gaan in de financiële scherpste om ons heen.

Resumé:

- De Werkmethode bij BNBOM is traditioneel en niet meer van deze tijd
- Er wordt weinig gewerkt aan innovatie en verbeteringen in de werkmethoden
- De begrote uren voor de werkvoorbereiding worden over het algemeen overschreden
- De marktomstandigheden zijn verslechterd

1.4 Doelstelling

Kijkend naar de aanleiding van het onderzoek is er een aantal punten van belang. De werkmethode moet verbeterd worden waardoor een tijdbesparend effect ontstaat. De hoofddoelstelling kort geformuleerd:

“Het zodanig implementeren van BIM in de huidige werkmethode bij BNBOM dat men hieruit tijdwinst behaalt, waardoor de werkvoorbereiding kan worden gerealiseerd binnen de huidige begrote tijd.”

1.5 Probleemstelling

Doordat er op een traditionele manier gewerkt wordt bij BNBOM, terwijl de stukken steeds vaker in een BIM model worden aangeleverd, wordt er verwacht dat hierdoor onnodige kosten (faalkosten) gemaakt worden. Hiervoor dient een inhaalslag gemaakt te worden op basis van BIM. Een voorbeeld hierin zijn de risico's die men onnodig naar zich toetrekt op het moment dat er 3D-tekeningen, al dan niet voorzien van vele gebouwinformatie (BIM), terug worden gebracht naar 2D-tekeningen waarbij er informatie verloren gaat en opnieuw in de werkvoorbereiding uitgedacht moet worden. De probleemstelling kort geformuleerd:

“Doordat er in de huidige, traditionele, werkmethode niet gewerkt wordt met BIM vergt de werkvoorbereiding meer tijd dan nodig is en worden er zowel onnodige kosten als -fouten gemaakt.”

1.6 Onderzoeksvraag

Door de centrale onderzoeksvraag duidelijk te formuleren, kan na het onderzoek goed worden beoordeeld of hierop voldoende antwoord is gegeven. Om, op de weg naar het

eindresultaat, tussentijds te kunnen bepalen of hiervoor de juiste richting wordt aangehouden, is de centrale onderzoeksvraag onderverdeeld in deelvragen. De centrale onderzoeksvraag kort geformuleerd:

“Hoe kunnen de onderdelen ‘tekeningcontrole’ en ‘inkoop voorbereiding’ van het werkvoorbereidingsproces bij Ballast Nedam Bouw & Ontwikkeling Midden ondersteund worden door gebruik te maken van BIM?”

Deelvragen:

- Op welke manier kan met behulp van BIM technologie de tekeningcontrole en het inkoopproces worden ondersteund?
- Hoe vindt het huidige werkvoorbereidingsproces plaats binnen BNBOM en wat is de gewenste situatie?
- In hoeverre bespaart dit gebruik van BIM, tijd voor de werkvoorbereiding?

1.7 Onderzoeksresultaat

Het vooraf gestelde resultaat van dit onderzoek is deze adviesrapportage. In dit rapport zijn de onderzoeksresultaten duidelijk inzichtelijk gemaakt en bevat het een uitgewerkt advies over de implementatie van BIM.

Dit onderzoek loopt parallel aan een te realiseren bouwproject bij BNBOM. Binnen dit onderzoek is er vanuit dit project een bouwkundig vraagstuk uitgelicht. Het betreft de dakkap van het project “Zorgvilla ‘de Hamer’ in Berg en Dal” waar ik de werkvoorbereider van ben. Het project is in uitvoering van week 40-2012 tot week 32-2013. Door de architect is deze kap bedacht als een in het werk te timmeren houten constructie. Hiervoor dient een prefab alternatief bedacht te worden. Het vooraf gestelde eindresultaat hiervan, is een uitwerking van deze prefab kap constructie op een hoogwaardig niveau in een BIM tekenprogramma (Revit).

1.8 Afbakening

BIM is een grote innovatie die wereldwijd steeds verder uitgroeit in de bouw. Daarnaast is de werkvoorbereiding een breed beroep waarin men veel uiteenlopende taken heeft. Het risico was hiermee erg groot dat er zijsprongen konden worden gemaakt tijdens dit onderzoek waardoor het rapport te langdradig of veelomvattend zou worden. Om er voor te zorgen dat er na dit afstudeeronderzoek een daadwerkelijke uitkomst zou zijn, is er een duidelijke afbakening gemaakt.

Twee (van de zestien) taken die letterlijk benoemd staan in de functieomschrijving van de werkvoorbereiding bij BNBOM zijn:

- Het beoordelen, controleren en zo nodig maken van tekeningen
- De voorbereidingen ten behoeve van de inkoopprocedure

Door hoofdzakelijk te focussen op deze onderdelen binnen de werkvoorbereiding van BNBOM, krijgt de zoektocht tussen de oneindige mogelijkheden die BIM biedt, een specifieke richting. Hierdoor zijn de, voor BNBOM toepasbare, onderdelen van BIM er beter uit gefilterd, waardoor het onderzoek doelgericht, concreet en behapbaar is gebleven.

2 Theoretische achtergrond

Om dit onderzoeksrapport leesbaar en begrijpelijk te maken voor mensen, zonder- of met weinig kennis van BIM, staat in dit hoofdstuk in het kort beschreven wat de theorie achter BIM inhoudt voor de werkvoorbereiding bij BNBOM.

2.1 Onderzoeksmethode

De informatie die in dit hoofdstuk beschreven staat, betreft algemene, theoretische informatie. Om deze informatie goed, maar beknopt, weer te kunnen geven is de volgende onderzoeksmethode gehanteerd:

Literatuuronderzoek

Dit onderzoek is als eerst uitgevoerd. Door meerdere bronnen te raadplegen die elk over het zelfde onderwerp gaan, kan er een rode draad worden herleid uit de theorie, doordat de informatie eigen gemaakt wordt. Door alle onderzochte informatie te filteren en belangrijke- en minder belangrijke onderwerpen van elkaar te scheiden, ontstaat de theoretische achtergrond.

Interviews

Door het literatuur onderzoek over te laten gaan naar het houden van interviews met BIM professionals, kan de ingewonnen informatie vergeleken worden met de praktijk. Op dit moment wordt geverifieerd of de theoretische achtergrond, strookt met de praktijk situaties. Door op deze wijze het onderzoek op te zetten is de juistheid van de informatie in dit hoofdstuk gewaarborgd.

2.2 Wat is BIM

BIM staat voor **B**uilding **I**nformation **M**odeling. Bij BIM staat de informatie van een heel bouwwerk centraal, en op één plek in een model. Voordat de bouw daadwerkelijk van start gaat, is het bouwwerk in een 3D model opgebouwd. Door op deze manier informatie te beheren en te delen is de kans op faalkosten kleiner. Daarnaast is door middel van een 3D model een bouwwerk veel beter te visualiseren waardoor het inzicht voor iedere belanghebbende partij vergroot wordt.

N.B.

BIM is niet 'alleen een 3D tekening' maar een manier van werken en omgaan met informatie, voor-, tijdens- en na de bouw.

2.3 Stand van BIM

Sinds de afgelopen twee jaar doet TNO wetenschappelijk onderzoek naar de kracht van BIM binnen Nederland, door het uitvoeren van (quick)scans van verschillende bedrijven in de bouwbranche. Van deze onderzoeken is, dat het niveau van BIM in Nederland "redelijk hoog" ligt. Daarbij wordt als kanttekening aangegeven dat deze resultaten gemiddelden betreffen. Wanneer er wordt ingezoomd op de antwoorden, blijkt dat deze ver uit elkaar liggen en veel verschillen toont tussen bedrijven onderling. Omdat deze quick scan alleen in

Nederland wordt uitgevoerd is het lastig om een goed vergelijk te krijgen. De doelstelling van TNO is, om deze scan ook in het buitenland erkenning te laten krijgen.

2.4 Little BIM en Big BIM

BIMmen kan in hoofdlijnen op twee verschillende manieren toegepast worden, namelijk Little BIM en Big BIM. Bij Little BIM wordt er alleen intern gebruik gemaakt van BIM. Het model is dan in eigen beheer en wordt niet gedeeld met externe partners. Het interne proces wordt hierbij verbeterd. Het is een goede methode om ervaring op te doen op BIM gebied. Little BIM is tevens een goede tussenstap op de weg naar Big BIM.

Bij Big BIM wordt er door meerdere, externe, partijen samengewerkt in een model en wordt er informatie middels BIM software uitgewisseld. Dit laatste proces vergt een zeer nauwkeurige samenwerking tussen verschillende partijen. Om deze samenwerking zo goed mogelijk te laten verlopen is het belangrijk dat alle afspraken tussen partijen worden vastgelegd in een BIM Projectplan.

Toegevoegde waarde (1 = weinig 5 = veel)

	Little BIM (één discipline)		Big BIM (meerdere disciplines)
Werktekeningen, tekeningen	3		5
Hoeveelheden bepalen	2		4
Kosten (raming, begroting, calculatie)	2		4
4D-objectsimulatie	1		3
Uitwisseling met toeleveranciers/samenwerking	n.v.t.		5
Visualisatie	3		5
'Clash'-detectie	2		5
Maatvoering	3		4

Figuur 1: uit: Aan de slag met BIM; gewoon doen! Handreiking Virtueel Bouwen. p87 Straatman, J., Pel, W., Hendriks, H., Aan de slag met BIM; gewoon doen! Handreiking Virtueel Bouwen. Stichting Research Rationalisatie Bouw, Zoetermeer, 2012.

2.5 Mogelijkheden en functies van BIM

In deze paragraaf staat beknopt beschreven wat de belangrijkste voordelen zijn voor de afdeling werkvoorbereiding van BNBOM waar dit onderzoek zich op toespitst. BIM bevat nog vele andere voordelen en mogelijkheden die buiten het kader van dit onderzoek vallen. Deze worden hierom buiten beschouwing worden gelaten.

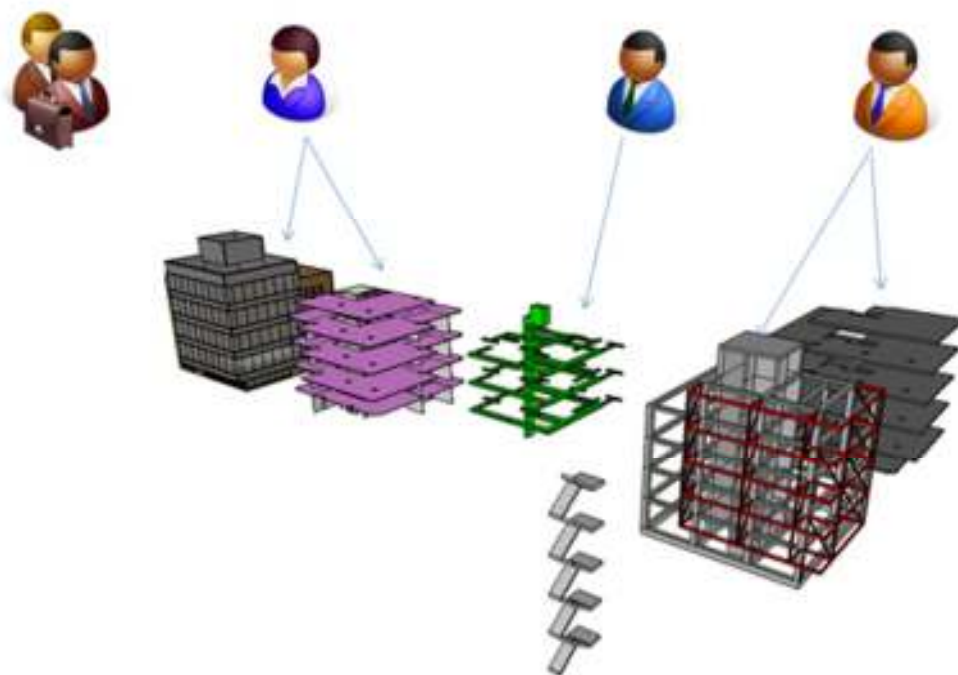
2.5.1 Consistente 2D en 3D tekeningen

Doordat er bij BIM in één model gewerkt wordt, kunnen (werk-/bestek)tekeningen onderling niet meer van elkaar verschillen. Het detail waarop dit gebeurt, wordt bepaald door de verschillende LOD niveaus. Deze niveaus zijn verderop in dit verslag toegelicht. Bouwkundige verschillen tussen bijvoorbeeld een gevel en een plattegrond zijn hierdoor verleden tijd. Een kozijn dat getekend is in het model, komt overal op dezelfde manier terug. Wanneer men

een aanpassing maakt aan een kozijn in de plattegrond, verandert deze ook op de doorsneden, gevels, kozijnbladen en is het mogelijk om bijvoorbeeld de bouwkostenbegroting automatisch mee te laten wijzigen.

2.5.2 Samenvoegen van modellen

Zoals eerder beschreven wordt er bij Big BIM samengewerkt tussen verschillende partijen die elk een eigen discipline vertegenwoordigen. Bij deze verschillende disciplines horen vaak verschillende softwarepakketten, zo modelleert een installateur in een ander programma dan een constructeur, die op zijn beurt weer in een ander programma werkt dan bijvoorbeeld een architect. Om deze modellen en software met elkaar te laten 'communiceren' bestaat er IFC, dit staat voor Industry Foundation Classes. IFC is een open bestandsformaat en is een manier waarop softwareprogramma's data beschrijven. Hierdoor behouden alle partijen de keuzevrijheid van het, op IFC gebaseerde, softwarepakket waarin zij willen werken. Deze eenduidige manier waarop de programma's communiceren en daardoor de vrijheid in de softwarekeuze, wordt OpenBIM genoemd. De term 'OpenBIM' is eigendom van BuildingSMART.



Figuur 2: OpenBIM, het samenvoegen van verschillende disciplines in één model d.m.v. IFC software.

Om daadwerkelijk modellen van verschillende partijen technisch samen te kunnen voegen, wordt er gebruik gemaakt van programma's die alle op IFC gebaseerde modellen kan inlezen. Veel voorkomende programma's zijn: Solibri (model checker), Navisworks en BIM Sight. In deze programma's kunnen de modellen samengevoegd worden en gecontroleerd op fouten. Daarnaast kan hieruit onder andere alle gebouw informatie worden gehaald en kunnen planningen aan het model gekoppeld worden om te visualiseren hoe het gebouw in de tijd wordt opgebouwd.

2.5.3 Genereren van aantallen en hoeveelheden uit het model

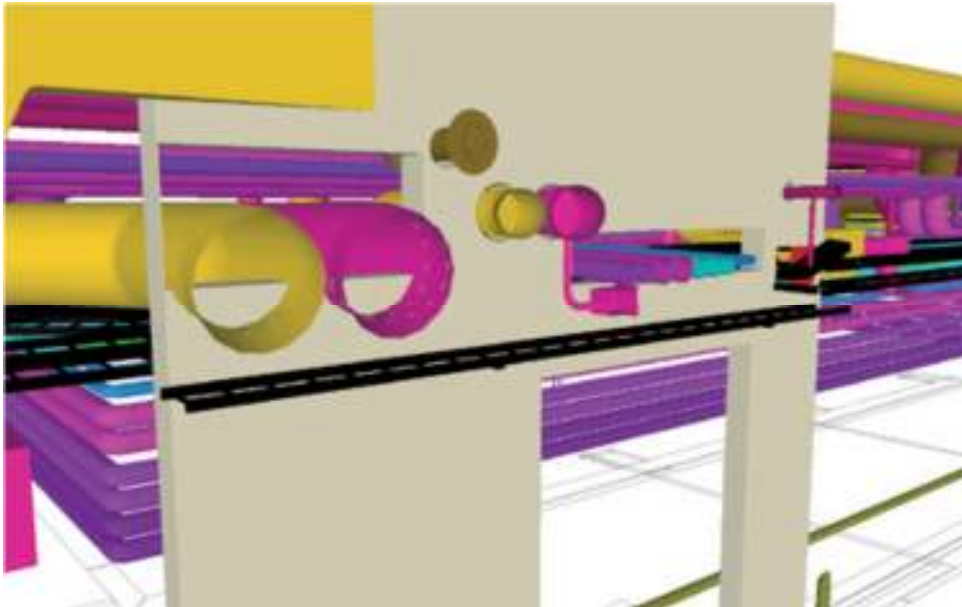
Door ieder object dat in BIM gemodelleerd wordt, te voorzien van de juiste informatie kan men gemakkelijk aantallen, hoeveelheden en eigenschappen uit het informatie model filteren. Het filteren van zulke gegevens kan vaak al in het modelleer programma zelf, maar dit kan ook in de hiervoor genoemde programma's waarin meerdere disciplines en modellen bij elkaar gevoegd zijn. Hierdoor wordt, bij het juist invoeren van de modelinformatie, het handmatig maken van uittrekstaten overbodig en wordt de kans op menselijke fouten geëlimineerd.



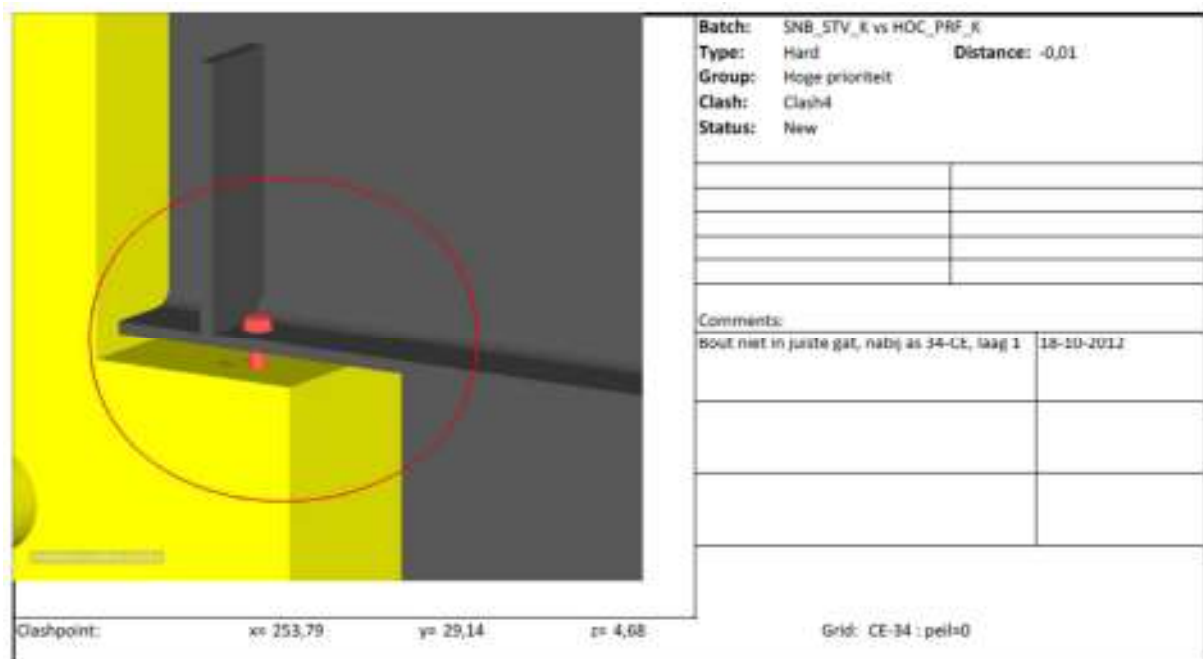
Figuur 3: rechtsonder een uitterkstaat van de binnendeuren + kozijnen en linksonder de technische gegevens van en geselecteerd kozijn (screenshot Ballast Nedam Project in Solibri)

2.5.4 Clash controls

Clashen betekent letterlijk: 'in conflict komen' of 'botsen'. Doordat er in BIM niet meer 'plat' getekend wordt, maar 3D gemodelleerd, zijn softwareprogramma's zoals hiervoor beschreven, in staat om dit soort fouten op de sporen. Hoe meer (externe) partijen, bijvoorbeeld onderaannemers, in (Open)BIM werken, des te groter is het voordeel dat men hieruit haalt. Clash controls komen op meerdere momenten van het hele realisatietraject voor en gaan van grof naar fijn. Zie de onderstaande figuren.



Figuur 4: Clashdetectie 'grof' Bron: www.Solibri.com



Figuur 5: Clashdetectie 'fijn' Bron: clashrapport Ballast Nedam, bout zit naast de meegestorte huls

2.5.5 LEAN management en concurrent engineering

Dat er door middel van BIM, met name bij het samenvoegen van modellen, fouten sneller en beter gedetecteerd kunnen worden is een duidelijk gegeven. Wat minstens zo belangrijk is, is de wijze waarop deze fouten kunnen worden aangepakt en opgelost. Om dit zo efficiënt mogelijk te kunnen realiseren is fysiek samenwerken tussen de verschillende partijen noodzakelijk. Door LEAN management en concurrent engineering wordt er gestuurd op het samen (gelijktijdig) ontwikkelen- en het samen kwalitatief verbeteren van een bouwwerk.

Hieronder staat een aantal citaten die de twee termen 'LEAN management' en 'concurrent engineering' verduidelijken:

“Concurrent Engineering is een strategie om de doorlooptijd binnen een project te verkorten.” (Bron: www.symbolbv.nl)

“Kenmerken van Concurrent Engineering zijn derhalve:

- *Uitgaan van processen en niet van activiteiten en functionele afdelingen*
- *Verschillende disciplines werken gezamenlijk en gelijktijdig (parallel)*
- *Risico Management*
- *Goede coördinatie- en communicatie structuur*
- *Het PVE ('Pakket van Eisen') wordt continue gemonitord*
- *Constant streven naar FTR ('First time right'), geen opleverpunten”*

(Bron: www.symbolbv.nl)

“Lean management gaat over het systematisch nastreven van gewenste omstandigheden door op gecoördineerde wijze gebruik te maken van menselijke capaciteiten.”

(Bron: www.leanmanagement.nl)

2.5.6 Level of Development

Om de betrouwbaarheid te kunnen garanderen van de gegevens die de software uit het model aanlevert, dient het model kwalitatief goed te zijn opgebouwd. De informatie die men uit het model wenst te kunnen verkrijgen dient hiervoor consequent in het model ingevoerd te worden. Om zo min mogelijk discussie te krijgen over dit niveau spreekt men bij BIM over het 'level of development', afgekort: LOD 100, 200, 300, 400 of 500.

Iedereen die wil (gaan) BIMmen dient deze niveaus te kennen en te begrijpen. Zolang het uitwerkingsniveau van een model niet bepaald is, kan men slecht bepalen wat voor betrouwbare informatie men uit het model kan en mag verkrijgen. Hieronder worden de verschillende niveaus toegelicht.

LOD 100

Dit niveau is het minst gedetailleerd. Op basis van schetsmatige massa's wordt de structuur van een bouwwerk of meerdere bouwwerken getoond, vaak in relatie tot de omgeving.

Op basis van BVO's kunnen kostenanalyses worden gemaakt en haalbaarheidsstudies worden uitgevoerd.

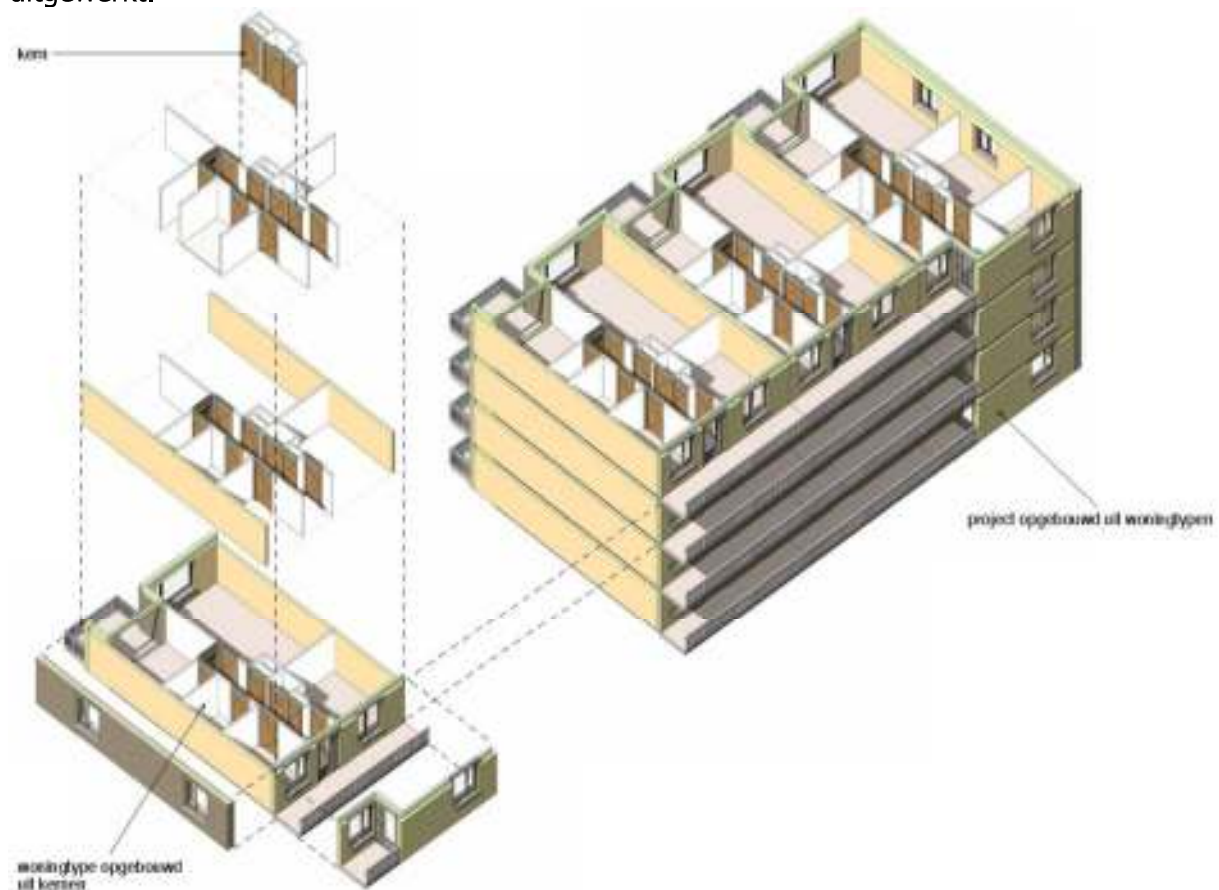


Figuur 6: LOD 100

LOD 200

Dit is het niveau dat in de praktijk wordt toegekend aan het voorlopig ontwerp. In deze fase is het model opgebouwd uit gebouwdelen, bijvoorbeeld: kernen, woningtypes en algemene ruimten. Aan de hand van dit niveau kunnen de prestatie eisen van het gebouw beoordeeld worden in combinatie met keuzes tussen verschillende gebouwinstallaties.

Daarnaast is op het niveau LOD 200 het principe van de gevelschil van het gebouw uitgewerkt.



Figuur 7: LOD 200

LOD 300

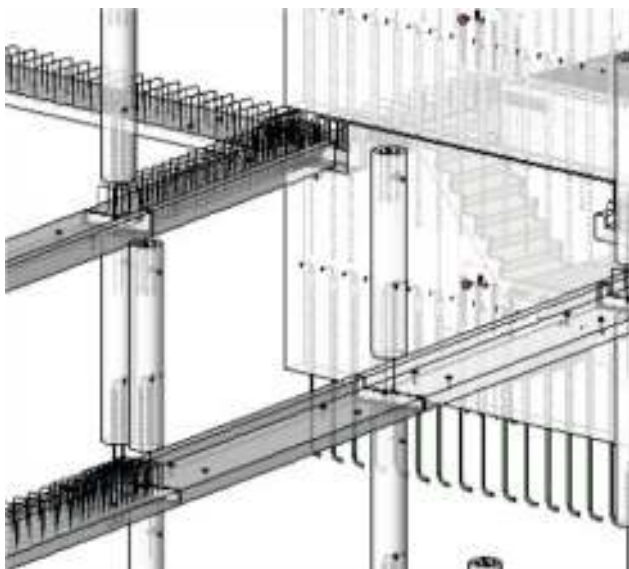
Bij dit niveau spreekt men van het definitief ontwerp. Het model is op dit moment voldoende gedetailleerd om bestektekeningen uit te verkrijgen. Op basis van dit niveau kan de prijsvorming afgerond worden. Uit het model kunnen nu aantallen en hoeveelheden gehaald worden. Het model is nu vaak een samenvoeging van de architect en de constructeur.



Figuur 8: LOD 300

LOD 400

Het model bevat nu alle technische informatie die onder andere nodig is om ieder onderdeel te kunnen fabriceren en te kunnen assembleren. Dit is veelal het niveau waarop een leverancier, onderaannemer of fabrikant het tekenwerk uitwerkt. Door deze complete informatie in het model te stoppen kunnen zeer nauwkeurige clash controls worden uitgevoerd.



Figuur 9: LOD 400

LOD 500

Dit level is het hoogste niveau wat aan een BIM model gegeven wordt. Dit is het 'as-built' model. Dit model bevat de daadwerkelijke gegevens en eigenschappen die het bouwwerk in werkelijkheid ook bevat. Dit modelniveau is bedoeld voor gebruik na oplevering, bijvoorbeeld om onderhoud- en beheer gegevens aan het model te koppelen.

2.6 Deelconclusie

BIM is een sterk groeiende werkmethode binnen de bouwwereld. Het heeft al jaren niet meer de status van een 'hype', maar BIM is een verandering in een ver gevorderd stadium, waar niemand op een zeker moment meer omheen kan.

Door te BIMmen wordt alle gebouw informatie op één centrale plek bewaard, namelijk in het gebouw model. Doordat de informatie op een centrale plek staat, worden wijzigingen consistent doorgevoerd. Verschillen in documenten onderling, die vaak door menselijk handelen tot stand komen, worden hierdoor sterk verminderd.

Doordat de informatie bij BIM slimmer wordt opgeslagen en gewaarborgd wordt, is deze informatie beter en makkelijker bereikbaar en betrouwbaarder.

Door het 3D modelleren op het juiste niveau, kunnen uit het model o.a. hoeveelheden gehaald worden met gedetailleerde product gegevens. Daarnaast is het door het gebruik van BIM mogelijk om het model d.m.v. clash controls te controleren op conflicten.

Deze functies zorgen ervoor dat de werkvoorbereider zijn werk sneller en beter kan uitvoeren doordat veel menselijke handelingen worden overgenomen door de BIM software en hierdoor overbodig zijn.

3 Analyse huidige werkmethode en BN BIM centrum

Wanneer er onderzoek wordt gedaan naar de haalbaarheid en toepasbaarheid van een nieuwe werkwijze binnen een bedrijf, dient er goed inzichtelijk te worden gemaakt wat binnen het bedrijf de huidige processen betekenen. Zonder deze informatie en de theoretische kennis over BIM uit het voorgaande hoofdstuk, kan er geen gegrond advies worden uitgesproken over het invoeren van BIM bij BNBOM. Naast de werkmethode binnen de afdeling werkvoorbereiding van BNBOM wordt er ook uitgeweid over het BIM centrum van Ballast Nedam.

3.1 Onderzoeksmethode

Enquêtes en gesprekken

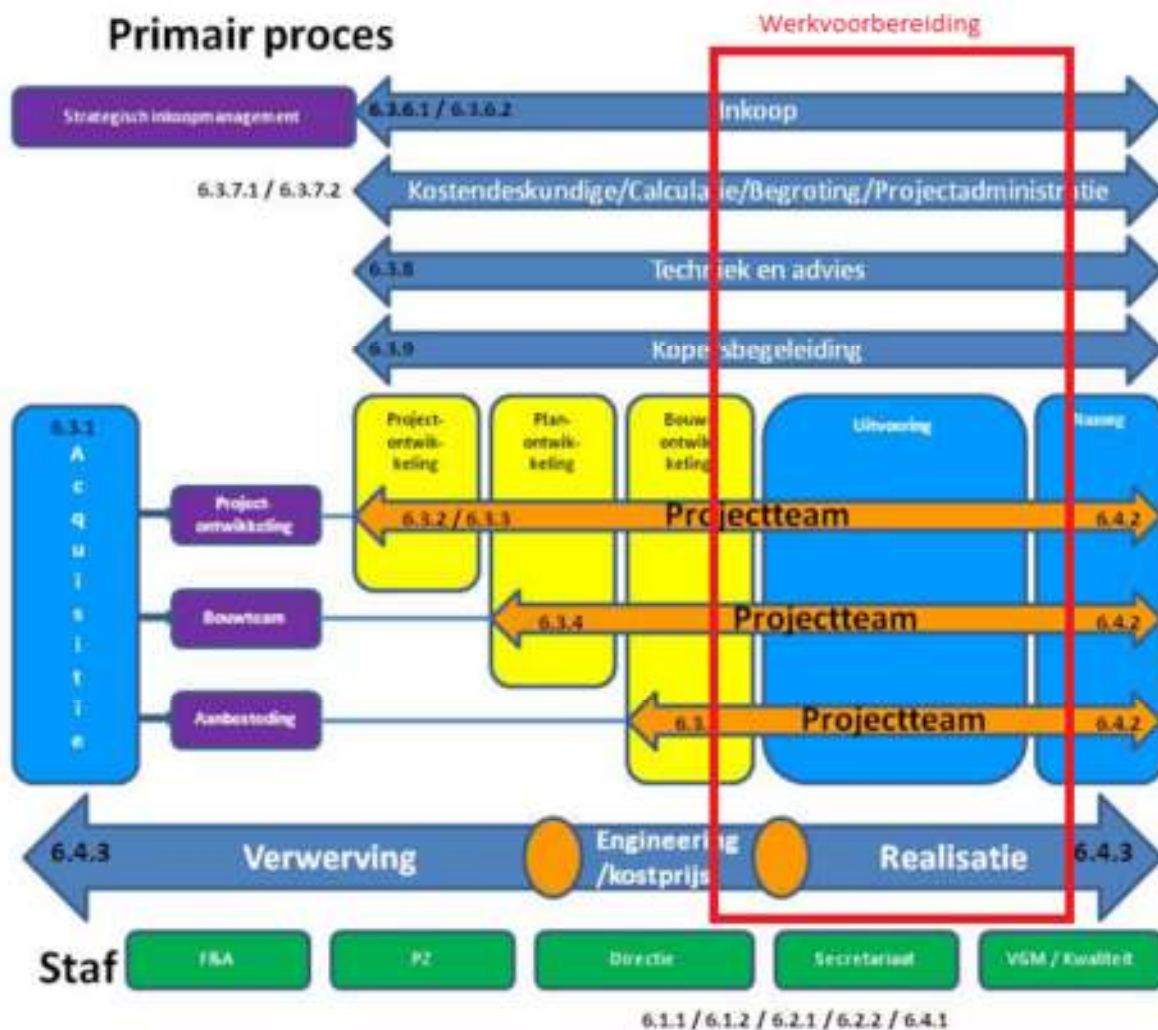
Ondanks de hoeveelheid eigen kennis van de processen binnen de organisatie zijn er, om een volledig beeld te krijgen en tunnelvisie te voorkomen, gesprekken gevoerd met collega-werkvoorbereiders van dezelfde afdeling. Onder hen is ook een enquête gehouden om zo een goed beeld te kunnen vormen van de tijdbesteding van de werkvoorbereiders, de huidige cultuur binnen de afdeling, de stand van ICT gebruik en kennis ten opzichte van BIM.

Theoretisch onderzoek

Dit betreft onderzoek naar wat er vastgelegd is over verantwoordelijkheden, taken en processen, maar ook naar werkinstructies, checklists, standaardformulieren etc.

3.1.1 Primair proces

Binnen het KAM handboek van BNBOM is het primaire proces van de organisatie schematisch weergegeven:

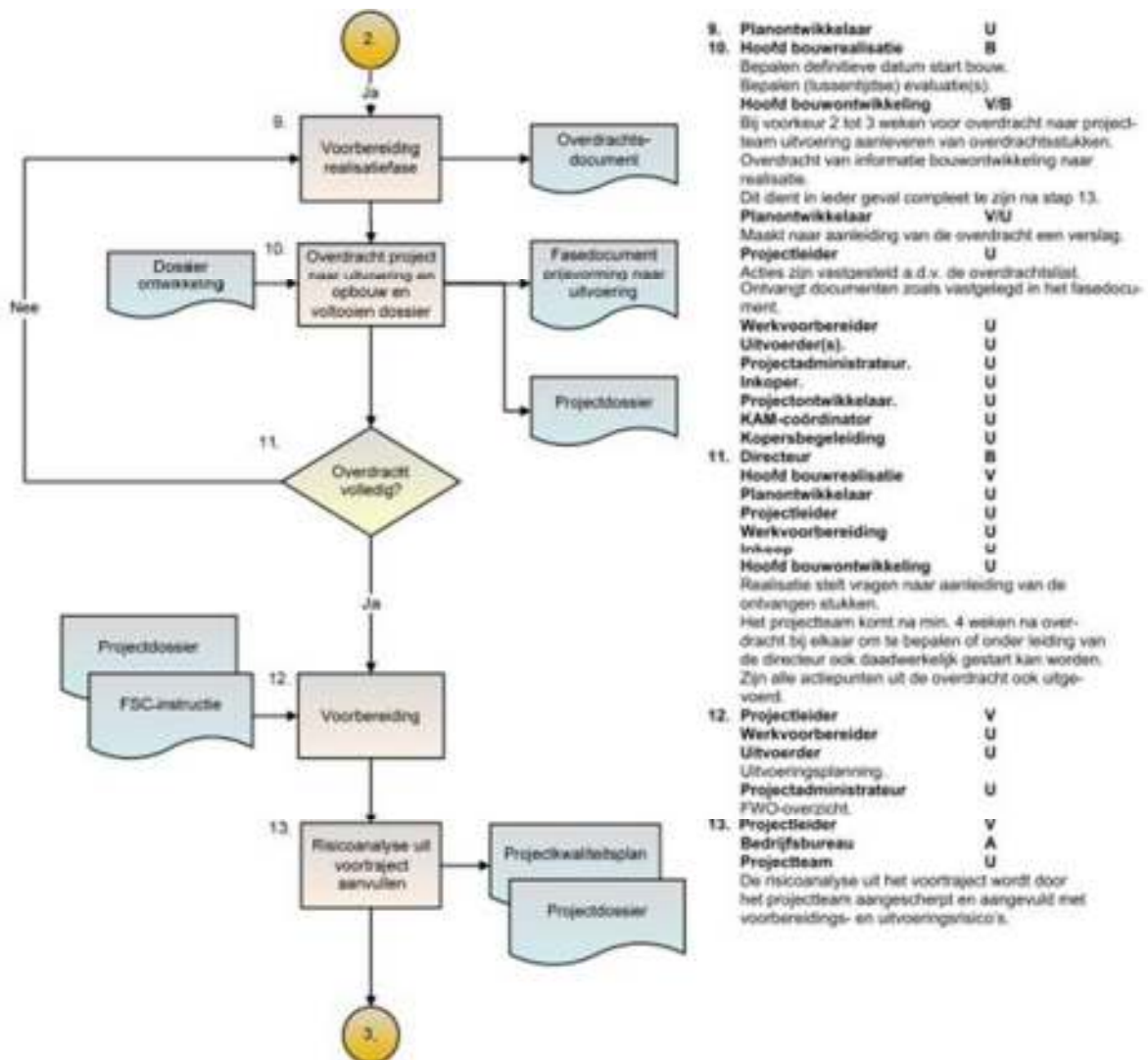


Figuur 10: uit: KAM handboek Ballast Nedam Bouw & Ontwikkeling Midden, Primair proces

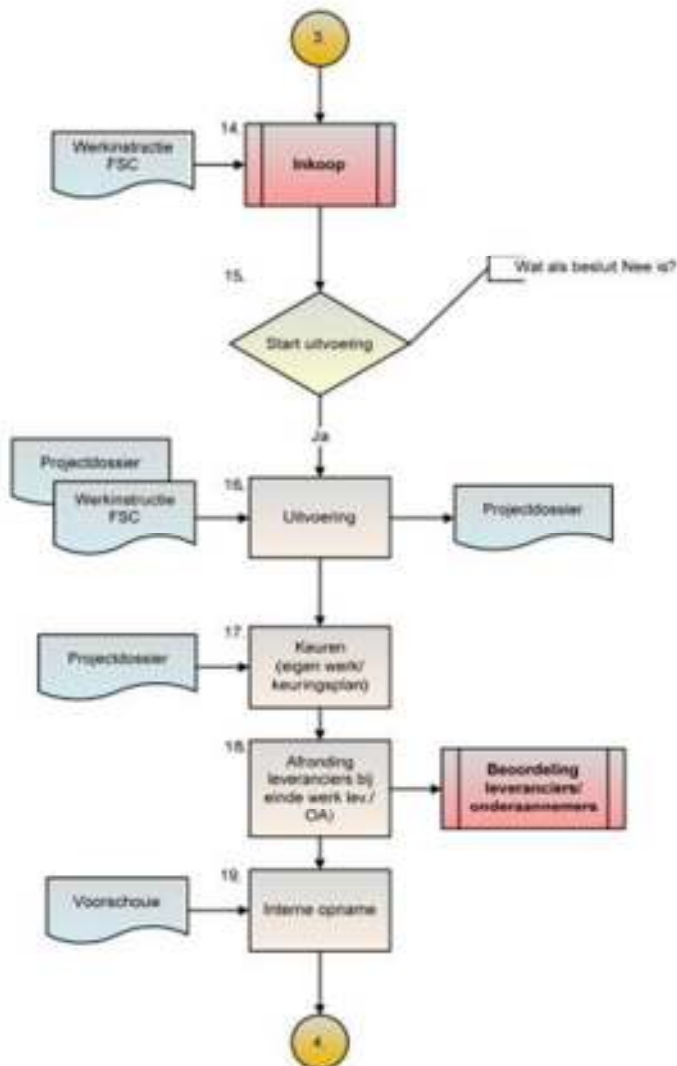
In dit schema staan de verschillende fases weergegeven die een project passeert binnen BNBOM. Er is duidelijk zichtbaar wat het verschil is in projecten vanuit eigen projectontwikkeling en projecten vanuit een aanbesteding. Bij eigen projectontwikkeling is de doorlooptijd van een bouwproject binnen de organisatie een stuk groter dan bij een aanbesteding, tevens wordt het gekenmerkt door een breder projectteam. Het rode kader geeft aan waar de werkvoorbereider werkzaam is binnen dit proces.

3.1.2 Procedures

Wanneer er wordt ingezoomd op het bovenstaande rode kader, zijn de taakstellingen verder uitgewerkt. In de onderstaande schema's, in dit geval met betrekking op utiliteitsbouw, wordt overzichtelijk weergegeven wie op welk moment verantwoordelijk (V) is voor een taak of fase en wie dit, eventueel onder leiding, uitvoert (U). Voor woningbouw ziet dit schema er in grote lijnen hetzelfde uit.



Figuur 11: uit: KAM handboek Ballast Nedam Bouw & Ontwikkeling Midden, procedures realisatie



(vervolg figuur 11)

14. Projectleider V
Werkvoorbereider A
Uitvoerder U
Inkoper U
15. Directeur B
Hoofd bouwerrealisatie V
16. Projectleider U
Uitvoerder U
- Aan de hand van de leverschema's en de plannings roept de uitvoerder materialen en diensten af.
Bij materialen/producten die bij afkeur niet direct reksur kunnen, of waarbij afkeur na aflevering wordt geconstateerd, moet bij opslag duidelijk zijn dat deze niet mogen worden gebruikt.
Belangrijke taken tijdens uitvoeringsfase:
Bewaken van uitvoeringsplanning en overige plannings.
Opstellen 6-wekenplanningen.
Kostenbewaking.
Standopname 1.5 v. termijnen.
Bewaken projectmatig meer- en minderwerk.
Bewaken meer- en minderwerk leveranciers/ onderaannemers.
Bewaken (afspraken) kwaliteit onderaannemers en leveranciers.
- Werkvoorbereider U
Zorgt samen met uitvoerder voor een efficiënte stroom van het proces.
- Projectteam V
Het opmerken van het meer- en minderwerk.
17. Uitvoerder V
Naast de niet-geregistreerde keuringen die bij de dagelijkse werkzaamheden van de uitvoerder behoren, voert hij periodiek keuringen uit conform het binnen het projectteam opgestelde keuringsplan. Bij geconstateerde afwijkingen, vindt registratie plaats middels afwijkingenrapport.
Bijhouden van keuringen en resultaten in keuringsplannen. Als aanvulling op het keuringsplan kan het vermeldt worden in het uitvoeringsdagboek.
- Werkvoorbereider U/A
18. Projectleider V
Inkoper U
Projectteam U
- De werkvoorbereider verzamelt garantieverklaringen na laatste levering/werkzaamheden van leveranciers/ onderaannemers.
- Administratie U
Bij laatste betalingstermijn wordt gecontroleerd of de garantieverklaring binnen is. Zo niet dan zal overleg met de projectleider en/of inkoper plaatsvinden.
19. Uitvoerder V/B/U
A.d.h.v. de wensen opdrachtgever/verkoop, wordt intern een opname gemaakt.
Bij afwijkingen zullen herstelwerkzaamheden worden uitgevoerd.

Kijkend naar het vastgelegde managementsysteem, wordt aangegeven dat dit bestaat uit twee elementen:

1. Handboek en procedures; *“Wie doet wat, waar en wanneer?”*
2. Ondersteunende documenten *“bevatten informatie over hoe we het doen”*

De procedures zoals hierboven zijn weergegeven komen uit dit handboek en vallen onder nummer 1. Bij ondersteunende documenten wordt er gesproken over werkinstructies, standaarddocumenten, normen en richtlijnen.

Opvallend is dat van de informatie over “hoe we het doen” weinig vastgelegd is. Er is een groot aantal standaard documenten dat geborgd is, echter zijn er van veel documenten verschillende versies in omloop. Enerzijds door een recente fusie van de regio Oost en Midden, anderzijds door persoonlijke mutaties in de documenten en het daarna door kopiëren van project naar project. Hiernaast is er een aantal losse checklists, deze zijn met name gericht op inkoop.

Daadwerkelijke informatie over hoe werkvoorbereiders procesmatig werken staat niet vastgelegd, een specifiek afdelingshandboek is (nog) niet gemaakt. Om inzichtelijk te krijgen welke belangrijke stappen, in het kader van dit onderzoek, worden genomen tijdens de werkvoorbereiding en welke documenten er worden gebruikt, zijn op basis van gesprekken en ervaring de komende paragrafen opgesteld.

3.1.3 Uitvoeringsplanning en voorbereidingsschema

Bij het opstarten van de werkvoorbereiding van een nieuw project, zijn uitvoeringsplanning/algemeen tijdschema en het voorbereidingsschema, naast de bestekstukken, de eerste documenten die door de werkvoorbereiding beoordeeld worden. Deze planningen worden in grote lijnen al eerder opgesteld door het bouw bureau en zijn onderdeel van de contractstukken tussen de aannemer en de opdrachtgever. De werkmethode en het bouwtempo worden in het uitvoeringsteam besproken en wanneer wenselijk, aangepast. Onder de uitvoeringsplanning hangt het voorbereidingsschema. Dit is eenzelfde balkenplanning maar beslaat alleen de procestijd vóór de uitvoering (tekenwerk, controlerondes, 2^e tekenronde, definitief tekenwerk, indiening bij de gemeente, procestijd leveranciers en onderaannemers) en alleen het kritieke pad. De planningen worden opgesteld in Asta Powerproject.

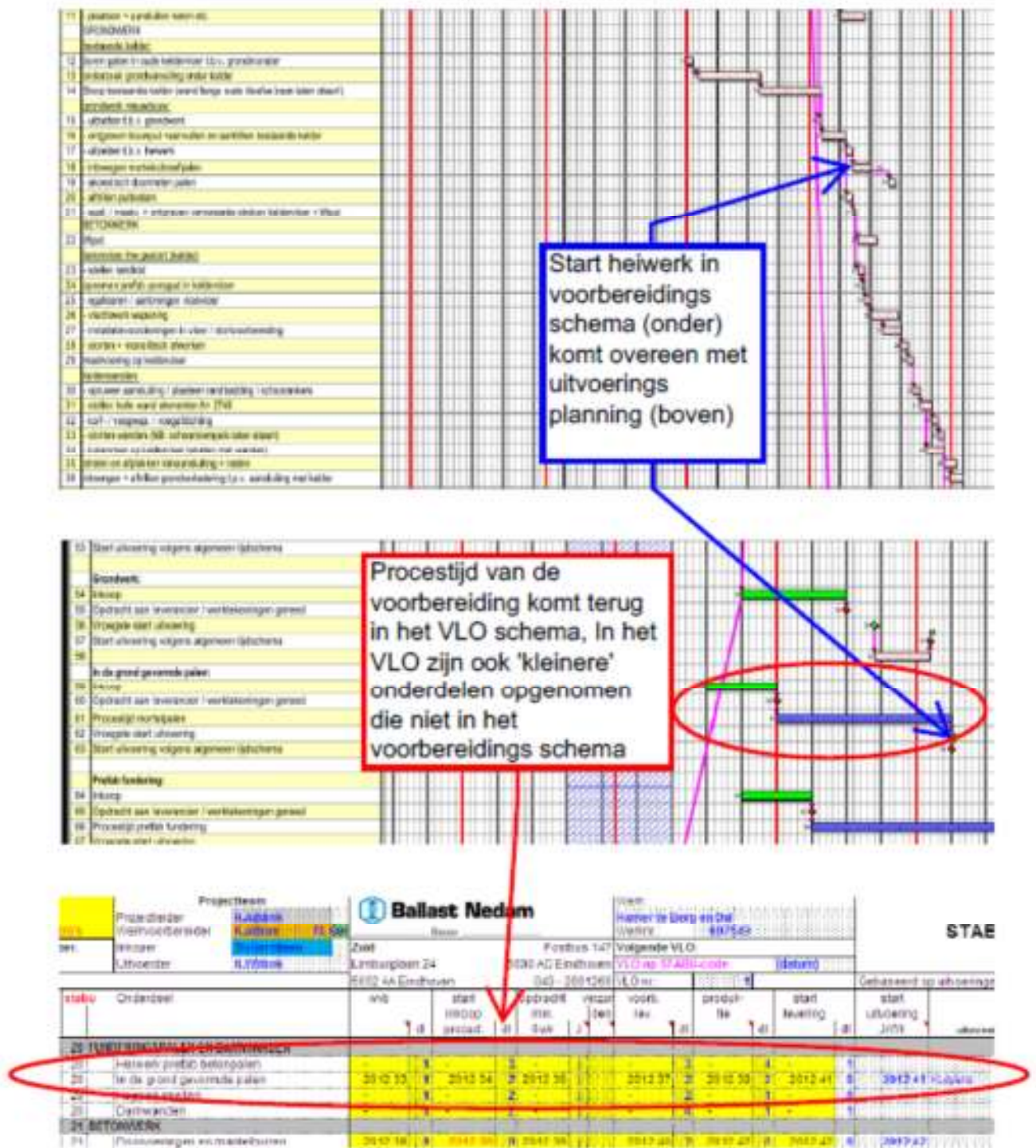
Zodra deze planning 'definitief' is, wordt er door de werkvoorbereider VLO schema opgesteld.

3.1.4 Voortgang leveranciers en onderaannemers (VLO)

Het VLO schema is een grote spreadsheet waar alle onderdelen van het gebouw ingeklopt worden vanuit het bestek en bestektekeningen. Deze onderdelen worden op basis van STABU-codering geordend. Dit schema is zeer gedetailleerd en is een hulpstuk bij het inplannen van de in te kopen onderdelen.

Het VLO schema werkt als volgt: De startdatum van de uitvoeringsplanning wordt (in hele weken) ingevuld achter het betreffende onderdeel, bijvoorbeeld houten buitenkozijnen. In de spreadsheet wordt dan teruggerekend van 'start uitvoering' tot 'start inkoop' en alle stappen die daartussen liggen. Door dit schema zo volledig mogelijk in te vullen, is de kans dat een bepaald onderdeel te laat wordt ingekocht klein.

Hieronder is een afbeelding weergegeven hoe de drie omschreven documenten er in de praktijk uitzien en welke relatie deze met elkaar hebben.



Figuur 12: Uitvoeringsplanning, Voorbereidingschema en VLO

3.1.5 Inkoop

Werkbegroting & Budget Opdracht Formulieren

Voordat een bouwproject uiteindelijk opdracht is geworden om te gaan realiseren, worden er vaak financiële concessies gedaan om het werk daadwerkelijk binnen te halen. De begroting ten tijde van aanbesteding, wordt dan aangepast op het bedrag waarvoor het werk is aangenomen. Ook overige reserveringen kunnen vroegtijdig uit de begroting zijn gehaald. Hierna krijgt het uitvoeringsteam de herziende begroting, dit is de werkbegroting.

Binnen deze begroting dienen alle onderdelen te worden ingekocht. Om te waarborgen dat dit ook daadwerkelijk gebeurt en de juiste budgets voor de juiste opdrachten worden gebruikt, worden Budget Opdracht Formulieren (BOF'jes) opgesteld door de werkvoorbereider. Op dit document is overzichtelijk welke onderdelen zijn gekocht, welke budgets er uit de begroting zijn gehaald, voor welk bedrag opdracht is gegeven en wat het directe inkoop resultaat is.

Om te bepalen bij welke partij een onderdeel wordt uitbesteed, worden offertes aangevraagd en gespiegeld.

Offerte spiegels

Voor de grotere onderdelen worden vaak in de calculatiefase al offertes gespiegeld. In de praktijk worden deze offertes tijdens de werkvoorbereiding nogmaals aangevraagd, al dan niet bij andere partijen. Exacte hoeveelheden worden opnieuw handmatig uitgetrokken om zo een opdracht zo specifiek mogelijk te maken. Omdat offertes van verschillende partijen vaak niet geheel hetzelfde zijn wordt door de werkvoorbereider een offerte spiegel opgesteld, hierbij worden de inhouden van verschillende offertes vergelijkbaar gemaakt en zo ook de geoffreerde prijs, zodat verschillende partijen 1-op-1 vergelijkbaar worden.

Als hierna de gewenste partij gekozen is* gaat de benodigde informatie vanuit de werkvoorbereiding naar de inkoper.

*wanneer er uit de offerte spiegel meerdere partijen gelijkwaardig zijn, wordt er door de inkoper met meerdere partijen gesproken en wordt, op basis van bijvoorbeeld korting, een definitieve keuze worden gemaakt.

Inkoopinfo

Nadat bepaald is wat er bij wie gekocht gaat worden, wordt er door de werkvoorbereider een inkoopinfo opgesteld. Hierin staat alle informatie die de inkoper, onder andere van de werkvoorbereider, nodig heeft om het contract volledig te kunnen maken. Hiervan is een standaard checklist zoals eerder aangegeven.

3.1.6 Procesverloop Tekeningcontrole

Het tekenwerk van een project kan in twee fases opgedeeld worden:

- De basis stukken: het bouwkundig tekenwerk van de architect, het tekenwerk van de (hoofd)constructeur en in sommige gevallen ook van een W- en E-installatie adviseur
- Het gedetailleerde tekenwerk van de onderaannemers

Ook voor dit proces zijn er weinig concrete procedures die vastgelegd zijn. De basis stukken worden in het beginstadium van het realisatie project nogmaals gecontroleerd door de

werkvoorbereider en waar nodig beter afgestemd op elkaar. Deze controle vindt momenteel handmatig plaats.

Tekeningen behoefte schema

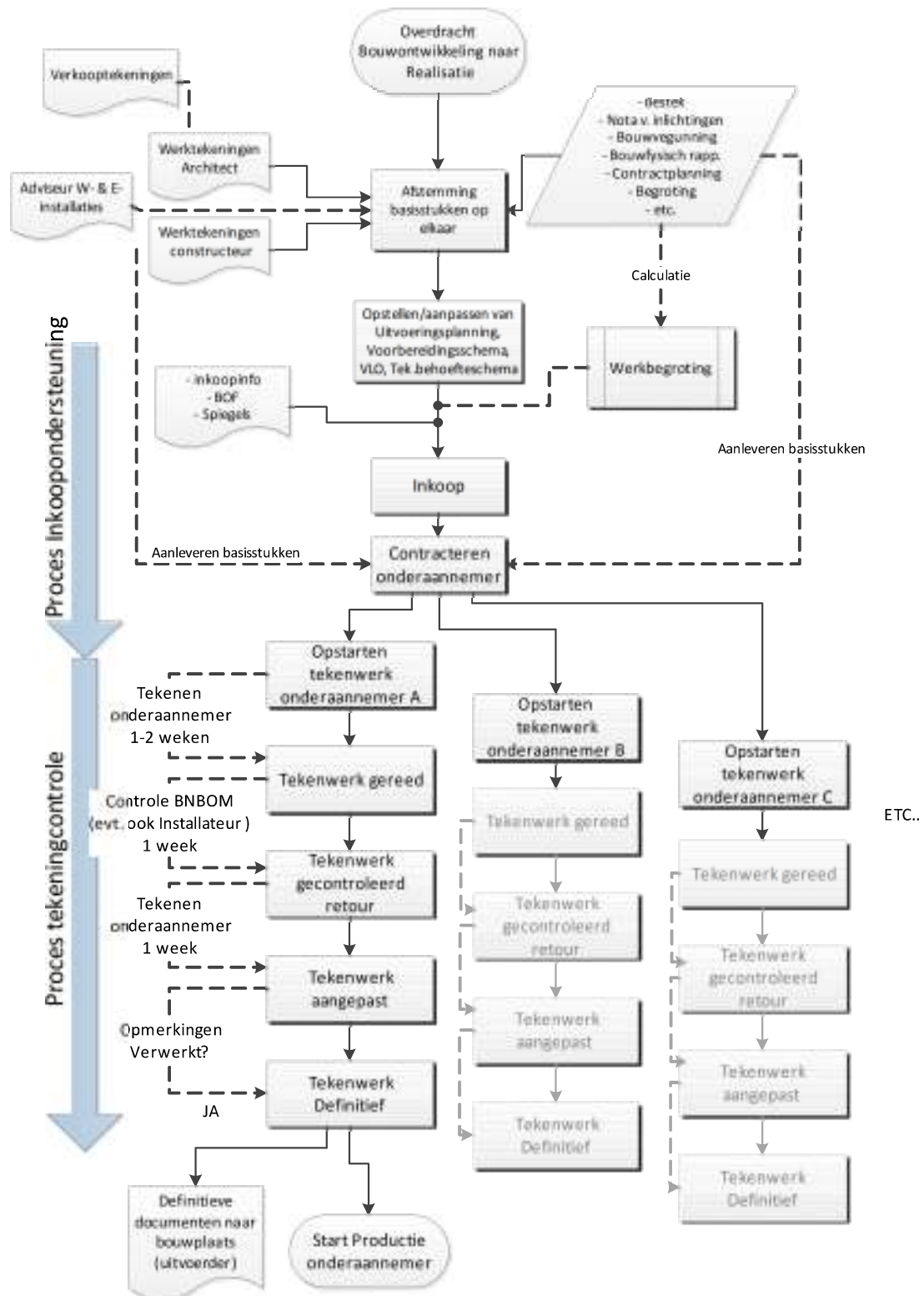
Voor grotere werken wordt er vaak naast het voorbereidingsschema een tekeningen-behoefteschema opgesteld. Dit schema is meer gespecificeerd op de controlerondes en is er om de voortgang van al het tekenwerk dat tijdens het bouwproces gemaakt wordt, te kunnen bewaken en te kunnen sturen richting overige partijen.

Opstarten tekenwerk & controleronden

Zodra de basisstukken gereed zijn en onderaannemers zijn gecontracteerd, dan worden de basisstukken verspreid. Op basis van deze stukken gaan de onderaannemers hun tekenwerk opstarten. Voor deze periode van opstarten wordt doorgaans een week aangehouden. Afhankelijk van de grootte van het werk wordt er één tot twee weken getekend door de onderaannemer, waarna een controleronde plaatsvindt door de werkvoorbereider en eventueel een (sparing)opgave van de installateur. Deze controle gebeurt per situatie of persoon verschillend. Veelal gebeurt dit handmatig waarna de opmerkingen worden gescand en verzonden, maar in sommige gevallen worden de opmerkingen ook digitaal in een PDF of DWG bestand gemaakt. Voor deze controleronde wordt doorgaans een week aangehouden. Hierna worden de opmerkingen verwerkt en nogmaals door de werkvoorbereider gecontroleerd. Als dit juist verwerkt is krijgt de werktekening een status 'definitief' en wordt in geval dat het een onderdeel van de hoofddraagconstructie betreft, ingediend bij de betreffende gemeente.

Schema

Wanneer bovenstaande stappen weergegeven worden in een processchema, ziet dat er op deze manier uit:



Figuur 13: processchema uit analyse werkvoorbereiding

Tijdsbesteding

Het voorgaande schema omvat niet alle gedetailleerde werkzaamheden van een werkvoorbereider, maar de stappen die er genomen worden tijdens het inkoopproces en de tekeningcontrole, omdat dit onderzoek geënt is op deze twee aspecten binnen de werkvoorbereiding. Aanvankelijk is aangenomen is dat deze taken de meeste tijd innemen binnen het gehele proces. Door de uitgevoerde enquêtes en interviews met de werkvoorbereiders wordt bevestigd dat deze aanname gegrond is. Van de tijd die men daadwerkelijk besteedt aan de tekeningcontroles en de inkoopondersteuning kan worden vastgesteld dat dit samen tussen de 50% en 60% van de totale tijdsbesteding ligt.

3.2 BIM centrum

Het BIM centrum is een groeiende afdeling binnen Ballast Nedam die sinds enkele jaren zeer actief is op het gebied van BIM. Naast het vergoten van de kennis en ervaring en het borgen hiervan, heeft het BIM centrum een begeleidende functie bij de afdelingen binnen Ballast Nedam op het gebied van BIM. Bij Ballast Nedam Speciale Projecten is BIM niet meer weg te denken uit de organisatie. Het BIM centrum ondersteunt onder andere in het maken van een 'BIM projectplan'.

3.2.1 BIM projectplannen BN Speciale Projecten

Voor ieder BIM project bij BN Speciale Projecten wordt een BIM projectplan geschreven. In dit projectplan staan onder andere alle BIM gerelateerde afspraken en verwachtingen omschreven. Er is binnen Ballast Nedam (nog) geen standaard BIM projectplan. Hieronder is uit vier actuele projectplannen een 'standaard' gefilterd. Deze standaard is een goed startdocument voor BNBOM wanneer er een BIM project opgestart wordt.

Opbouw projectplan globaal

- Project inleiding
- De visie en doelstelling van het BIM gebruik in het project
- BIM activiteiten en rolverdeling
- Samenwerkingsvorm (ICT)
- Modelbeheer en modeloverdracht
- Verantwoordelijkheden en eisen aan de gegevens per rol
- Taakverdeling en uitwerkingsniveau
- Modelleerafspraken
- Lijst van betrokkenen/BIM managers

Inleiding project

Dit gedeelte bevat algemene project informatie en een beschrijving dat BIM wordt toegepast voor het betreffende project.

Doelstelling

Hier wordt beknopt in een paar bullets omschreven wat de hoofdgedachte is achter het gebruik van BIM op dit project. Hier staat beschreven wat men als meerwaarde wil verkrijgen door het gebruik van BIM:

- Beter inzicht in het ontwerp (3D model).
- Genereren van hoeveelheden uit model voor calculatie, werkvoorbereiding en uitvoering.
- Digitaal communiceren.
- Centrale borging van opmerkingen.
- Virtuele controle van het model, modelanalyse/clashdetectie tussen basispartijen onderling.
- Het implementeren van 3D modellen van leveranciers en onderaannemers en ook hierop virtuele controles uitvoeren.
- Het visualiseren van het bouwproces (4D).

Om bovenstaande te realiseren moet het volgende worden uitgevoerd:

- 3D modelleren gebouw contouren,

- 3D modelleren bouwkundig,
- 3D modelleren constructie,
- 3D modelleren installatie,
- 3D modelleren van eventueel de omgeving en materieel/bouwplaats.

Bovenstaande documenten worden vervolgens samengevoegd en geanalyseerd. Hieruit volgt een clashrapportage en worden de problemen, die daaruit voortkomen, besproken en opgelost.

Vervolgens wordt het, tot dan toe gemaakte, model gekoppeld aan een tijdsplanning waaruit een 4D visualisatie volgt.

Om tot de bovenstaande stukken te komen, wordt er een lijst ingevoegd met de betrokken partijen, er wordt beknopt beschreven welke rol een partij heeft en welk onderdeel van het BIM model onder diens verantwoordelijkheid valt. Hier wordt vaak ook aangegeven van welke softwareprogramma's de partijen gebruik maken.

Deze handelingen en partijen worden visueel en overzichtelijk gemaakt in een schema.

BIM activiteiten en rolverdeling

Onder dit hoofdstuk staat nauwkeuriger beschreven hoe de taakverdeling is geregeld. Er wordt, al dan niet, in een schema weergegeven wie welke activiteit dient uit te voeren met een bepaalde input en wat daarvan de gevraagde output moet zijn.

Samenwerkingsvorm (ICT)

Om effectief samen te kunnen werken in een BIM model is het van belang dat de ontwerpende- en uitwerkende partijen in het zelfde model kunnen komen. Om dit goed te organiseren wordt het model op een server gehost. Er is een werkmodel opgesteld waarin overzichtelijk is weergegeven op welke wijze iedere partij verbonden staat met het centrale model.

Om ervoor te zorgen dat meerdere partijen op een gestructureerde manier gelijktijdig in het model kunnen werken, worden er afspraken vastgelegd over worksets. Zo wordt er gezorgd dat de modelonderdelen van alle partijen gecategoriseerd zijn om zo digitale miscommunicatie te voorkomen.

Modelbeheer en modeloverdracht

Hier wordt de 'route' die het BIM model aflegt weergegeven, vaak door middel van een schema. Modelfases die hierin benoemd worden:

- Ontwerpmodel (DO)
- Bouwvoorbereidingsmodel (TO)
- Werkmodel (UO)
- Productiemodel (realisatiefase)
- Beheermodel (gebruiksfase)

Tussen deze fases in, worden fixatie momenten vastgelegd. Hier wordt het model opnieuw 'vastgesteld' op het niveau dat het model op dat moment heeft.

Verantwoordelijkheden en eisen aan de gegevens per rol

Dit gedeelte is, samen met 'taakverdeling en uitwerkingsniveau', het meest concrete deel van het BIM projectplan. Hierin staan alle harde eisen die aan het BIM model gesteld worden en de verantwoordelijkheden van de partijen. Hierin staat voornamelijk omschreven hoe er omgegaan dient te worden met:

- Versie beheer
- Software (formaten, versies etc.)
- Wijze van aanduidingen van objecten
- Maatvoeringen
- Element eigenschappen
- Bestandsaanduidingen
- Afstemmingen tussen partijen (coördinatie)

Taakverdeling en uitwerkingsniveau

In dit hoofdstuk is in een tabel aangegeven, volgens NL-Sfb codering, wie verantwoordelijk is voor de uitwerking van een bepaald bouwdeel. Ook is hierin aangegeven in welke workset het onderdeel opgenomen dient te worden.

Het niveau van uitwerking wordt tekstueel omschreven in het projectplan door middel van voorbeelden.

3.3 Deelconclusie

Uit het verrichte onderzoek naar de huidige werkmethode van de werkvoorbereiding binnen BNBOM kan het volgende geconcludeerd worden:

- Binnen BNBOM zijn de processen vastgelegd in het KAM handboek. Naast het primair bedrijfsproces, staat hierin duidelijk weergegeven wanneer welke functie/afdeling binnen het proces in actie komt en wat de actie is. Op welke wijze deze actie uitgevoerd dient te worden staat nog niet goed vastgelegd. Er dient een 'afdelingshandboek' te worden opgesteld waarin de afdelingsgerichte processen staan beschreven, dit is een bestaand actiepunt van de KAM-coördinator.
- De stappen die genomen worden door alle werkvoorbereiders tijdens een project komen in grote lijnen onderling overeen. Door deze stappen te analyseren en in een schema weer te geven, tekent zich een duidelijk (traditioneel) proces af. In dit proces is de werkvoorbereider dé beheerder van alle informatie die bij het project hoort. Zowel het zorgen voor de verspreiding van alle stukken aan derden, bouwkundige beoordeling van de stukken, partijen updaten van wijzigingen als het bewaken van de complete voortgang, zijn hoofdtaken en verantwoordelijkheden van de werkvoorbereider.
- Uit de functieomschrijving van de werkvoorbereiding van BNBOM kan worden geconcludeerd dat de taken 'beoordelen en controleren van tekeningen' en 'voorbereiding t.b.v. inkoop' de primaire taken zijn. Ca 50%-60% van de totale tijdsbesteding wordt hieraan besteed.
- De hulpmiddelen die de werkvoorbereider gebruikt om alle taken te vervullen zijn verschillende documenten, waarvan sommige gedeeltelijk dezelfde informatie bevatten. Deze documenten zijn niet automatisch met elkaar verbonden, hierdoor dienen wijzigingen tijdens het proces, van welke aard dan ook, op meerdere plekken handmatig doorgevoerd en gecommuniceerd te worden door de werkvoorbereider. Dit resulteert in onnodige risico's, bijvoorbeeld dat partijen met verouderde documenten werken en dat verschillende documenten onderling niet met elkaar stroken. Naast deze risico's die betrekking hebben op de kwaliteit, gaat er veel tijd verloren doordat werkzaamheden (o.a. uittrekstaten maken, tekeningcontroles, etc) op dit moment volledig handmatig worden uitgevoerd. In de meeste gevallen zijn deze werkzaamheden in een eerder stadium al uitgevoerd of kunnen ze geautomatiseerd worden uitgevoerd. Deze automatisering kan tot stand komen door gebruik te maken van BIM en de kennis hiervan die binnen Ballast Nedam reeds aanwezig is bij het BIM centrum. Een goed vertrekpunt hiervoor, is de basis van de projectplannen van BN Speciale Projecten.

4 BIM implementatie

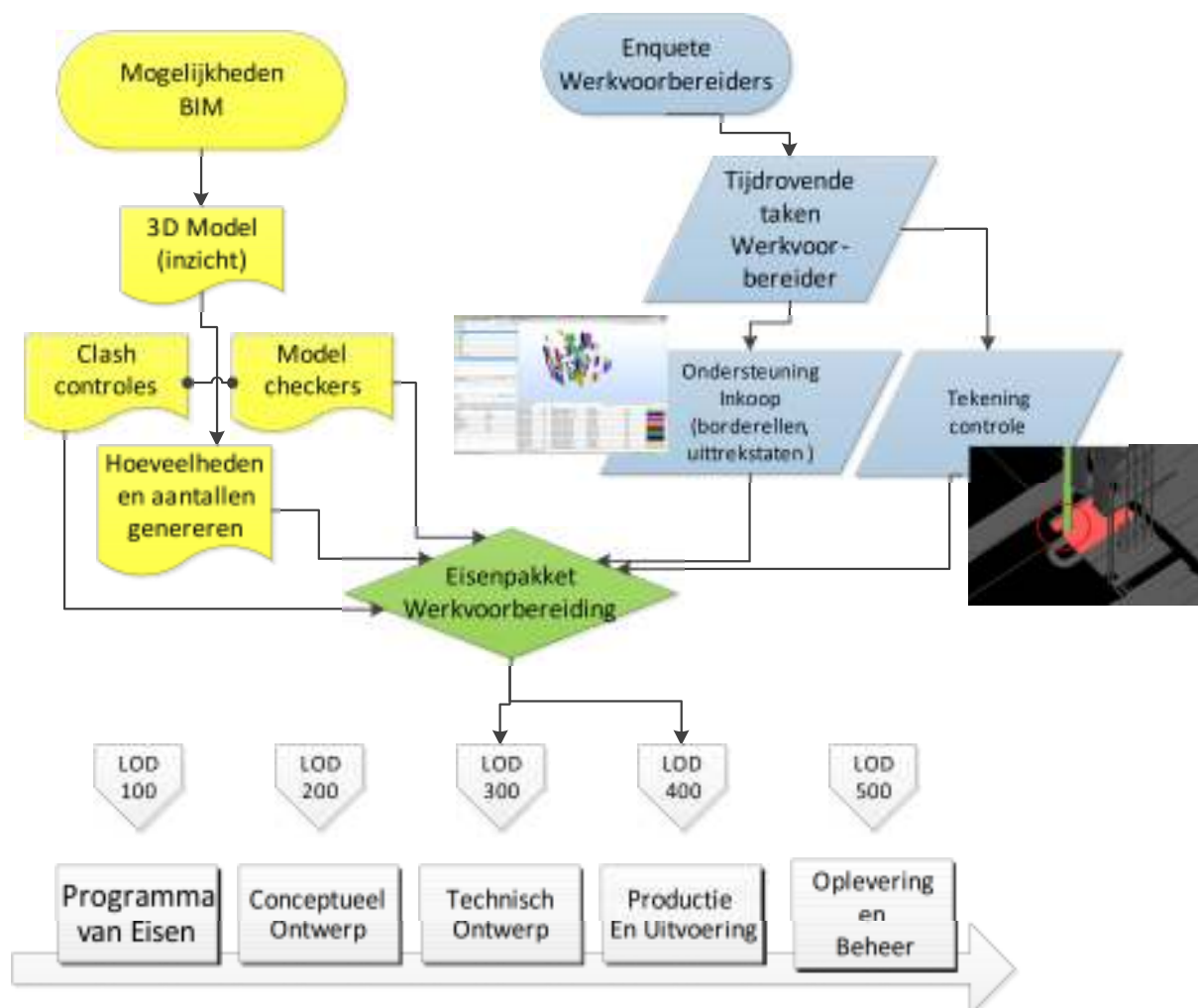
4.1 Gewenste Situatie

4.1.1 Eisenpakket werkvoorbereiding

Met de verkregen gegevens uit de analyse fase is onderstaand schema opgesteld. In het schema zijn twee vertrekpunten aangehouden:

- De gewenste output vanuit het model voor de werkvoorbereiders van Ballast Nedam Bouw en Ontwikkeling Midden
- De mogelijkheden van BIM en de visie van het BIM centrum binnen Ballast Nedam

Door deze twee uitgangspunten met elkaar te matchen kan er een aantal eisen geformuleerd worden die een werkvoorbereider stelt aan BIM. Deze eisen kunnen worden vertaald naar een gewenst uitwerkingsniveau: "level of development." Dit gewenste niveau staat in relatie met het BIM projectplan.



Figuur 14: Vorming BIM eisenpakket

In het bovenstaande schema is weergegeven wat de input is om tot het gewenste BIM eisenpakket voor de werkvoorbereiding te komen. Hierin staan in de gele blokken de toepassingsmogelijkheden van BIM en in de blauwe blokken in welke onderdelen van de werkvoorbereiding de meeste tijd zit. Door deze twee samen te voegen kan hieruit een realistisch eisenpakket worden gemaakt, dat zich vertaalt naar een hiervoor noodzakelijk

niveau van het model. Deze niveaus staan in directe relatie met een fase in het bouwproces dat in de witte blokken staat aangegeven.

4.1.2 Eisen aan het 3D model

De eisen die de werkvoorbereider aan de tekeningen stelt, verschillen per fase. Bij het opstarten van een project is, gezien de processen, LOD 300 voldoende om aantallen, locaties, specificaties en afmetingen te kunnen bepalen voor het opstarten van een inkooptraject.

Om een juiste assemblage op de bouw te kunnen garanderen zal de werkvoorbereider een volledig uitgewerkte detaillering van ieder element nodig hebben. Dit niveau wordt beschreven in LOD 400.

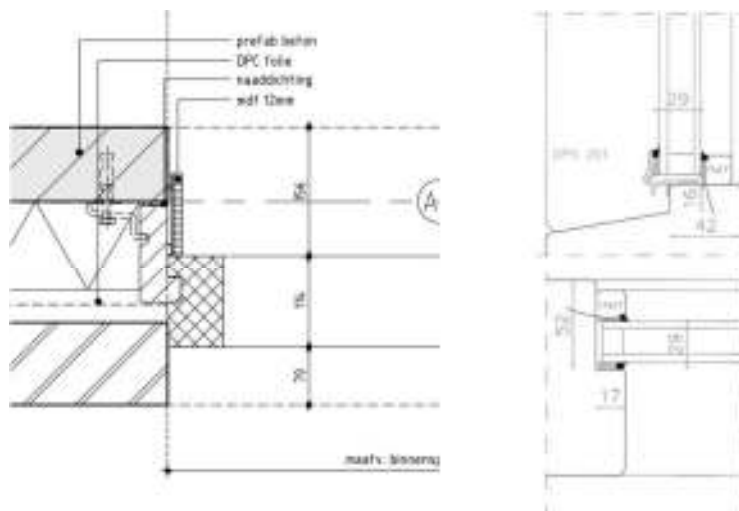
De producten die uiteindelijk op de bouw terecht komen worden vaak door onderaannemers geproduceerd en/of geleverd. Om als werkvoorbereider goed te kunnen opereren moeten de gegevens op niveau LOD 300 zijn. De leverancier maakt dan de productietekeningen op LOD 400 niveau, die de werkvoorbereider kan laten controleren in het model door middel van clash controls. Daarna wordt de vervolgstap gemaakt naar de assemblage met een onderdeel van een andere leverancier.

Voorbeeld:

De werkvoorbereider verwacht van de architect voldoende gegevens voor een kozijn dit zijn onder andere:

- Afmetingen kozijn
- Afmetingen kozijnhout
- Bouwfysische eigenschappen
- Esthetische eigenschappen
- Functionele eigenschappen
- Materiaal
- Toebehoren
- Etc.

Deze gegevens vormen het niveau LOD 300. Om voor dit kozijn bijvoorbeeld het juiste glas te bestellen zijn er meer gegevens nodig. De daadwerkelijke profileringen en sponningmaten dienen dan tot de millimeter nauwkeurig bekend te zijn, om zo het glas te kunnen bestellen zonder dat het kozijn geproduceerd is. Dit zijn ook de tekeningen waarop genoeg gegevens staan zodat het kozijn geproduceerd kan worden. Op dit moment bereikt de tekening het niveau LOD 400.



Figuur 15: Links bouwkundig detail LOD 300, rechts Productie detail LOD 400

4.2 BIM plan binnen BNBOM

Na al het tot hier toe verrichte onderzoek is er een duidelijk beeld ontstaan van onder andere:

- Het 'probleem' bij Ballast Nedam Bouw en Ontwikkeling Midden,
- De theorie van BIM,
- De huidige werkwijze van BNBOM,
- De kennis van BIM binnen BNBOM,
- De kennis van BIM binnen de hele organisatie en het BIM centrum,
- De gewenste situatie van BNBOM.

Om BIM toe te willen passen is het noodzakelijk dat de bovenstaande onderdelen goed in beeld zijn gebracht. Hierdoor is inzichtelijk geworden wat het vertrekpunt van BNBOM is wanneer er wordt gestart met het implementeren van BIM.

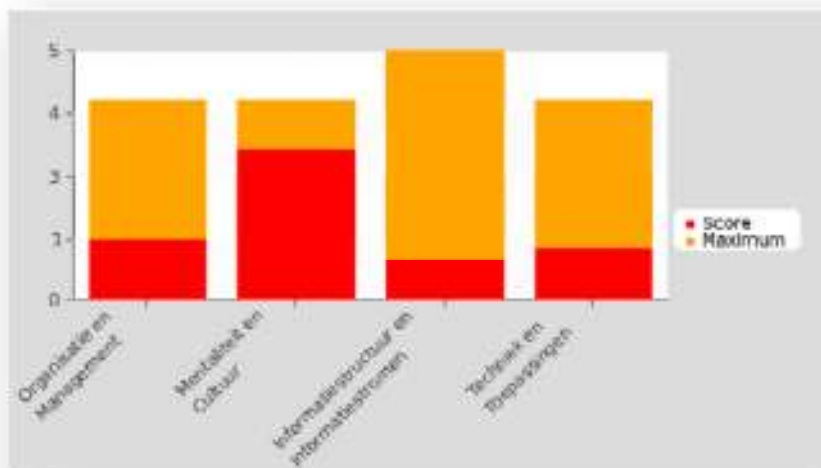
4.2.1 Ambitiebepaling

BIM Quick Scan (volgens TNO & www.bouwladder.nl)

Om het vertrekpunt van de organisatie extra te onderbouwen is de BIM Quick Scan (TNO) uitgevoerd, zie hiervoor de bijlagen. Deze scan is verdeeld in vier bedrijfsaspecten:

- Organisatie en management,
- Mentaliteit en cultuur,
- Informatie structuur en informatiestromen,
- Techniek en toepassingen.

Het resultaat van deze scan is in het onderstaande histogram weergegeven:



Figuur 16: resultaat TNO BIM Quick Scan

De score die in rood is weergegeven is de score van BNBOM, de oranje balken geven de maximum score aan die in dezelfde sector in Nederland behaald is. De Quick Scan is een dienst waarvoor betaald dient te worden. Dit is de reden dat resultaten van de uitgevoerde gratis Quick Scan vrij beperkt zijn. Er wordt echter wel in grote lijnen duidelijk op welke onderdelen laag gescoord wordt. Wat naar verwachting de oorzaak is van de scores, staat in de volgende vier paragrafen verwoord.

4.2.2 Organisatie en management

Dit onderdeel geeft aan in hoeverre er vanuit het management van de organisatie gestuurd wordt op vernieuwing van de manier van werken. Op dit onderdeel is laag gescoord. De mogelijk belangrijkste oorzaken die tot deze score hebben geleid zijn:

- Het management van de regio is in de afgelopen jaren dat BIM zijn opkomst heeft, frequent gewijzigd.
- Een grote reorganisatie, door een fusie tussen Regio Midden en –Oost. Tijdens deze fusie heeft er veel tijd gezeten in het afstemmen van bestaande werkwijzen die van beide regio's van elkaar verschilden. Ook op facilitair- en personeelsgebied heeft dit impact gehad.
- Het 'verplichten' van de overgang naar BIM gebeurt niet. Vanuit de raad van bestuur is besloten dat Ballast Nedam mee moet groeien en voorop moet lopen met nieuwe technieken, waaronder BIM. Deze verplichting ligt er echter niet naar de regiobedrijven, hiervan bepaalt het management de strategie.

4.2.3 Mentaliteit en cultuur

“De werkvoorbereiders zijn bepalend in de zin, dat men open moet staan voor het werken met BIM, zij moeten hiervoor geënthousiasmeerd worden en het vooral gewoon doen!” (Arjen Adriaanse, interview 7-11-2012, zie bijlage)

“Als die wil er is dan wordt het pas een succes”. (Arjen Adriaanse, interview 7-11-2012, zie bijlage)

“Om te kunnen BIMmen is bovenal een organisatie nodig die beschikt over de wil, kennis en vaardigheden om te kunnen BIMmen.” (RRBouwrapport 144, 2012: p21)

Om BIM succesvol te laten zijn binnen de organisatie, dient er draagvlak te zijn bij de medewerkers die met BIM aan de slag moeten gaan. Zowel het resultaat van de gehouden enquête als de uitslag van de quickscan is hierin eenduidig. Er is bereidheid bij de medewerkers om de manier van werken aan te passen en de noodzaak van vernieuwing wordt erkend.

4.2.4 Informatie structuur en informatiestromen

Dit deel is voornamelijk gericht op de hele breedte van de organisatie. Tijdens de analyse van de huidige situatie blijkt dat het proces binnen de werkvoorbereiding een degelijke structuur heeft. Als er echter gekeken wordt naar de informatiestromen binnen de totale organisatie van BNBOM, dan heeft dit raakvlakken met een 'eilandjescultuur'. Een project gaat van afdeling naar afdeling door middel van een overdracht. Het gevolg hiervan is dat de afdeling die het werk overgedragen krijgt, vaak tijdens en na het verdiepen in het project genoodzaakt is om taken uit te voeren die al eerder in het proces zijn verricht.

4.2.5 Organisatie inrichting

Specifiek gekeken naar de werkvoorbereiding bij BNBOM, zijn er de laatste jaren geen nieuwe technieken toegepast. De resultaten van de enquête bevestigen dit. Doordat deze ontwikkeling al jaren nagenoeg stilstaat, is er een drempel gecreëerd. Het maken van de

inhaalslag op gebied van techniek wordt hierdoor minder snel gerealiseerd. Om deze inhaalslag te maken moet de organisatie hierop aangepast en ingericht worden.

Door de stap naar BIM te zetten dienen tevens huidige processen verandert of opgesteld te worden, zowel door de hele organisatie heen als voor de afdeling realisatie. Zoals in hoofdstuk 3 beschreven, is het huidige proces een aaneenkoppeling van losse stappen en documenten die enerzijds elk op zichzelf staan en anderzijds zonder elkaar geen bestaansrecht hebben en in relatie tot elkaar staan. Bij BIM vormen al deze losse stappen en documenten één geheel, hierdoor wordt er tijdswinst geboekt. Hoe groot de tijdswinst is, is afhankelijk van hoe gevorderd de mensen zijn die met BIM werken. Om de werkvoorbereiding maximaal te kunnen laten profiteren van BIM, moeten de werkvoorbereiders hiervoor opgeleid en ondersteund worden.

4.2.6 Totstandkoming

Om BIM in te voeren en succesvol te kunnen laten worden, is een aantal aspecten van belang voor BNBOM:

- Door de minimale kennis en ervaring op gebied van BIM, moet dit in de organisatie groeien, het in één keer van nul naar het maximaal mogelijke van BIM switchen zal nooit tot een succes kunnen leiden.
- Er dient een (kleine) werkgroep opgezet te worden, bestaande uit een aantal keyusers die voor een deel zijn vrijgemaakt om te gaan BIMmen. Zij dienen door het management gefaciliteerd te worden op het gebied van software en opleidingen, uiteindelijk zijn dit de personen die de basis van het succes van BIM in de organisatie bepalen.
- Evalueren met het BIM centrum, hierbij komen de keyusers wekelijks bijeen om de stand van BIM binnen de afdeling te bespreken. Hier kunnen problemen concreet besproken en aangepakt worden.
- Er moeten doelstellingen bepaald worden, die realistisch en haalbaar zijn. Dit kan door een komend project op te starten als 'Little BIM' schaduw project.

Hieronder staat als voorbeeld, op basis van een gebruikt overzicht bij BN Speciale Projecten, hoe het huidige traditionele casus project ingestoken kan worden als BIM project. De opstelling dient 'SMART' gemaakt te worden:

Project *Zorgvilla "de Hamer" Berg en Dal*

3D modellen / integratie van disciplines:

<i>Discipline:</i>	<i>Naam:</i>	<i>Softwarepakket:</i>
Werktekeningen		
<i>Architect</i>	<i>Peters & Lammerink Architecten</i>	<i>Revit Architecture</i>
<i>Constructeur</i>	<i>Theo Wulffraat & Partners</i>	<i>Revit Structure</i>
<i>Installaties E & W</i>	<i>Van Dam</i>	<i>Revit MEP</i>
Productietekeningen		
<i>Staalconstructie</i>	<i>Thiekon</i>	<i>Tekla Structures</i>
<i>Kanaalplaatvloeren</i>	<i>VBI</i>	<i>Autocad Architecture</i>
<i>Breedplaatvloeren</i>	<i>Omnia/JK engineering</i>	<i>Autocad Architecture</i>
<i>Kalkzandsteen</i>	<i>Xella</i>	<i>Revit Architecture</i>
<i>Houtskeletbouw</i>	<i>Vianen kozijntechniek</i>	<i>Arkey</i>

<i>Metselwerk dragers Liften</i>	<i>VEBO Thyssen Krupp</i>	<i>Revit Architecture/Inventor Inventor</i>
<i>2D > 3D bouwkundig</i>	<i>BN Engineering - Bouwtechniek</i>	<i>Revit Architecture</i>
Overall		
<i>2D overig tekenwerk</i>	<i>BN Engineering – Bouwtechniek</i>	<i>Revit Architecture</i>
<i>2D/3D opmerkingen</i>	<i>Werkvoorbereider BNBOM</i>	<i>Design Review</i>
<i>3D coördinatie (clashes)</i>	<i>Werkvoorbereider BNBOM</i>	<i>Navisworks Manager</i>
<i>5D hoeveelheden + data</i>	<i>Werkvoorbereider BNBOM</i>	<i>BN BIM Datamanager</i>
<i>BIM begeleiding/training</i>	<i>BN Engineering – BIM Centrum</i>	<i>DesignRev /Revit / Navisworks/Datamanager</i>

BIM doelstellingen:

- *Inzicht in het 3D model krijgen,*
- *Clashdetecties uitvoeren op ruwbouwniveau,*
- *Uitrekken van hoeveelheden op ruwbouwniveau,*
- *Digitale opmerkingen koppelen aan het model.*

Beschrijving BIM gebruik:

- *3D modelleren op werktekeningenniveau van de constructie, bouwkundige onderdelen (metselwerk, binnenwanden, kozijnen, etc.) en (hoofd)installaties.*
- *3D modelleren op productietekeningenniveau van de hierboven genoemde onderdelen.*
- *Modelanalyse uitvoeren op bovenstaande samengevoegde 3D modellen met als uitkomst een clashrapportage welke tijdens coördinatie-vergaderingen besproken wordt. Deze clashcontroles moeten door de werkvoorbereider, onder begeleiding van een BIM specialist, worden uitgevoerd.*
- *De hoeveelheden uit de constructieve en bouwkundige 3D modellen zijn de input voor vergelijking met de werkbegroting en input voor de in te kopen onderdelen. Types en materiaal(eigenschappen) moeten hierbij in grote lijnen uit het model gehaald kunnen worden.*
- *Digitaal opmerkingen maken op 2D sheets in Design Review middels 3D signaleringsmassa's in Revit Architecture. Hierdoor worden de opmerkingen in één document geregistreerd en bijgehouden.*

Door op deze manier een BIM projectoverzicht te maken, wordt men gedwongen om van tevoren invulling te geven aan de wie-, wat- en waarom vragen. Tijdens en na het project is dit een handig overzicht om te kunnen evalueren wat er goed of juist niet goed gaat. Belangrijk hierbij is, dat de werkvoorbereider zelf de BIM handelingen leert verrichten. Naarmate de BIM ervaring groeit bij de mensen zelf, dienen de doelstellingen uitgebreid en verder gedetailleerd te worden.

Na afronding van het project kan het formulier bijgesteld worden naar wat de werkelijk gerealiseerde doelstellingen zijn geweest. Dit kan dan tijdens aanbestedingen, acquisities of een plan van aanpak fungeren als referentieproject. Richting een opdrachtgever wordt dan aangetoond wat de werkelijke vaardigheden en vorderingen zijn binnen de organisatie.

Instrumenten en kosten

Bij de overgang naar BIM binnen de werkvoorbereiding moet men naast het wijzigen van de processen en de organisatie, ook praktische wijzigingen toepassen. Deze wijzigingen brengen directe kosten met zich mee die een onderdeel kunnen zijn in de afweging om te gaan BIMmen. De belangrijkste kostenposten hierin zijn:

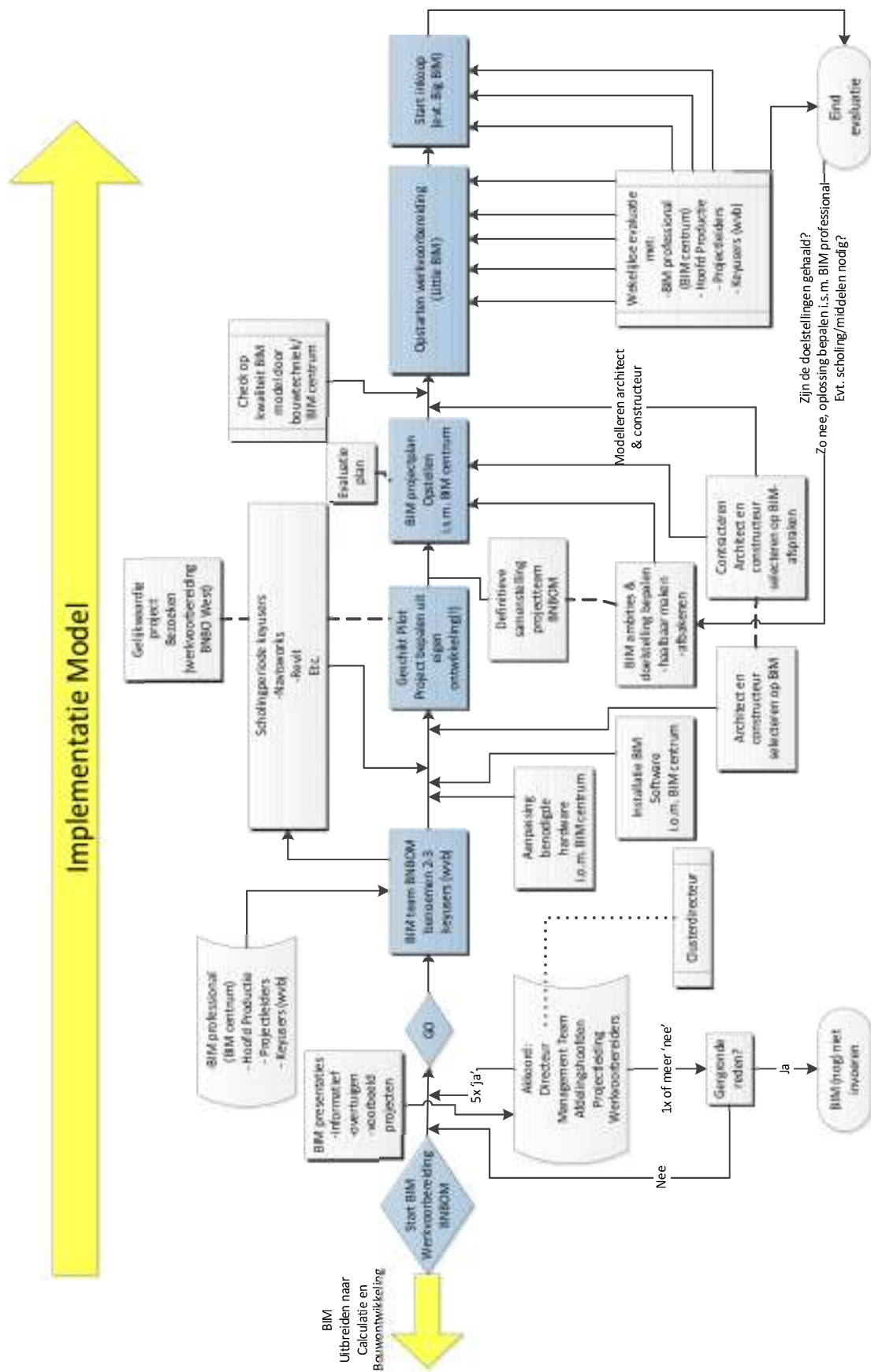
- Een zwaardere uitvoering van de hardware, alle werkvoorbereiders moeten op den duur naar een Pc met hogere capaciteit om in de modellen te kunnen werken. De huidige Pc's zullen hiervoor niet volstaan.
- Alle werkvoorbereiders zullen moeten worden voorzien van de juiste licentie software. Hiervoor wordt binnen Ballast Nedam voornamelijk gebruik gemaakt van het Autodesk Revit pakket. Voor model checking wordt gebruik gemaakt van Navisworks, Tekla BIM sight of Solibri.
- De toekomstige keyusers moeten trainingen en cursussen volgen op het gebied van BIM en van de nieuwe software.
- De tijd die men nodig heeft voor het leerproces tijdens het werken met BIM, ook wel 'learning by doing' genoemd.

Doordat het BIM centrum direct door de holding is gefaciliteerd en werkzaam is het belang van heel Ballast Nedam, worden voor raadpleging, advies en begeleiding geen directe kosten naar de regio bedrijven gerekend.

4.2.7 Implementatie

Morgen gaan we BIMmen, wat nu? Om het antwoord op deze vraag meer vorm te geven is het onderstaande implementatieschema opgesteld. Hierin staan de stappen die eerder in dit rapport beschreven staan, op een chronologische volgorde in een schema gezet. Dit schema is een overzichtelijk vertrekpunt wanneer er wordt besloten om BIM toe te passen bij de werkvoorbereiding van BNBOM.

Dit schema geeft tevens weer wanneer welke persoon of functie, waar mee bezig is of welke beslissing genomen moet worden.



Figuur 17: BIM Implementatieschema

4.2.8 Kostenraming

Iedere proceswijziging komt van de grond doordat men er van overtuigd is dat de wijziging een beter of efficiënter resultaat oplevert dan met het 'oude' proces mogelijk was. Zoals in de voorgaande paragrafen duidelijk is geworden, brengt deze proceswijziging binnen de organisatie veel aanpassingen, leerprocessen en investeringskosten met zich mee. Om een 'gevoel' te kunnen geven bij wat deze kosten zijn, is onderstaande kostenraming opgesteld (zie hiervoor ook de bijlage).

Werkvoorbereider	€ 55,00 / uur
Weken (52-8wk vak.) per jaar * 40uur =	1760 uur / jaar
1760 / 13 =	135 uur / periode



1 werkvoorbereider	€ 55,00 / uur
40 weken (52-8wk vak.) per jaar * 40uur =	1760 uur / jaar
1760 / 13 =	135 uur / periode



AANTAL werkvoorbereiders:	2	2013											
per wvb/periode	periode 1	periode 2	periode 3	periode 4	periode 5	periode 6	periode 7	periode 8	periode 9	periode 10	periode 11	periode 12	periode 13
Learning by doing 40% (uren) incl. cursusedagen	€ 3.970,00	€ 3.970,00	€ 3.970,00	€ 3.970,00	€ 3.970,00	€ 3.970,00	€ 3.970,00	€ 3.970,00	€ 3.970,00	€ 3.970,00	€ 3.970,00	€ 3.970,00	€ 3.970,00
Learning by doing 25% (uren)	€ 1.856,25	€ 1.856,25	€ 1.856,25	€ 1.856,25	€ 1.856,25	€ 1.856,25	€ 1.856,25	€ 1.856,25	€ 1.856,25	€ 1.856,25	€ 1.856,25	€ 1.856,25	€ 1.856,25
Learning by doing 10% (uren)	€ 742,50	€ 742,50	€ 742,50	€ 742,50	€ 742,50	€ 742,50	€ 742,50	€ 742,50	€ 742,50	€ 742,50	€ 742,50	€ 742,50	€ 742,50
Software REVIT architecture	€ 145,00	€ 145,00	€ 145,00	€ 145,00	€ 145,00	€ 145,00	€ 145,00	€ 145,00	€ 145,00	€ 145,00	€ 145,00	€ 145,00	€ 145,00
Software Navisworks manage	€ 145,00	€ 145,00	€ 145,00	€ 145,00	€ 145,00	€ 145,00	€ 145,00	€ 145,00	€ 145,00	€ 145,00	€ 145,00	€ 145,00	€ 145,00
Laptop Mobile workstation High-end*	€ 25,00	€ 25,00	€ 25,00	€ 25,00	€ 25,00	€ 25,00	€ 25,00	€ 25,00	€ 25,00	€ 25,00	€ 25,00	€ 25,00	€ 25,00
Monitor 24" *	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Revitcursus Basis + vervolg (6dgn)	€ 1.380,00	€ 1.380,00	€ 1.380,00	€ 1.380,00	€ 1.380,00	€ 1.380,00	€ 1.380,00	€ 1.380,00	€ 1.380,00	€ 1.380,00	€ 1.380,00	€ 1.380,00	€ 1.380,00
Revitcursus 'werkvoorbereiding en calculatie' (2dgn)	€ 750,00	€ 750,00	€ 750,00	€ 750,00	€ 750,00	€ 750,00	€ 750,00	€ 750,00	€ 750,00	€ 750,00	€ 750,00	€ 750,00	€ 750,00
Revit Opfriscursus (1 dag)	€ 500,00	€ 500,00	€ 500,00	€ 500,00	€ 500,00	€ 500,00	€ 500,00	€ 500,00	€ 500,00	€ 500,00	€ 500,00	€ 500,00	€ 500,00
Navisworks Basis (2dgn)	€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00
Navisworks Vervolg (1 dag)	€ 450,00	€ 450,00	€ 450,00	€ 450,00	€ 450,00	€ 450,00	€ 450,00	€ 450,00	€ 450,00	€ 450,00	€ 450,00	€ 450,00	€ 450,00
Navisworks Opfriscursus (1 dag)	€ 450,00	€ 450,00	€ 450,00	€ 450,00	€ 450,00	€ 450,00	€ 450,00	€ 450,00	€ 450,00	€ 450,00	€ 450,00	€ 450,00	€ 450,00
Totaal	€ 8.270,00	€ 8.270,00	€ 8.270,00	€ 8.270,00	€ 8.270,00	€ 8.270,00	€ 8.270,00	€ 8.270,00	€ 8.270,00	€ 8.270,00	€ 8.270,00	€ 8.270,00	€ 8.270,00



AANTAL werkvoorbereiders:	per wvb/per
Learning by doing 40% (uren) incl. cursusedagen	€ 2.970,00
Learning by doing 25% (uren)	€ 1.856,25
Learning by doing 10% (uren)	€ 742,50
Software REVIT architecture	€ 145,00
Software Navisworks manage	€ 145,00
Laptop Mobile workstation High-end*	€ 25,00
Monitor 24" *	€ -
Revitcursus Basis + vervolg (6dgn)	€ 1.380,00
Revitcursus 'werkvoorbereiding en calculatie' (2dgn)	€ 750,00
Revit Opfriscursus (1 dag)	€ 500,00
Navisworks Basis (2dgn)	€ 700,00
Navisworks Vervolg (1 dag)	€ 450,00
Navisworks Opfriscursus (1 dag)	€ 450,00
Totaal	€ 63.870,00



Totaal	€ 63.870,00
--------	-------------

Figuur 18: Kostenraming

Figuur 18: Kostenraming

Deze raming is gebaseerd op twee fulltime werkvoorbereiders. Om de kostenraming zo specifiek mogelijk te houden zijn de kosten voor de ICT hulpmiddelen direct verkregen vanuit Ballast Nedam ICT. De cursusprijzen zijn opgegeven door een erkend CAD opleidingsbureau. Voor het gedeelte 'learning by doing' is gedurende een jaar ca. 30% van de totale uren gereserveerd (afbouwend van 40% naar 10%). Hierin zijn de afwezige uren tijdens opleidingen meegerekend. Het opleiden van één werkvoorbereider kost ca. €30.000,-.

4.3 Deelconclusie

Om een BIM model in de werkvoorbereiding goed te kunnen gebruiken is het van belang dat het model aan een bepaald niveau voldoet. Het model moet aanvankelijk niveau LOD 300 bevatten en dient gaandeweg het proces te groeien naar minimaal LOD 400 om de benodigde informatie voor de werkvoorbereiding eruit te kunnen halen.

Uit het onderzoek blijkt dat het huidige niveau van de organisatie nog niet hoog genoeg is om direct te kunnen BIMmen. Op de Quick Scan van TNO scoort de afdeling werkvoorbereiding binnen BNBOM op drie van de vier onderdelen onvoldoende. Deze onvoldoende resultaten zijn respectievelijk te wijten aan:

- Een onrustige en turbulente periode op management niveau, het bestaan en de voordelen van BIM heeft hier (nog) niet voldoende bekendheid en erkenning.
- Een 'eilandjescultuur' over de hele breedte van de organisatie, door de grote hoeveelheid 'losse' stappen en overdrachtsmomenten gaat meer informatie verloren dan nodig is en worden verschillende werkzaamheden dubbel uitgevoerd.
- Het stilstaan van innovatie en structurering van processen binnen de afdeling werkvoorbereiding.

Daarentegen wordt op de cultuur binnen op de werkvloer wel hoog gescoord. Er is een grote mate van bereidheid aanwezig onder de werkvoorbereiders om het werkproces te verbeteren. Er wordt erkend dat dit proces momenteel niet optimaal is georganiseerd.

Om de invoering van BIM succesvol te laten zijn dient een gestructureerd plan gevolgd te worden. Belangrijk voor het slagen van BIM binnen BNBOM is:

- Het stellen van duidelijke doelstellingen die realistisch en haalbaar moeten zijn, in de vorm van een BIM plan waarin vooraf wordt nagedacht en bepaald wat men wil bereiken op welke termijn.
- Het continue evalueren van het veranderproces.
- Het stap-voor-stap implementeren van BIM zodat grote valkuilen vermeden worden.

De overgang naar BIM brengt een investering met zich mee. Deze investering bestaat uit het faciliteren van het personeel met de juiste uitrusting, benodigde scholing en het leerproces. Deze investering wordt geraamd op ca. €30.000,- per werkvoorbereider.

De noodzaak van het veranderproces moet door het management gezien en erkend worden en door de gehele organisatie heen, draagvlak hebben.

Daarnaast is de begeleiding vanuit het BIM centrum van Ballast Nedam noodzakelijk.

5 Case

5.1 Zorgvilla "De Hamer" Berg en Dal



Figuur 19: Artist impression zorgvilla "De Hamer"

Zorgvilla de Hamer is het meest recente project van BNBOM. Het project bevindt zich in Berg en Dal. De zorgvilla heeft 21 luxe appartementen en heeft een totale gebouwinhoud van ca. 6500m³, waarvan ca. 1000m³, onder de helft van het gebouw, een kelder. De uitvoering van het project is gepland van week 40-2012 tot week 32-2013. Momenteel (december 2012) verkeert de bouw in de ruwbouwfase tussen de eerste en tweede verdiepingvloer. Het gebouw heeft een plat dak, uitgevoerd in een traditionele breedplaatvloer. Omwille van esthetica is de dakrand rondom uitgevoerd als een schuine 'schijnkap'.

5.1.1 Modeleigenschappen vanuit de architect

De architect heeft het gebouw gemodelleerd in Revit. De uitgangspunten van dit model zijn geweest:

- Het kunnen maken van artist impressions,
- Het genereren van bouwkundige werktekeningen, op het niveau van plattegronden, doorsneden en geveltekeningen. De bouwkundige detaillering is in een ander programma, 2D, uitgewerkt.

Het niveau van het BIM model zit tussen LOD 200 en LOD 300 in. De plattegronden, doorsneden en gevels zijn handmatig opgewerkt naar een hoger niveau, echter de informatie die het model bevat, is niet voldoende om er betrouwbare aantallen en hoeveelheden uit te kunnen halen. Het model is dan ook enkel beschikbaar gesteld voor dit onderzoek en mag voor het werk niet gebruikt worden om gegevens aan te ontleen.

5.2 Technisch vraagstuk

De schijncap, zoals eerder aangegeven, is door de architect uitgewerkt als een in-het-werk te realiseren houtconstructie. Om tijdens het bouwproces te kunnen versnellen door eerder wind- en waterdicht te zijn, is de optie bekeken om het dak in prefab elementen uit te voeren.

5.2.1 Traditionele dakkap



Figuur 20: Revit model vanuit architect t.p.v. aansluitingen kap

De traditionele uitvoering van de dakkap is in het model zelf, niet gedetailleerd genoeg. Enkel de positie (contouren) van de kap, de hellingshoeken en de peilmaten kunnen uit het model gehaald worden. Op een aantal posities is een verticaal detail door de architect uitgewerkt.

Doordat de kap twee verschillende hellingshoeken heeft, ontstaan er bij de ontmoeting van de verschillende dakdelen, complexe aansluitingen. De kap heeft namelijk een hellingshoek van 75 graden, die aansluit op een hellingshoek van 45 graden. Doordat deze twee elementen onder een (verschillende) hellingshoek- en in verstek staan, is de uiteindelijke hoek die het prefab element moet hebben, zeer moeilijk te bepalen.

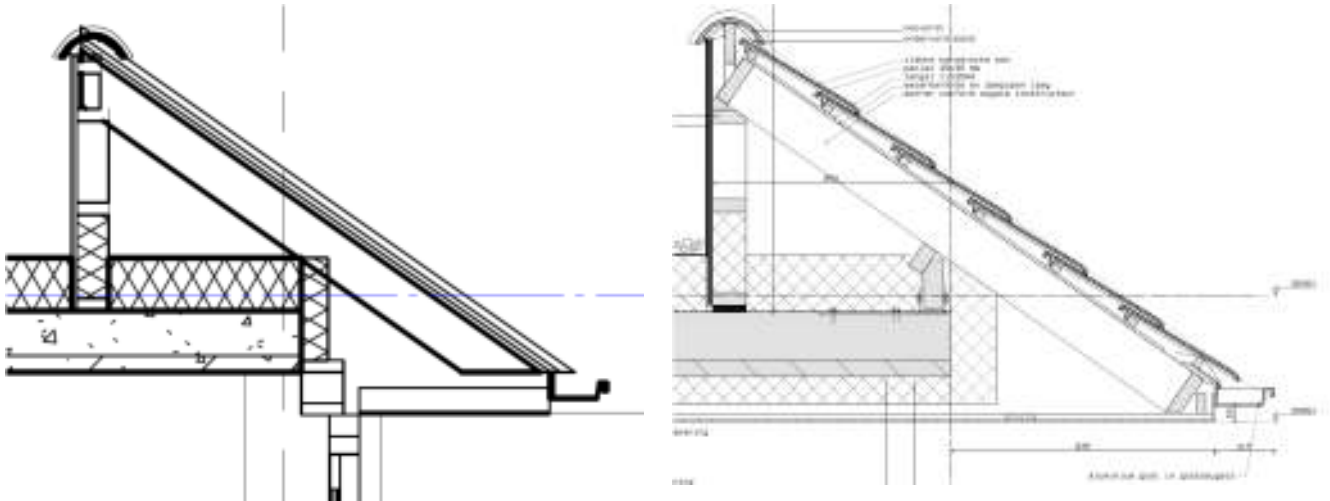
5.2.2 Omzetting naar prefab

Om deze complexe aansluitingen in prefab goed te kunnen maken is er besloten om in het kader van dit afstudeeronderzoek, de kap gedetailleerd te modelleren in BIM software. Hierdoor kunnen de hoekaansluitingen nauwkeurig worden bekeken in het model. Van

hieruit kunnen deze aansluitingen worden voorzien van de juiste maatvoering waardoor deze gemakkelijk in prefab uitgevoerd kunnen worden.

5.2.3 Details

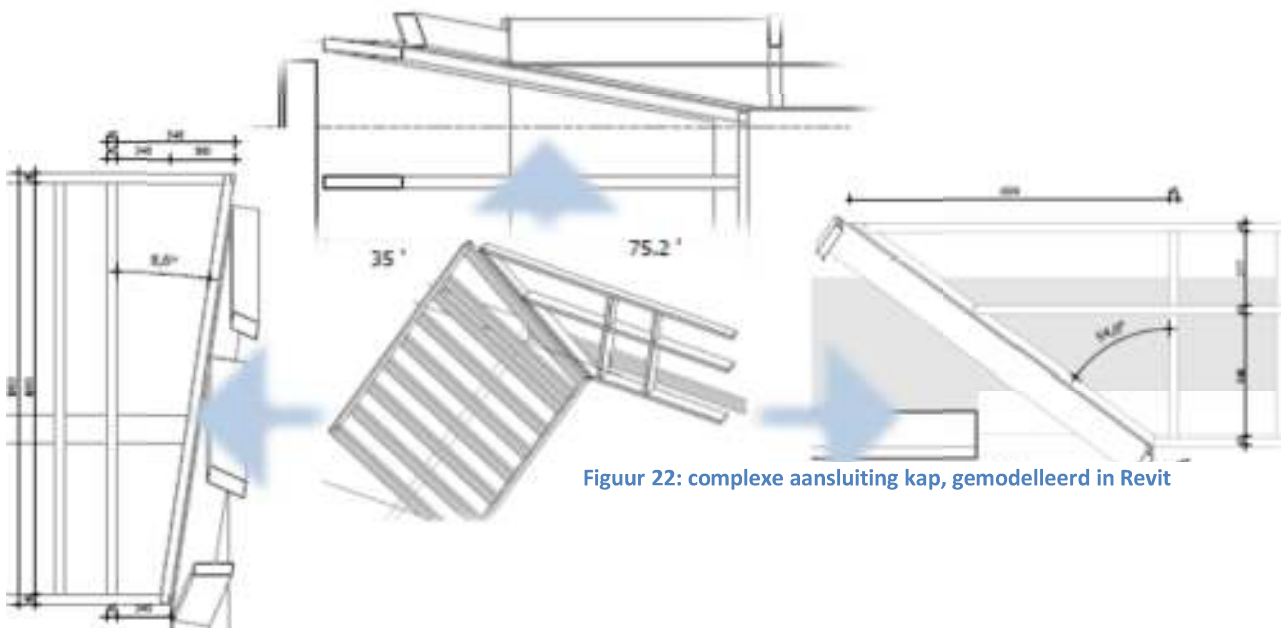
Hieronder staan de doorsnede en het detail weergegeven zoals deze aangeleverd zijn door de architect.



Figuur 21: Links: fragment uit doorsnede, rechts: detail

Op basis van deze tekeningen is het mogelijk om de standaard, rechte vlakken in prefab elementen te kunnen maken.

Door het modelleren in BIM, kan de kap van ieder gewenst punt doorgesneden en bekeken worden, hierdoor verkrijgt men meer en beter inzicht in de aansluitingen. De volledig uitgewerkte tekeningen zitten in dit verslag in de bijlagen.



Figuur 22: complexe aansluiting kap, gemodelleerd in Revit

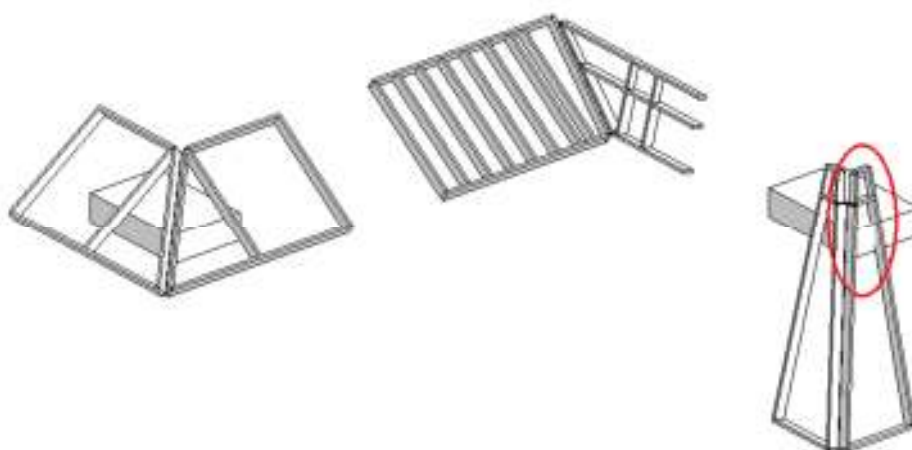
5.2.4 Rol van BIM

In deze situatie gaat het hoofdzakelijk om het exact en maatvast te kunnen prefab'en van de hoekaansluitingen. Echter, door de kap in BIM uit te werken kan er vele male meer informatie uit gehaald worden dan in het bovenstaande geval van de architect. Doordat de elementen nu gemodelleerd zijn kunnen deze worden geplaatst in het oorspronkelijke model. Hierdoor kan gecontroleerd worden of de elementen binnen de contouren vallen van het model zoals deze door de architect is aangeleverd. Hierdoor wordt de complete kap in elementen, digitaal op het gebouw geplaatst. Zodra de elementen in het model in een modelchecker zijn ingeladen, wordt door middel van een clash controle bekeken of de elementen met elkaar onderling, of met andere gebouwdelen zoals de dakvloer, in conflict komen.

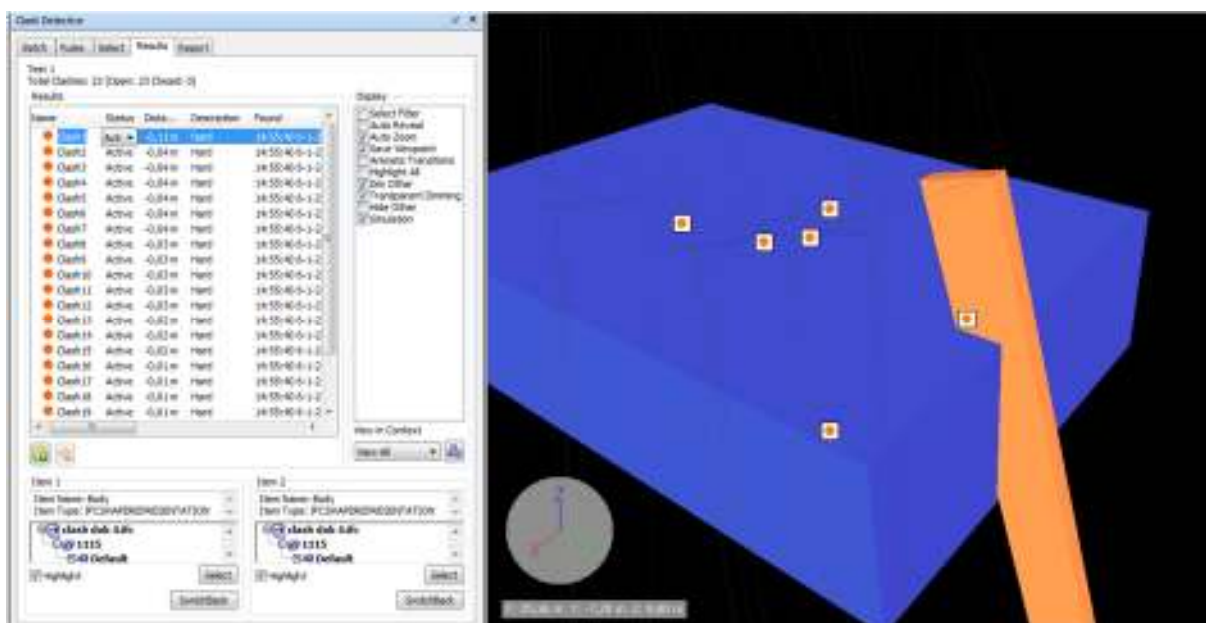
Op de volgende pagina is zichtbaar hoe door de clash controle, een bewuste fout ontdekt wordt.



Figuur 23: De kap elementen op de juiste posities in het model, geen clashes zijn gedetecteerd



Figuur 24: Vloer is groter gemodelleerd dan zou moeten. Het element en vloer zitten hier door elkaar heen getekend.



Figuur 25: door het model in te laden in Navisworks, wordt door het uitvoeren van een clash controle deze fout direct opgemerkt en gerapporteerd.

6 Resultaten en Conclusie

6.1 Onderzoeksresultaten

BIM is een vernieuwende werkmethode waarmee de bouwwereld hoe dan ook te maken heeft of gaat krijgen. Door het gebruik van BIM wordt informatie beter en efficiënter bewaard, wat de raadpleging hiervan vergemakkelijkt en naar een kwalitatief hoger niveau tilt. Door met BIM te werken levert dit tijdsbesparing op en wordt door automatisering in het proces, de kans op menselijke fouten substantieel verkleind.

Uit onderzoek naar de huidige werkmethode en processen bij de werkvoorbereiding van Ballast Nedam Bouw & Ontwikkeling Midden, is gebleken dat hier een achterstand is gecreëerd op het gebied van innovatie. Daarnaast blijkt uit dit onderzoek dat de huidige processen op een te minimale wijze zijn vastgelegd waardoor er een onduidelijke structuur is ontstaan. Door de traditionele informatiestroom binnen de organisatie, gaat er bij een project, tussentijds informatie verloren. Dit resulteert in het meermalig uitvoeren van dezelfde stappen en werkzaamheden.

Gebleken is dat, mede door bovenstaand feit, het grootste gedeelte van de tijdsbesteding van de werkvoorbereider in de twee taken 'beoordelen en controleren van tekeningen' en 'inkoopondersteuning' zit. Samen beslaan deze twee taken naar verwachting 50-60% van de totale tijdsbesteding. Door BIM te implementeren wordt verwacht dat voor deze primaire taken een tijdreductie van ca. 40% mogelijk is, daarbij komt dat de kans op menselijke fouten door BIM verkleind wordt. Dit betekent dat voor een bouwproject de totale tijdsbesteding van de werkvoorbereiding met gemiddeld 15% tot 25% zal afnemen. Naar mate er meer gebruik gemaakt wordt van de mogelijkheden van BIM zal de tijdsbesparing groter zijn dan wanneer hier beperkt gebruik van wordt gemaakt.

Om tot deze resultaten te komen dient er een investering plaats te vinden op gebied van faciliteiten en opleiding. Deze investering heeft zich vertaald in een kostenraming, die neerkomt op ongeveer €30.000,- per werkvoorbereider.

6.2 Conclusie & aanbevelingen

Het huidige proces binnen werkvoorbereiding van BNBOM, is een systeem dat is geaccepteerd, en in sommige gevallen mede ontwikkeld, door de werkvoorbereiders. Het heeft zichzelf bewezen als een 'volwassen' proces. Het proces is echter traditioneel en weinig geoptimaliseerd in de afgelopen jaren. Hierdoor leent dit proces zich uitstekend voor vernieuwing en verbetering.

Gezien de probleemstelling en de resultaten die uit dit onderzoek zijn gekomen kan geconcludeerd worden dat het invoeren van BIM een goede, en zelfs op termijn noodzakelijke, stap is.

Hiermee komt de aanbeveling tot stand om niet langer te wachten, maar aanvang te maken met de implementatie van BIM. Hiervoor dient een constructief plan te worden gevolgd dat door de hele organisatie gedragen wordt, zoals in dit rapport omschreven staat.

Door BIM op de juiste wijze te implementeren en toe te passen worden tijdrovende taken van de werkvoorbereider geautomatiseerd. Op termijn vertaalt zich dit in betere en vooral de gewenste resultaten.

7 Bronvermelding

Literatuur:

Sterkenburg, J., *BIM in BBE 'Nooit meer bouwen zonder BIM, HBO-studenten gaan het verschil maken'!*. Bouwinformatieraad, 2012.

Straatman, J., Pel, W., Hendriks, H., *Aan de slag met BIM; gewoon doen! Handreiking Virtueel Bouwen*. Stichting Research Rationalisatie Bouw, Zoetermeer, 2012.

Adriaanse, A., *Een richtlijn voor de invoering van ICT in Bouwprojecten; Geleerde lessen uit zes praktijksituaties*. Universiteit Twente, 2012.

Vroom, P. (eindred.), *Durf 5, Bouw en ICT*. PSIBouw, 2009. (Publicatie)

Ik bim, jij bim-t, wij bim-men; ICT golven in de bouwwereld. Centre for Process Innovation in building & construction (CPI), 2008. (Publicatie)

Spekkink, D., *Detailniveau BIM per fase*. IPC voor Architecten – Collectief Project BIM, 2012, versie 6.

Nederhoed, P., *Helder rapporteren; Een handleiding voor het opzetten en schrijven van rapporten, scripties, nota's en artikelen*. Bohn Stafleu Van Loghum, augustus 2011, 10e herziene druk.

KAM handboek BN; Ballast Nedam Bouw & Ontwikkeling Midden. Ballast Nedam, 28 november 2011, revisie 0

Artikelen:

Gelder, A. van, 'Voorschrijven BIM dwingt markt tot elkaar te komen'. In: *Cobouw*, 29 juni 2011, p. 5.

Internetpagina's:

http://www.nijssen-management-advies.nl/cms/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=10.

www.BIMguide.nl

<http://www.hetnationaalbimplatform.nl/kenniscentrum/professionals/levels-of-detail/>

www.bimladder.nl

<http://www.ibis.nl/producten/ibis4bim/screenshots>

<http://www.kubusinfo.nl/OpenBIM-solutions/Solibri/Model-Checker>

<http://ibim.nl/projecten/levels-of-detail/>

<http://www.autodesk.nl/adsk/servlet/pc/index?siteID=431528&id=14633453>

<http://www.bouwenmetbim.nl/starten-met-bim/bim-implementatie/>

<http://www.cadix.nl/>

<http://www.toposfields.nl/wp-content/uploads/clash.jpg>

www.buildingsmart.com

<http://wiki.ibim.nl/wiki/openbim/>

<http://www.scriptieoverzicht.nl>

Bijlagen

1. Verklarende woordenlijst: afkortingen en begrippen
2. Enquêtes afdeling productie Ballast Nedam Bouw Midden
3. (werk)Tekeningen Dakkap
4. Kostenraming
5. Interview Arjen Adriaanse
6. Interview Joris van Woudenberg

Bijlage 1

Bijlage 2

Bijlage 3

Bijlage 4

Bijlage 5

Bijlage 6

Bijlage 7

Bijlage 8