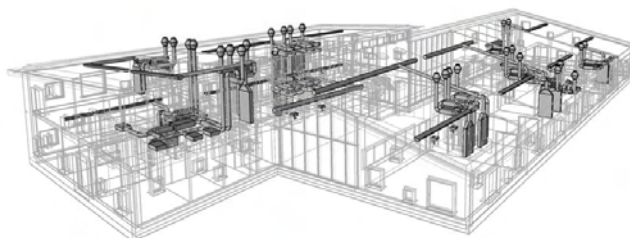


projectgegevens

project	Integrated Project Delivery
onderdeel	Leidraad integraal Project informatie Overdracht Protocol
werkcode/werknummer	0000
datum	5 april 2011
samengesteld door	dhr. C.P.J. Goossen
tekstbijdragen en eindredactie	ir. D. Spekkink Spekkink C&R Woudrichem
opdrachtgever	--
architect	--
projectmanagement beschikbare gegevens	--
onder verantwoording van	BouwQuest Postbus 7001 6710 CB Ede
geautoriseerd door	
paraaf	_____



datum	versie	omschrijving	verificatie
10-08-10	0	Concept	
10-09-10	1	Vrij gegeven	
05-04-11	2	Definitief ism. D. Spekkink	

Voorwoord

Toepassing van nieuwe informatie- en communicatietechnologie in de bouw leidt tot grote veranderingen in de wijze waarop bouwwerken worden ontworpen en gebouwd. Projectpartners (opdrachtgevers, architecten, adviseurs, aannemers) werken samen via elektronische communicatieplatforms (project websites), waar alle projectinformatie centraal wordt opgeslagen en beheerd. 3D modelleringpakketten maken het mogelijk om tekeningen, staten en specificaties van bouwwerken efficiënt en onderling volledig consistent op te zetten. De geavanceerde software maakt het mogelijk om veel extra, niet-geometrische informatie aan een model toe te voegen en het zodoende te 'verrijken' tot een Bouwwerk Informatie Model (BIM). Een BIM kan worden gedefinieerd als een digitaal model van het bouwwerk, waarin alle relevante informatie betreffende zijn functionele en fysieke karakteristieken wordt opgeslagen, beheerd en ontsloten. Het BIM wordt gedeeld door meerdere belanghebbenden in het bouwproces. De kern van een BIM is een 3D bouwwerkmodel. Alle betrokken partijen werken via het BIM met dezelfde informatie, die continu beschikbaar en altijd actueel is. De informatie in een BIM vormt het uitgangspunt voor (en is ondersteunend aan) activiteiten en besluitvorming in de hele levenscyclus van het bouwwerk. Een BIM kan bijvoorbeeld worden gebruikt om het ontwerp driedimensionaal te visualiseren, het 'gedrag' van het toekomstige gebouw te simuleren en te analyseren. Door het 3D model te koppelen aan een planning, kan het uitvoeringsproces worden gesimuleerd. De mogelijkheden zijn in potentie zo veelomvattend, de impact op de samenwerking in het bouwproces is zo ingrijpend en de ontwikkelingen gaan zo snel, dat het voor de gemiddelde professional in het bouwproces nauwelijks bij te houden is.

Deze leidraad is opgesteld om partners in een bouwproject te helpen om op praktische wijze een samenwerking op basis van 3D/BIM op te zetten en te profiteren van de voordelen die dat met zich meebrengt. Het is gebaseerd op het document "BIM Communication Specification", dat in 2008 is uitgegeven door Autodesk. Deze IPDP biedt een kader voor beter, efficiënter en kostenbesparend samenwerken. Door het volgen van deze leidraad kan bij de start van een project inzicht worden geschapen in de informatiestromen en duidelijkheid in de verantwoordelijkheid van verschillende partijen. De opzet is zodanig, dat open communicatie tussen projectpartners wordt bevorderd, de doorlooptijd van het ontwerp kan worden verkort en de bouwkosten kunnen worden verlaagd.

Bij de opstelling van deze leidraad is ook met een schuin oog gekeken naar de COINS systematiek (www.coinsweb.nl). COINS is een Nederlands initiatief, een samenwerkingsverband van opdrachtgevende, ontwerpende en uitvoerende partijen, dat zich bezig met de ontwikkeling van de werkmethode en de informatiestructuur die horen bij het werken met een BIM. Het COINS-programma streeft naar procesverbetering en gezamenlijk informatiegebruik in de bouwsector. Om dit doel te bereiken ontwikkelt COINS sectorbrede afsprakenstelsels over informatie van 3D-bouwobjecten en afsprakenstelsels over werkwijze. COINS is aangesloten bij het buildingSMART-programma dat een initiatief is van de International Alliance for Interoperability (IAI).

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	1
2.	Project Initiatie	3
2.1	Beschrijving van het project	3
2.2	Kernteam	3
2.3	Project Doelen en Doelstellingen	4
2.4	Roadmap voor gezamenlijke BIM project.	6
2.5	Project Fasen / Mijlpalen	12
3.	Opbouwplan Model	14
3.1	BIM-Managers van de verschillende partners.	14
3.2	Te ontwikkelen aspectmodellen	15
3.3	Modelcomponenten	17
4.	Analyseplan	24
4.1	Analysemodellen	24
4.2	Gedetailleerd analyseplan	26
5.	Samenwerkingsplan	27
5.1	Document Management	27
5.2	Projectwebsite	28
5.3	Ontwerp viewer	29
5.4	Aanbestedingsprocedure	29
6.	Softwareselectie	30
6.1	Model bouwen	30
6.2	Modelintegratie	30
6.4	Clash Detectie / Modevaluatie	30
6.4	Modelvisualisatie	30
6.5	Modelplanning	30
6.6	Kostencalculatie	31
6.7	Project Informatie Managementsysteem	31

Bronvermelding:

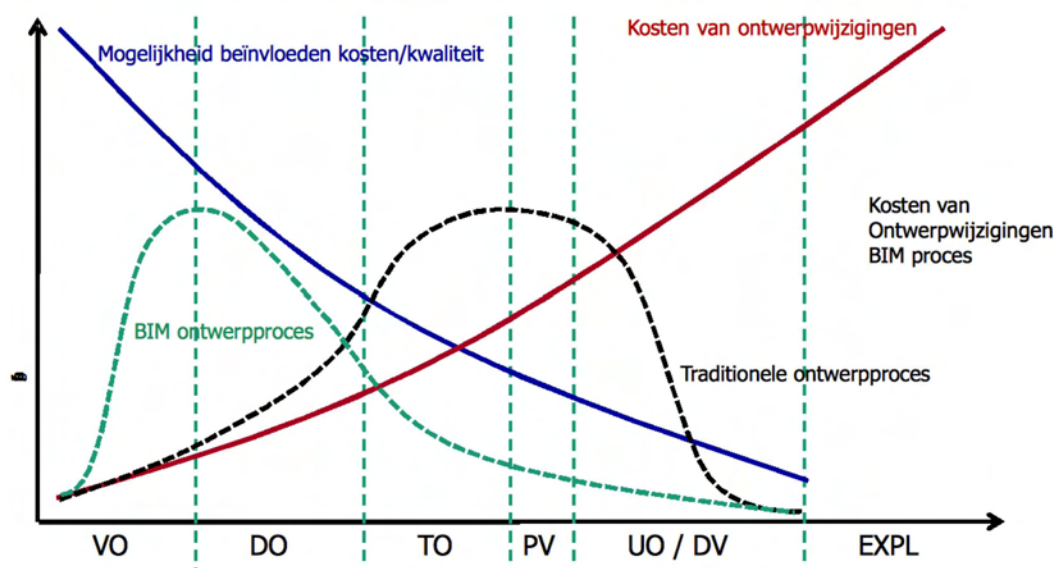
- ⤴ "BIM Communication Specification" in 2008 uitgegeven door Autodesk inc.
- ⤴ "BIG BIM little bim - The practical approach to Building Information Modeling - Integrated practice done the right way!" van Finith Jernigan
- ⤴ Publicatie Coins systematiek april 2008. Het COINS-programma streeft naar procesverbetering en gezamenlijk informatiegebruik in de bouwsector.

1. Inleiding

Het is belangrijk dat een Bouwwerk Informatie Model (BIM) waaraan een onderneming werkt, beantwoordt aan de doelen die de onderneming zelf aan het model stelt. Een architectenbureau kan bijvoorbeeld de doelstelling hebben om met een BIM goed op elkaar afgestemde tekeningen te genereren. Het BIM moet daar dan (mede) op zijn ingericht. Een constructeur zal het BIM mogelijk meer willen gebruiken als input en analyse-instrument voor de eindige elementen berekening. Het BIM van de constructeur moet daar dan op zijn ingericht. Zo kan ieder bedrijf zijn voor een project, voor het eigen vakgebied, zijn eigen specifieke BIM opbouwen. Bedrijven zetten BIM in eerste instantie vaak in als gereedschap voor intern gebruik, om zelf efficiënter en accurater te werken. Dit interne gebruik wordt ook wel "little BIM" genoemd, naar het boek "BIG BIM little bim - The practical approach to Building Information Modeling - Integrated practice done the right way!" van Finith Jernigan. Er is niets mis mee, zelfs aan te bevelen om in eerste instantie intern ervaring op te doen met de BIM denk- en werkwijze.

Maar BIM is meer! Een BIM kan in beginsel alle informatie over een project bevatten, bekeken vanuit alle disciplines, zodanig dat het bouwwerk op basis van het model daadwerkelijk kan worden gebouwd en onderhouden. Een model dat door meerdere participanten wordt gedeeld en dat in de loop van project steeds rijker aan informatie zal worden. Finith Jernigan noemt dit in zijn boek "BIG BIM".

De overstap van "little BIM" naar "Big BIM" is niet eenvoudig. Samenwerking op basis van een BIM vraagt een gedegen voorbereiding. In de praktijk wordt hier vaak onvoldoende aandacht aan besteed. Velen in de bouw zijn bovendien nog onbekend met het type afspraken dat moet worden gemaakt en vastgelegd om de samenwerking goed te laten verlopen. Het BIM-ondersteunde ontwerp- en bouwproces – 'BIG BIM' – verschilt fundamenteel van het 'traditionele' proces. Taken en verantwoordelijkheden verschuiven. Er worden hoge eisen gesteld aan open samenwerking, transparantie, communicatie en uitwisseling van data. Er gebeurt meer werk in de vroege fasen, wat bijvoorbeeld consequenties heeft voor de verdeling van het honorarium van ontwerpende participanten over de verschillende ontwerpfasen (zie figuur 1). Wanneer deze aspecten van BIM-samenwerking onvoldoende worden onderkend en met onvoldoende kennis van zaken worden opgepakt, eindigen goede bedoelingen onvermijdelijk in teleurstellingen.



Figuur 1: in vergelijking tot het traditionele ontwerpproces ligt het zwaartepunt van ontwerpinspanningen in het BIM ontwerpproces meer in de vroege fasen (daar waar de beïnvloedingsmogelijkheden van de kosten/kwaliteitsverhouding relatief groot zijn en de kosten van ontwerpveranderingen nog relatief laag)

Het doel van deze IPDP leidraad is aan opdrachtgevers, architecten, ingenieurs en bouwers een kader te bieden voor succesvolle, efficiënte en kostenbesparende samenwerking op basis van BIM. Aan de hand van dit document kunnen op systematische wijze afspraken worden gemaakt en vastgelegd over onder andere:

- projectspecifieke doelen van het BIM (mede afgestemd op de kennis en de competenties die in het projectteam aanwezig zijn);
- rollen en verantwoordelijkheden van betrokken partijen;
- analyses die op basis van het BIM moeten worden uitgevoerd;
- het detailniveau van de informatie in het BIM in de diverse fasen van het proces;
- wie wanneer welke informatie dient te leveren om anderen in staat te stellen hun werk goed te doen en de juiste analyses te kunnen uitvoeren;
- de wijze waarop informatie in het BIM en/of aspectmodellen wordt gedeeld en uitgewisseld;
- het gebruik van standaarden daarbij;
- het beheer van het BIM en verschillende aspectmodellen;
- de in te zetten software;
- enzovoort.

In de leidraad komen verschillende technieken en hulpmiddelen aan de orde die het team kunnen helpen om efficiënt te werken, zoals:

- ✦ het verrijken van BIM modellen per fase en hergebruik van die rijke informatie in elke fase van het project (ofwel: informatie zoveel mogelijk één keer invoeren en vervolgens hergebruiken, niet per fase opnieuw invoeren of het model opnieuw opzetten);
- ✦ het continu actueel en beschikbaar houden van de projectinformatie in de diverse fasen van het proces (initiatie, ontwerp, werkvoorbereiding, prijsvorming/inkoop, uitvoering en exploitatie);
- ✦ analyse-instrumenten voor het tijdig bieden van inzicht in bijvoorbeeld 'clashes' tussen elementen als dragende balken en luchtkanalen, de maakbaarheid van het bouwwerk, de bouwkosten, het energieverbruik, het binnenklimaat, enzovoort. Dergelijke analyses kunnen het projectteam helpen om beter onderbouwde beslissingen te nemen over bijvoorbeeld materiaalgebruik, energie- en installatieconcepten, duurzaamheid, enzovoort. Ook kunnen ze helpen om afstemmingsproblemen tijdens de uitvoering te voorkomen;
- ✦ open communicatieplatformen als centrale Document Management Systemen (DMS) en/of project websites, waarmee teamleden op gestructureerde wijze alle projectinformatie kunnen delen en die extra functionaliteit kunnen bieden voor het ondersteunen van het teamproces.

Samenvattend kan de leidraad de belanghebbenden bij bouwprojecten helpen om gebouwen te maken die voldoen aan de bouwtechnische eisen, in minder tijd, met minder fouten, met minder kosten en een beperkte milieu-impact.

Implementatie van BIM voor het hele project ('BIG BIM') vraagt een andere attitude van de projectbetrokkenen dan het traditionele proces. Jernigan formuleert in "BIG BIM little bim" in dit verband zeven "regels":

1. Wees zelfbewust en heb kennis van je eigen werk.
2. Sta niet te lang stil bij een mislukking of een gebrekkig proces.
3. Betrek anderen sneller in het proces, geënt op samenwerking.
4. Vergroot de kennis en productiviteit aan het begin van het project.
5. Pas het honorarium aan het gewijzigde procedure.
6. Beheer de verantwoordelijkheden en risico's.
7. Verbeter de kwaliteit en de productiviteit.

2. Project Initiatie

In dit deel van het protocol identificeren we het 'kernteam' voor de BIM-ondersteunde samenwerking. We leggen de doelstellingen vast van het project als geheel, evenals de (afgeleide) ondernemingsdoelstellingen van de verschillende participanten. We maken afspraken over de projectfasering en stellen een algemeen communicatieplan op voor alle fasen in het project.

2.1 Beschrijving van het project

Leg in een schema als in figuur 2 de belangrijkste projectgegevens vast.

Naam van het project	
Opdrachtgever/eigenaar	
Projectnummer opdrachtgever	
Adres/locatie van het project	
Beschrijving van het project	

Figuur 2: schema basis projectgegevens

2.2 Kernteam

Het gezamenlijke kernteam bestaat idealiter uit ten minste één persoon voor elke contractpartner die bij het project is betrokken, zoals: opdrachtgever, architect, constructeur, installatieadviseur en bouwbedrijf. Ook belangrijke toeleveranciers kunnen in het kernteam vertegenwoordigd zijn, als deze tevoren al bekend zijn. Noteer de gegevens van de kernteamleden in een lijst als in figuur 3.

BIM kernteam				
Contact naam	Rol/titel	Bedrijf	E-mail	Telefoon.

Figuur 3: model voor het noteren van gegevens van de kernteamleden

Het kernteam staat onder leiding van de BIM manager. Het team is verantwoordelijk voor:

- ⤴ het uitwerken van het 'Integrated Project Delivery Protocol (IPDP), bijvoorbeeld aan de hand van deze leidraad;
- ⤴ het opzetten en het inrichten van het Project Informatie Managementsysteem, inclusief bijbehorende autorisaties en beveiligingslevels;
- ⤴ het bewaken en handhaven van IPDP en de daarin vastgelegde afspraken gedurende het hele traject van ontwerp en uitvoering.

Het kernteam dient onder andere de volgende zaken vast te leggen in het IPDP:

- ⤴ de doelstellingen van het BIM in het specifieke project ("wat willen we ermee bereiken, wat willen we eruit halen?");
- ⤴ een *roadmap* voor de communicatie tussen de leden van het projectteam in de verschillende fasen van het project;
- ⤴ de fasering met mijlpalen.

In de volgende paragrafen komen deze zaken achtereenvolgend aan de orde.

2.3 Project Doelen en Doelstellingen

Zoals in de inleiding is vermeld, hoeven de doelstellingen voor BIM van individuele participanten niet overeen te stemmen met overeen te stemmen met de gezamenlijke BIM doelstellingen op projectniveau. De doelstellingen op projectniveau zijn leidend. Daarom is het goed om een lijst op te stellen van de doelstellingen die het kernteam met het gezamenlijke BIM wenst te verwezenlijken. Het gaat erom doelstellingen te identificeren die (mede) bepalend zijn voor de planning, de informatie die op enig moment in het BIM aanwezig dient te zijn en – in samenhang daarmee – de werkpakketten van participanten. Als het bijvoorbeeld de bedoeling is om in een vroegtijdig stadium mogelijke fysieke *clashes* tussen constructies en installaties te kunnen detecteren, dan moeten maatgevende installatiedelen in dat stadium zijn gemodelleerd. Dit vertaalt zich direct in een werkpakket en planning voor de installatieadviseur.

Het is belangrijk om de projectdoelstellingen voor BIM meetbaar en controleerbaar te maken. Dat wil zeggen dat per doelstelling meetbare parameters en heldere termijnen moeten worden geformuleerd. De eerste regel van figuur 4 geeft een voorbeeld

Project doelstelling	Meetbare parameters	Doelstelling gehaald	Verwachte tijdschema
Vloeiende aanbesteding voor het staal	Staal leverancier betrekken zodanig dat de fabricage eerder kan starten	Als het staal gereed is en "just in time" is geleverd	01-04-11

Figuur 4: model voor het vastleggen van BIM doelstellingen op projectniveau

Denk ook aan de verschillende analyses die het kernteam denkt te gaan uitvoeren aan de hand van het gezamenlijke BIM (en/of verschillende aspectmodellen). Voorbeelden van mogelijke analyses zijn:

- toetsing van het model aan het Programma van Eisen;
- visualisatie/visuele analyse van het ontwerp;
- bepalen van hoeveelheden;
- raming van bouwkosten;
- raming van levensduurkosten;
- clash control;
- analyse van het energieverbruik;
- simulatie van het binnenklimaat;
- brandveiligheidstoets;
- dag- en kunstlichtanalyse;
- toets op onderhoudbaarheid;
- uitvoeringsplanning;
- toets aan (bepaalde aspecten van) de bouwregelgeving.

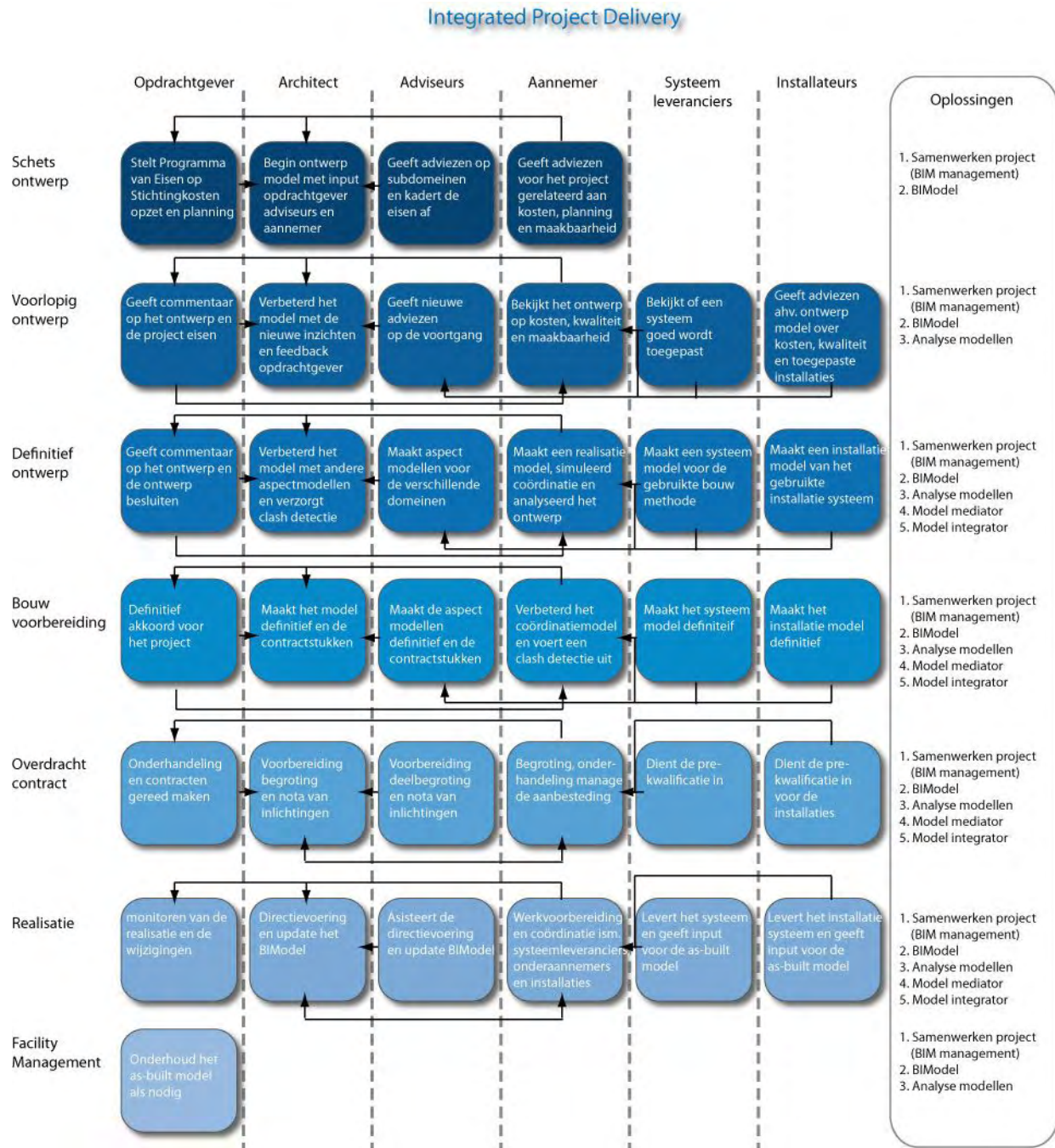
Het is belangrijk om in een vroegtijdig stadium duidelijkheid te scheppen over de analyses die in het gegeven project wel of niet moeten worden uitgevoerd. Dit is namelijk van grote invloed op de benodigde 'informatierijkheid' van het BIM moet hebben en op het antwoord op de vraag wie wanneer welke informatie dient te leveren.

2.4 Roadmap voor gezamenlijke BIM project.

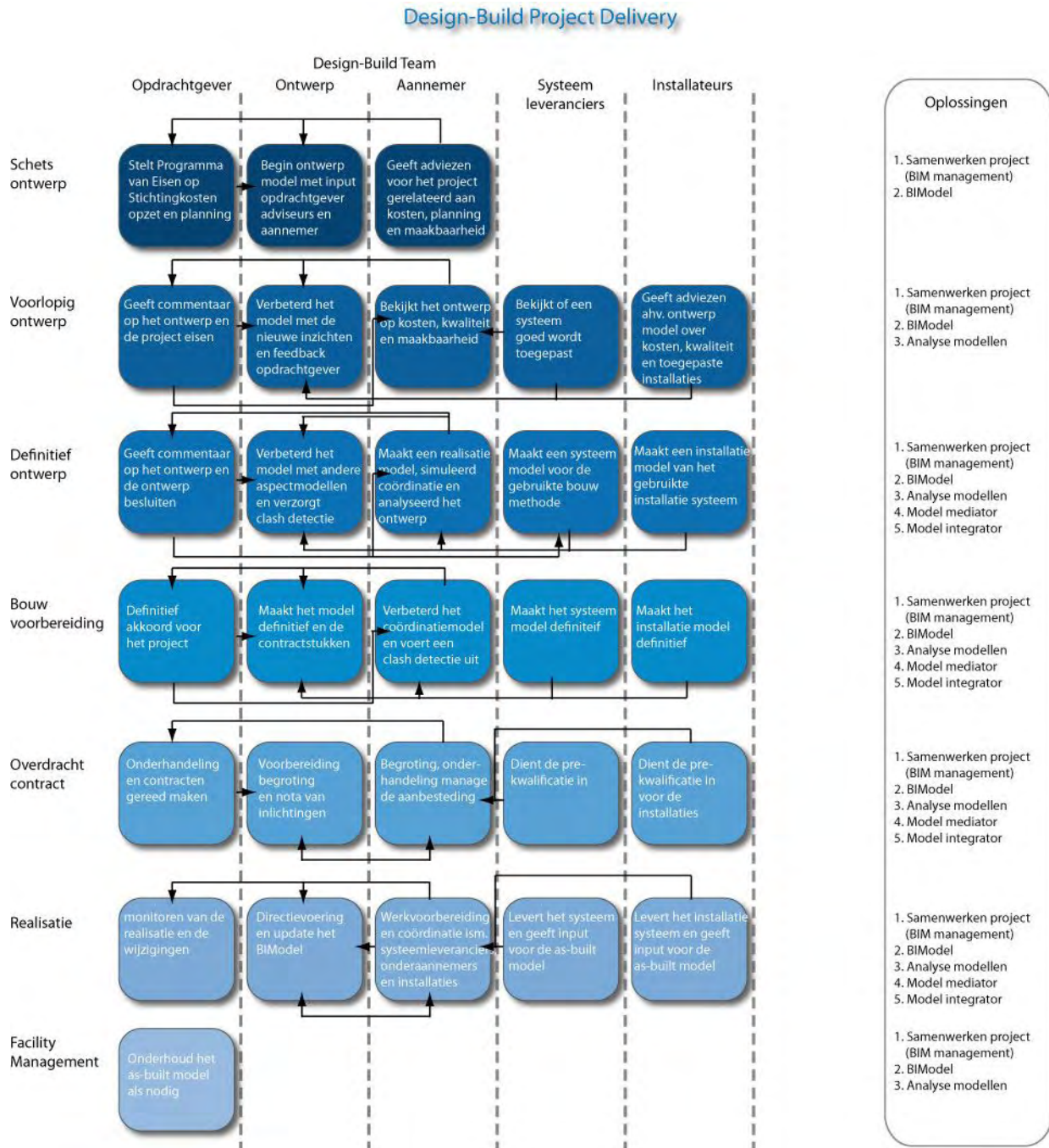
Om optimaal rendement uit het projectmanagement en het gezamenlijke BIM te halen, is het noodzakelijk om in het begin tijd te investeren in het in kaart brengen van de verwachte samenwerking en informatie-uitwisseling in de verschillende procesfasen. De projectdoelstellingen voor het BIM, zoals behandeld in paragraaf 2.3, vormen belangrijke input. Verder is de bouworganisatie- of contractvorm van belang: het spreekt vanzelf dat de samenwerking tussen projectpartners anders verloopt wanneer de uitvoerende partijen al in de ontwerpfase betrokken zijn, dan wanneer zij pas in beeld komen na een traditionele aanbesteding.

In het navolgende zijn voorbeelduitwerking van *roadmaps* gegeven voor drie bouworganisatievormen:

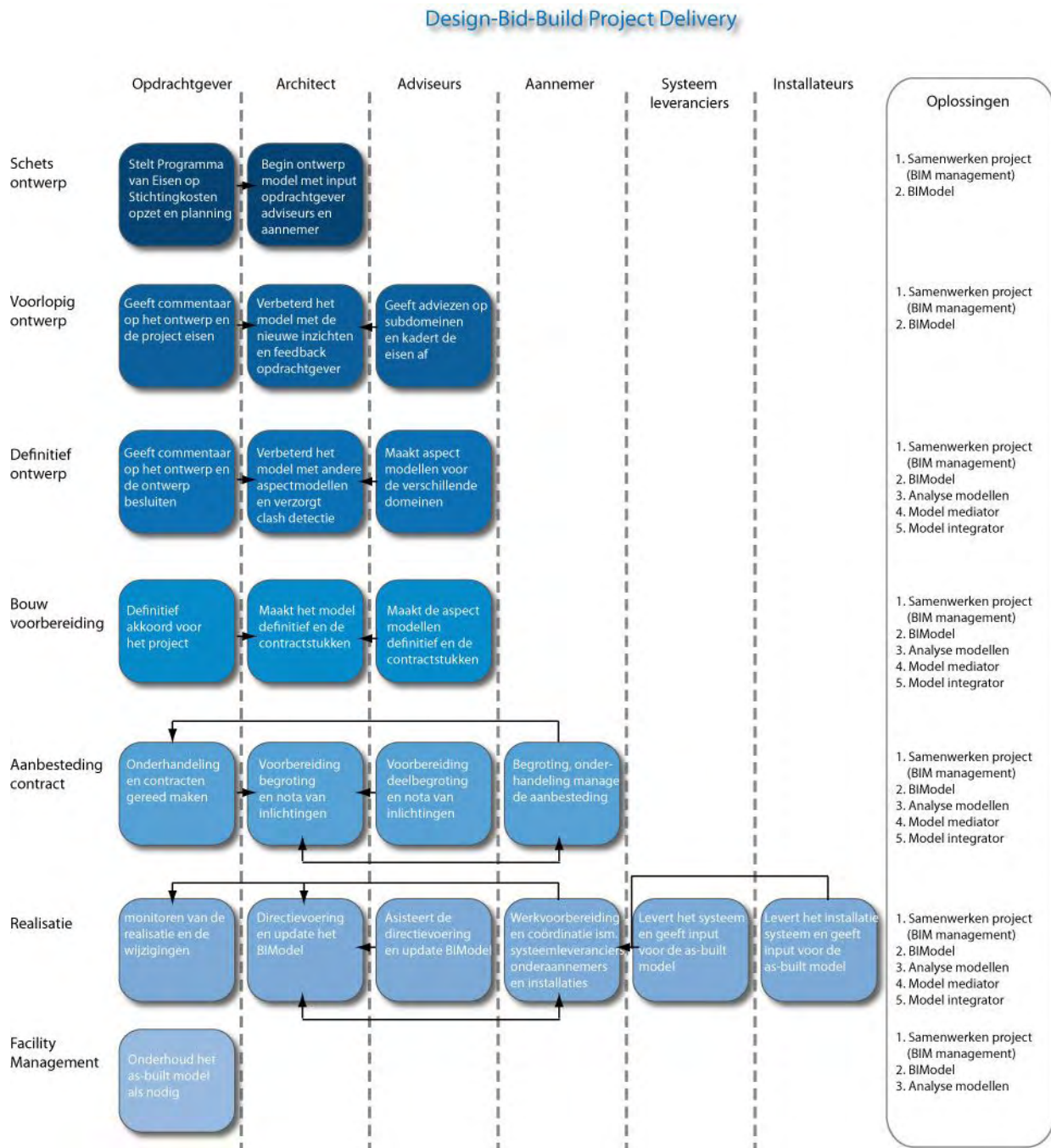
- ⤴ Integrated Project Delivery (IPD - organisatiemodel met onder andere gedeelde verantwoordelijkheid voor ontwerp en uitvoering, dat is ontwikkeld door het American Institute of Architects. Het model is gebaseerd op de gedachte dat in een werkelijk geïntegreerd, BIM-ondersteund proces alle belangrijke partijen van meet af aan en op basis van gelijkwaardigheid bij het project betrokken dienen te zijn. IPD is in de hier gepresenteerde vorm niet bekend in ons land, maar lijkt wellicht nog het meest op DBFMO – Design, Build, Finance, Maintain, Operate);
- ⤴ Design & Construct (DB – Design-Build contract, zoals op basis van de UAV-GC 2005, waarbij de verantwoordelijkheid voor ontwerp en uitvoering berusten bij één opdrachtnemende partij);
- ⤴ Design – Bid – Build (ontwerp – aanbesteding – bouw: het bouwproces met gescheiden verantwoordelijkheid voor ontwerp en uitvoering en traditionele aanbestedingsprocedure).



Figuur 5: voorbeeld roadmap voor de samenwerking en informatie-uitwisseling bij Integrated Project Delivery



Figuur 6: voorbeeld roadmap voor de samenwerking en informatie-uitwisseling bij Design & Construct (geïntegreerd contact conform UAV-GC 2005)



Figuur 7: voorbeeld roadmap voor de samenwerking en informatie-uitwisseling bij de traditionele bouworganisatievorm

De lege grafiek op de volgende pagina kunt u gebruiken om uw eigen *roadmap* samen te stellen:

1. Vul op de verticale as de fasering voor uw project in;
2. Vul op de horizontale as de participanten in (de organisaties/bedrijven die in het kernteam zijn vertegenwoordigd);
3. Vat in de vakjes in steekwoorden de taken samen die de participanten per fase dienen uit te voeren. Laat u daarbij inspireren door de voorbeelden op de vorige pagina's, maar vertaal een en ander naar de eigen projectsituatie, rekening houdend met de geformuleerde projectdoelstellingen;
4. Geef per fase met pijlen tussen de vakjes de input-output relaties tussen de taken/rollen van de participanten aan.
5. Noteer in de oplossingskolom de in te zetten softwaretoepassingen.

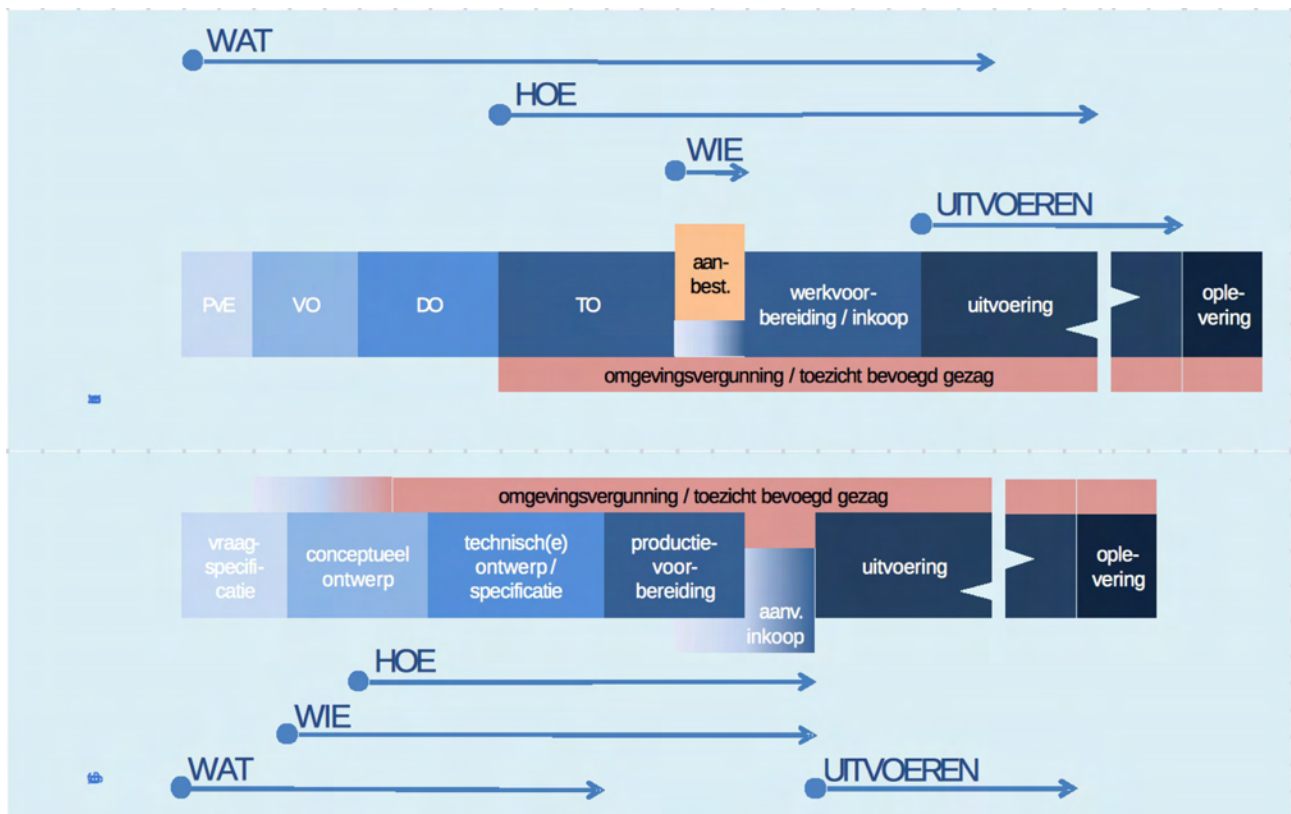
Project Samenwerkings Plan

Project team Deelnemers							Oplossingen
Project fase							

Figuur 8: invulijst projectspecifieke roadmap

2.5 Project Fasen / Mijlpalen

Het traditionele bouwproces omvat doorgaans (de levering van) het Voorontwerp (VO), het Definitief Ontwerp (DO), het Technisch Ontwerp (TO) of Bestekplan en – na de aanbesteding – de Werkvoorbereiding en de Uitvoering. Het geïntegreerde bouwproces, zoals beschreven door het *American Institute of Architects* (AIA) in de publicatie *“Integrated Project Delivery: A Guide”* uit 2007, zit anders in elkaar. Kenmerkend is hier dat de opdrachtgevende partij volwaardig lid is van het projectteam. Het Programma van Eisen (of Vraagspecificatie), dat in het traditionele proces een contractstuk is voor de opdrachtnemende partijen, maakt in het IPD-proces dan ook deel uit van de ‘integrale levering’ van het projectteam. Vervolgens wordt er relatief veel aandacht en tijd besteed aan het maken van een Conceptueel Ontwerp (uitgewerkt in 3D/BIM), dat verder gaat dan wat wij traditioneel onder het VO verstaan. In de volgende fase wordt het Conceptueel Ontwerp direct technisch uitgewerkt en gespecificeerd, zodanig dat op basis daarvan definitieve prijsvorming kan plaatsvinden en de productievoorbereiding kan starten (een aanbesteding is er niet, want de bouwer wordt al in de eerste fase geselecteerd). Figuur 9 toont het verschil tussen het traditionele, Nederlandse bouwproces en het *Integral Project Delivery* proces (IPD) volgens de AIA.



Figuur 9: verschil tussen het traditionele bouwproces en het IPD-proces volgens AIA

In Nederland kennen we het IPD (nog) niet in deze vorm. De basis voor geïntegreerde contracten in ons land is de UAV-GC 2005 (UAV-GC staat voor Uniforme Administratieve Voorwaarden voor Geïntegreerde Contracten). Het belangrijkste verschil met het IPD-proces is, dat de opdrachtgever onder de UAV-GC geen deel uitmaakt van het projectteam. De opdrachtgever maakt een (functionele) vraagspecificatie, dat fungeert als contractstuk voor de opdrachtnemende partij, die verantwoordelijk is voor zowel het ontwerp als de uitvoering. De opdrachtnemer – meestal een consortium van bedrijven – kan het proces op verschillende manieren inrichten. In de praktijk lijkt het proces doorgaans veel op het IPD-proces zoals geschetst in figuur 9 (waarbij er dus een contractuele knip zit tussen de vraagspecificatie en het Conceptueel Ontwerp). Er komen ook combinaties van het traditionele en het IPD-model voor.

Hoe dan ook, het is noodzakelijk om in een gegeven project goede afspraken te maken over de fasering en deze in een planning te zetten. Dat kan bijvoorbeeld in een tabel als in figuur 10 (de eerste regel geeft een voorbeeld).

Project Fase / Mijlpaal	Geschatte startdatum	Geschatte tijdsduur Datum	Betrokken partijen
Conceptueel Ontwerp	02-01-11	04-01-11	Opdrachtegever, A / E, Sub-adviseur, CM

Figuur 10: tabel voor vastlegging van fasering en mijlpalen

3. Opbouwplan Model

Een BIM is een groeimodel. In de loop van het bouwproces komt er steeds meer informatie aan het model te hangen. Hierbij moet worden vermeld dat het model bijvoorbeeld ook Excel sheets kan omvatten waarin informatie kan worden opgeslagen. Maar een plaatje zegt meer dan duizend woorden en een BIM model zegt meer dan duizend plaatjes. Met andere woorden: een BIM model is niet altijd één 3D model, maar een database met samenhangende gegevens over een bouwwerk, die op verschillende manieren en in verschillende documenten kunnen worden gerepresenteerd, zoals in een 3D model, in 2D-tekeningen, staten en tekstdocumenten. De database moet zodanig zijn opgebouwd, dat in al die documenten geen redundante data kunnen ontstaan. Gegevens worden in principe maar één keer ingevoerd en vervolgens ‘hergebruikt’ in de verschillende tekeningen en andere documenten die uit het model worden gegenereerd. Om dit te realiseren is het noodzakelijk om een opbouwplan te maken voor het BIM. Daarin moet onder andere worden aangegeven wanneer de projectteamleden welke *updates* van hun aspectmodellen onder elkaar dienen te distribueren.

3.1 BIM-Managers van de verschillende partners.

Elke projectpartner (opdrachtgever, architect, constructeur, installatieadviseur, uitvoerend bedrijf, enzovoort) die bijdraagt aan het BIM, moet een interne Bim-manager aanwijzen. Deze BIM-manager heeft onder andere de volgende verantwoordelijkheden:

- ⤴ het controleren en bewaken van het overeengekomen detailniveau van de informatie in het eigen aspectmodel voor elke procesfase;
- ⤴ het beoordelen en bewaken van de kwaliteit van de informatie in het aspectmodel;
- ⤴ het overdragen van data uit het aspectmodel naar andere projectpartners (“BIG BIM” team);
- ⤴ het combineren of koppelen van meerdere deel- en/of analysemodellen;
 - het deelnemen aan BIM-coördinatiesessies (toetsing van het ontwerp en het BIM);
- ⤴ het terugkoppelen/bespreken van knelpunten, intern met de eigen medewerkers en extern met het “BIG BIM team”;
- ⤴ standaardisatie van de bestandsnamen;
- ⤴ versiebeheer;
- ⤴ het *updaten* van de eigen aspectmodellen (en andere projectdocumenten) in het gezamenlijke Project Informatie Managementsysteem van het “BIG BIM team”.

Maak een lijst van de BIM-managers van de verschillende projectpartners, bijvoorbeeld volgens het model van figuur 11.

Partners Bedrijfsnaam	Naam BIM-Manager	E-mailadres	Telefoon

Figuur 11: modellijst voor het vastleggen van gegevens over BIM-managers per projectpartner.

3.2 Te ontwikkelen aspectmodellen

Het ideaalbeeld van 'BIM' is dat alle projectpartners (online) in één centraal model werken. In de praktijk is het vaak praktischer, handiger of soms zelfs noodzakelijk dat de verschillende leden van het projectteam eigen aspectmodellen maken, gericht op verschillende doelen. Architecten en adviseurs maken bijvoorbeeld aspectmodellen met als doel het ontwerp te documenteren en consistente contractstukken te genereren (tekeningen, staten, specificaties). Een bouwondernemer daarentegen maakt meer een 'assemblagemodel', gericht op het genereren van betrouwbare hoeveelheden ("4D": koppeling van het model met de begroting) en/of het simuleren van het uitvoeringsproces ("5D": koppeling van het model met de planning). In het geïntegreerde bouwproces worden de verschillende aspectmodellen idealiter in onderlinge wisselwerking ontwikkeld; waarbij de ontwerpmodellen bijvoorbeeld *input* levert aan het assemblagemodel en het assemblagemodel *input* levert aan het ontwerpmodel. De verschillende aspectmodellen moeten in de loop van het bouwproces steeds onderling worden gecoördineerd en gesynchroniseerd. Dat kan bijvoorbeeld met behulp van een BIM server en/of met speciale applicaties die modellen van verschillende herkomst met elkaar kunnen combineren en vergelijken.

Het creëren van aparte aspectmodellen kan nodig zijn op basis van contractuele verplichtingen, de verdeling van verantwoordelijkheden en aansprakelijkheden, bepaalde risicofactoren, maar ook vanwege verschillen in de opzet van elk aspectmodel. Die opzet is zeer afhankelijk van de *view* waarmee de betreffende projectpartner naar het bouwwerk kijkt. De *view* of invalshoek van de architect is bijvoorbeeld vooral die van de functionaliteit, de ruimtelijke opbouw, de verschijningsvorm en het daarmee samenhangende materiaalgebruik. De *view* van de bouwondernemer is vooral die van de bouwmethode(n), bouwvolgorde, inkoop en uitvoeringslogistiek. Daarvoor heeft hij een specifieke set gegevens nodig, die doorgaans niet in het architectenmodel zal zitten. Weer andere modellen worden specifiek gecreëerd voor constructieve analyses, een berekening van het energieverbruik of een simulatie van het binnenklimaat. Een constructeur kan de gegevens die hij nodig heeft voor constructieanalyses en -berekeningen, doorgaans niet uit het BIM van de architect halen. Daarvoor heeft hij zijn eigen constructieve model nodig, dat weliswaar is gebaseerd op en wordt gecoördineerd met het architectenmodel, maar waarin hij met name de informatie verwerkt die voor hem relevant is. Hetzelfde geldt voor de installatieadviseur.

In ieder project moeten afspraken worden gemaakt over de aspectmodellen die zullen worden gemaakt, welke partij welk model maakt en ook welke softwareapplicaties daarvoor worden gebruikt. Het aantal en aard van de aspectmodellen hangt onder andere af van de complexiteit van het bouwwerk, de projectspecifieke doelen die men heeft met het BIM, de analyses die men wil uitvoeren op basis van het BIM, de toegevoegde waarde die een bepaald model wel of niet heeft voor het project en de competenties en ervaring van de projectteamleden.

Figuur 12 laat een format zien voor het vastleggen van afspraken over te ontwikkelen (deel-) modellen. In de lijst is bij wijze van voorbeeld al een aantal mogelijke aspectmodellen ingevuld. De lijst is niet uitputtend, er zijn nog andere aspectmodellen denkbaar. Maak in overleg met de projectteamleden uw projectspecifieke lijst.

Model naam	Model content	Projectfase	Bedrijf die het model maakt	Gebruikte BIM-Software
Coördinatie Model	Bouwkundig, constructie en MEP model van het gehele gebouw	Ontwerpfase	ABC ontwerpers	Revit architecture
Civiel model				
Architectonisch model				
Constructie model				
MEP model				
Bouwkundig model				
Coördinatie Model onder aannemers				
As-built model				
.....				

Figuur 12: format voor het vastleggen van afspraken over te ontwikkelen aspectmodellen in een project

3.3 Modelcomponenten

Om de bruikbaarheid van het model en de objecten in de latere fasen van het project te waarborgen, moeten afspraken worden gemaakt over de opbouw en structuur van bestandsnamen, de gewenste nauwkeurigheid van het model, de wijze waarop eigenschappen van objecten binnen het model moeten worden vastgelegd, het gemeenschappelijke 'nulpunt' dat projectpartners voor hun aspectmodellen dienen te hanteren, detailniveau van het model per fase en eventuele uitsluitingen.

3.3.1 Bestandsnamen

Bepaal voor het project de structuur voor de bestandsnamen van modellen. De eerste regel geeft een voorbeeld.

Bestandsnamen van modellen moeten als volgt worden geformeerd
Modeltype, koppelteken, datum, bijvoorbeeld: Design-010811

Figuur 13: format voor het vastleggen van afspraken over bestandsnamen van modellen

Zie voor beproefde wijzen van benoemen van bestanden ook "Best Practices deel 1" van de Revit Gebruikersgroep (www.revitgg.nl)

3.3.2 Precisie en dimensionering

Modellen moeten een accurate dimensionering hebben, zodat ze kunnen worden gebruikt voor zowel het uitvoeren van analyses als de realisatie. Projectpartners moeten erop kunnen rekenen dat een model juist en volledig is. Het kan niettemin voorkomen, dat bepaalde elementen of componenten in een bepaalde fase nog niet volledig en accuraat zijn uitgewerkt. Het is belangrijk om daar geen misverstanden over te laten bestaan. Voeg daarom bij het model altijd een lijst met items die nog niet volledig en accuraat zijn en derhalve (nog) niet geschikt zijn voor uitvoering of montage.

Items die niet nauwkeurig genoeg zijn voor plaatsing cq. dimensioneren

Figuur 14: format voor het noteren van elementen of componenten in een model, die nog niet volledig of accuraat zijn uitgewerkt (ter informatie aan de gebruikers van het model)

3.3.3 Objecteigenschappen

De informatie die objectdefinities in het model moeten bevatten (in de vorm van in te vullen 'eigenschappen' of 'kenmerken'), is vooral afhankelijk van het beoogde gebruik van het model en de aard van de analyses die aan de hand van het model moeten worden uitgevoerd. Zie hoofdstuk 4 voor analyses die kunnen worden uitgevoerd.

Het is belangrijk dat eigenschappen of kenmerken van objecten worden ingevuld door de projectpartners die direct belang hebben bij de betreffende informatie en deskundig zijn in de betreffende materie. De architect zal bijvoorbeeld vaak als eerste vloeren, wanden en kolommen modelleren. Hij zal zich daarbij beperken tot de (voorlopige) dimensies. Van de architect mag niet worden verwacht dat hij specifieke eigenschappen van constructieve elementen invult, die de constructeur nodig heeft voor zijn constructieve analyses en berekeningen. Dat dient de constructeur zelf te doen. Het is wel belangrijk dat de architect daar bij de opzet van de objectdefinities ruimte voor reserveert (ofwel: hij dient velden te reserveren in de objectdefinities, waar de constructeur later zijn informatie kan toevoegen). Hierover moeten tevoren afspraken worden gemaakt.

3.3.4 Detailniveau

Maak met de projectpartners afspraken over het beoogde detailniveau van de aspectmodellen. Dit kan onder andere door een 'lijst van uitsluitingen' op te stellen (zie figuur 15). In die lijst worden de objecten of componenten opgenomen die niet worden gemodelleerd (bijvoorbeeld omdat bestanden anders te zwaar worden en/of omdat de extra modelleerinspanning niet in verhouding staat tot de toegevoegde waarde van het resultaat ervan). Gebruikers van het model weten dan dat ze informatie over die objecten/componenten niet uit het model kunnen halen, maar dat ze die op een andere manier boven tafel moeten krijgen. Een bekend voorbeeld is hang- en sluitwerk. In een 3D model wordt niet ieder scharnier of slot gemodelleerd. Het is sneller en handiger om de informatie over hang- en sluitwerk een andere manier in de projectdocumentatie op te nemen (bijvoorbeeld in de vorm van kenmerken van ramen en deuren of in aparte hang- en sluitwerkstaten).

Objecten/componenten die worden uitgesloten van het model
Hang- en sluitwerk
.....

Figuur 15: format voor een 'lijst van uitsluitingen' voor het noteren van componenten die niet worden gemodelleerd

Een andere manier is om af te spreken dat elk object kleiner dan (bijvoorbeeld, 20 x 20 x 20 cm) die niet worden opgenomen in het model.

3.3.5 (0,0,0) referentiepunt

Aspectmodellen kunnen worden gekoppeld of gecombineerd. Daarvoor is het noodzakelijk om voor alle aspectmodellen een gemeenschappelijk (0,0,0) referentiepunt vast te stellen. Noteer het (0,0,0) referentiepunt in een tabel als in figuur 16.

Gezamenlijk (0,0,0) referentiepunt voor het model, c.q. deelmodellen	

Figuur 16: model voor het vastleggen van het (0,0,0) referentiepunt

3.3.6 Contractstukken

Doorgaans maken projectpartners voor een project verschillende aspectmodellen, die gezamenlijk de volledig projectdocumentatie vormen. Sommige aspectmodellen worden alleen gebruikt voor het uitvoeren van analyses (zie hoofdstuk 4) en vormen geen onderdeel van het uitvoeringscontract. Andere aspectmodellen maken wel deel uit van (of vormen de basis voor) de contractstukken voor de uitvoering. In de onderstaande lijst kunt u aangeven welke aspectmodellen in uw project worden geacht deel uit te maken van de contractstukken

aspectmodellen die deel uitmaken van de contractstukken voor de uitvoering

Figuur 17: format voor het noteren van aspectmodellen die worden geacht deel uit te maken van de contractstukken voor de uitvoering

In de huidige overgangssituatie, waarin marktpartijen nog moeten wennen aan het werken met BIM, worden vaak niet de digitale modellen zelf als contractdocumenten geaccepteerd. Men geeft er vaak nog de voorkeur aan om 2D tekeningen en andere papieren documenten die uit de digitale modellen worden gegenereerd, als contractdocumenten aan te merken.

3.3.7 Planning modelontwikkeling

Het projectteam moet voor elke fase van het project een gedetailleerde planning opzetten voor de ontwikkeling van het model, c.q. het BIM. Daarin moeten onder meer de doelstellingen van het BIM, de te ontwikkelen deelmodellen en de rollen en verantwoordelijkheden van de projectpartners worden vastgelegd. Deze paragraaf bevat voorbeeldbeschrijvingen voor de diverse fasen, die voor een belangrijk deel zijn gebaseerd op het Amerikaanse IPD-model. Daarbij wordt ervan uitgegaan dat alle projectpartners, van architect t/m toeleverancier en facilitymanager, werken met op elkaar gebaseerde en aan elkaar gerelateerde BIM-modellen. Deze ideaaltypische situatie is voor het grootste deel toekomstmuziek en komt in de huidige Nederlandse bouwpraktijk niet voor. Maak daarom uw eigen projectspecifieke beschrijvingen, afgestemd op de huidige mogelijkheden, kennis en competenties. Stem de beschrijvingen bovendien af op de voor uw project vastgestelde fasering en doelstellingen.

Schetsontwerp en Voorlopig Ontwerp

Doel: Ondersteuning van het maken van een functioneel ontwerp, waarin layout, ruimtelijke ontwikkeling en verschijningsvorm van het bouwwerk zodanig worden vastgelegd, dat deze visueel kunnen worden beoordeeld en kunnen worden getoetst aan het Programma van Eisen.

[Pas de omschrijving aan uw eigen situatie aan]

Modelgebruik: In deze fase is de rol van het model vooral het ontwerpen en visualiseren van de functionaliteit van het bouwwerk en een eerste beeld te geven van de verschijningsvorm. De techniek is nog van ondergeschikt belang. Modelleer daarom zoveel mogelijk met functionele, 'materiaallose' objecten, vermijd in dit stadium nog zoveel mogelijk het invoeren van technische oplossingen. Als voorbeeld: in de 3D modellen hebben zowel binnen- als buitenwanden een scheidende functie en zien er in het model hetzelfde uit, opbouw en samenstelling zijn nog niet relevant.

Leg in relatie tot de situatie en/of bestemmingsplan het (0,0,0) referentiepunt vast ten behoeve van de coördinatie van aspectmodellen.

[Pas de omschrijving aan uw eigen situatie aan]

Verantwoordelijkheden: De architect is de meest aangewezen partij om de rol van centrale BIM Manager in de ontwerpfasen te vervullen. De architect maakt een basismodel, dat wordt gebruikt als basis en uitgangspunt voor de aspectmodellen van de verschillende adviseurs. In de VO-fase toetsen de BIM Managers van de individuele projectpartners het BIM, c.q. de aspectmodellen aan de eigen doelstellingen en afgesproken richtlijnen.

[Pas de omschrijving aan uw eigen situatie aan]

Definitief ontwerp

Doel: Ondersteuning van de uitwerking van het ruimtelijke ontwerp op basis van het goedgekeurde VO-model en 'vertaling' naar technische principeoplossingen. In het 3D model, c.q. de aspectmodellen van de verschillende adviseurs worden de functionele objecten ingewisseld voor 'technische' objecten. Bouwkundige, constructieve en installatietechnische objecten en systemen worden ingevoerd en uitgewerkt, waarbij eventuele input van leveranciers en fabrikanten kan worden meegenomen. Initiële coördinatieproblemen tussen het gebouw en de gebruikte systemen worden geïdentificeerd en in teamverband opgelost.

[Pas de omschrijving aan uw eigen situatie aan]

Model gebruik: het bouwkundig model geeft het algemene ontwerp en de indeling van het gebouw weer en fungeert als basis voor alle andere aspectmodellen, zoals het constructieve model en het installatietechnische model. De aspectmodellen worden in deze fase gebruikt om een eerste keuze van de bouw- en installatiesystemen vast te leggen en in beeld te brengen. De aspectmodellen worden gecombineerd in een coördinatiemodel, dat de ruimtelijke relaties (en eventuele *clashes*) tussen het bouwkundig ontwerp, het constructieve model en het installatietechnische ontwerp in beeld te brengen. (NB: het coördinatiemodel bevat doorgaans alleen de gegevens die de aspectmodellen gemeenschappelijk hebben. Het gaat daarbij vooral om de geometrie. Vakspecifieke data uit de aspectmodellen die voor de andere teamleden minder relevant zijn, worden doorgaans niet meegenomen in het coördinatiemodel. Om een volledig beeld te krijgen van alle informatie die over het project bekend is, moet daarom altijd naar het geheel van het coördinatiemodel én de aspectmodellen worden gekeken. Het coördinatiemodel vervangt de aspectmodellen niet, maar zorgt voor de onderlinge afstemming van de aspectmodellen.

[Pas de omschrijving aan uw eigen situatie aan]

Verantwoordelijkheden: Zodra het DO van de architect gestalte heeft gekregen, kan dit model worden ingezet als basis voor de aspectmodellen van de andere adviseurs.

De centrale BIM-manager toetst de modellen om de naleving van de eisen voor deze fase te waarborgen. Hij koppelt de aspectmodellen in een coördinatiemodel. De BIM Manager dient – in overleg met de projectpartners – dubbele of overbodige objecten te verwijderen en de naamgeving van de objecten te controleren. Het coördinatiemodel wordt – evenals de onderscheiden aspectmodellen – in het centrale Project Informatie Managementsysteem geplaatst.

[Pas de omschrijving aan uw eigen situatie aan]

Technisch Ontwerp / Specificatie

Doel: Uitwerking van het Definitieve Ontwerp tot een BIM-model dat geschikt is als basis voor de uitvoering van het gebouw. Coördinatieproblemen tussen verschillende bouwelementen en – systemen kunnen worden gedetecteerd en opgelost. Aan de hand van het model kunnen analyses worden uitgevoerd van de maakbaarheid, de kosten en de planning. In dit stadium kunnen eventuele 3D modellen van toeleveranciers worden geïmporteerd in het coördinatiemodel, ter ondersteuning van de afstemming en detaillering van verschillende deelsystemen en/of componenten. Zodra alle ontwerpbeslissingen zijn genomen en afgestemd, stuurt de centrale BIM-manager het coördinatiemodel naar alle ontwerpteamleden, zodat dezen hun eigen aspectmodellen kunnen synchroniseren en afronden.

[Pas de omschrijving aan uw eigen situatie aan]

Model gebruik: Het bouwkundige model blijft fungeren als basis voor alle andere (deel-) modellen (constructief model, installatietechnisch model, enzovoort). In het coördinatiemodel worden alle aspectmodellen gecombineerd en ruimtelijk afgestemd. De ontwerpteamleden moeten vervolgens hun eigen aspectmodellen weer in overeenstemming brengen met de laatste versie van het coördinatiemodel.

[Pas de omschrijving aan uw eigen situatie aan]

Verantwoordelijkheden: De BIM-managers van de individuele adviseurs zijn ervoor verantwoordelijk dat de aspectmodellen worden afgerond in overeenstemming met de afspraken die in het coördinatiemodel zijn vastgelegd. Zij dragen de aspectmodellen vervolgens over aan de centrale BIM-manager (doorgaans de BIM-manager van de architect). Deze ziet erop toe dat alle modellen voldoen aan de eisen die er in deze fase aan worden gesteld. Wanneer alle aspectmodellen aan de eisen voldoen, kan de centrale BIM-manager ze opnieuw combineren in een update van het coördinatiemodel. Het coördinatiemodel en de aspectmodellen vormen aan het einde van deze fase samen de technische specificatie van het ontwerp. Het ontwerp wordt met andere woorden tot in detail gespecificeerd, zodat er geen misverstand kan bestaan over wat er wordt bedoeld.

De BIM-manager draagt het coördinatiemodel en aspectmodellen (en/of de daaruit gegenereerde bestekdocumenten) over aan zijn collega van de bouwer, die nu de rol van 'centrale BIM-manager' overneemt.

[Pas de omschrijving aan uw eigen situatie aan]

Productievoorbereiding

Doel: De bouwer gebruikt het BIM (de aspectmodellen en het coördinatiemodel) uit de ontwerpfase als basis voor het uitvoerings- of assemblagemodel. Toeleveranciers gebruiken als basis voor hun eigen productiemodellen en voor het toetsen van de maakbaarheid op componentniveau. .

[Pas de omschrijving aan uw eigen situatie aan]

Model gebruik: De modellen, c.q. de bestekdocumenten uit de ontwerpfase worden gebruikt als basis voor de definitieve prijs- en/of contractvorming voor de uitvoering. Het uitvoerings- of assemblagemodel wordt vooral gebruikt voor het analyseren van de opbouw van het bouwwerk, het bepalen van de hoeveelheden, het calculeren van de kosten en het plannen/simuleren van het uitvoeringsproces.

[Pas de omschrijving aan uw eigen situatie aan]

Verantwoordelijkheden: De BIM-managers van de architect en de adviseurs zijn gezamenlijk verantwoordelijk voor het genereren van de bestekdocumenten op basis van de laatste versies van hun aspectmodellen en het coördinatiemodel. De BIM-manager van de bouwer stuurt het uitvoerings- of assemblagemodel naar de toeleveranciers en onderaannemers. Deze maken op basis van het uitvoeringsmodel hun eigen productiemodellen, die (in de ideale situatie) de traditionele productietekeningen vervangen. De BIM-manager van de bouwer integreert de productiemodellen in zijn uitvoerings- of assemblagemodel.

[Pas de omschrijving aan uw eigen situatie aan]

Uitwerking inbreng leveranciers en inkoop

Doel: Het herzien van het uitvoeringsmodel op basis van feedback van de toeleveranciers en het herzien en afronden van de ontwerpmodellen (coördinatiemodel en aspectmodellen uit de ontwerpfase) op basis van feedback van de bouwer en toeleveranciers.

[Pas de omschrijving aan uw eigen situatie aan]

Model gebruik: De ontwerpmodellen worden voor de laatste keer aangepast naar aanleiding van eventuele nieuwe inzichten die in de productievoorbereiding zijn opgedaan. Het uitvoeringsmodel wordt geactualiseerd en gebruikt de laatste analyses van de maakbaarheid, de kosten, de planning en de coördinatie van toeleveranciers.

[Pas de omschrijving aan uw eigen situatie aan]

Verantwoordelijkheden: De BIM-manager van de architect koppelt de wijzigingen terug naar de leden van het ontwerpteam. De BIM-managers van de adviseurs passen hun aspectmodellen dienovereenkomstig aan en dragen ze weer over aan de architect. De BIM-manager van de architect maakt een definitieve update van het coördinatiemodel.

[Pas de omschrijving aan uw eigen situatie aan]

Uitvoering

Doel: Het definitieve, geüpdate coördinatiemodel is de basis voor het vaststellen van meer- en minderwerk en/of voor het doorvoeren van wijzigingen op verzoek van de opdrachtgever. Het projectteam houdt de ontwikkeling van meer- en minderwerk bij via het Project Informatie Managementsysteem. Het uitvoeringsmodel dient ter voorbereiding van de bouwactiviteiten en dient naderhand te worden doorontwikkeld tot een *as built* model.

[Pas de omschrijving aan uw eigen situatie aan]

Model gebruik: het coördinatiemodel wordt tijdens de uitvoering als zich onvoorziene omstandigheden voordoen (zoals programmawijzigingen vanwege de opdrachtgever of knelpunten die bij de uitvoering aan het licht komen. Via het model worden in feite ook de bestekdocumenten actueel gehouden. Het *as built* model wordt gebruikt om te documenteren hoe het gebouw daadwerkelijk is uitgevoerd.

[Pas de omschrijving aan uw eigen situatie aan]

Verantwoordelijkheden: De BIM-manager van de architect houdt samen met de adviseurs het meer- en minderwerk bij, bereidt besluitvorming voor en past dienovereenkomstig het coördinatiemodel aan. De BIM-manager van de bouwer ontwikkelt in samenwerking met de leveranciers en onderaannemers het *as built* model.

[Pas de omschrijving aan uw eigen situatie aan]

Facility Management

Doel: Het *as built* model kan veel toegevoegde waarde bieden voor het facility management. Het model geeft immers aan hoe het gebouw daadwerkelijk in elkaar zit! Wanneer de facility manager of beheerder vroegtijdig bij de opbouw van het *as built* model wordt betrokken, kan hij erop toezien dat het model straks optimaal in zijn informatiebehoefte kan voorzien.

In de gebruiksfase dient de BIM-manager van de beheerder het facilitymodel te actualiseren na bijvoorbeeld herindelingen, verbouwingen of aanpassingen aan de installaties.

[Pas de omschrijving aan uw eigen situatie aan]

Model gebruik: het *as built* model geeft weer hoe het gebouw daadwerkelijk is uitgevoerd. Dit model wordt verder 'opgewerkt' om het geschikt te maken voor ondersteuning van het beheer van gebouw en installaties. Wijzigingen in gebouw en installaties die in de loop van de beheerfase worden doorgevoerd, moeten in het model worden verwerkt.

[Pas de omschrijving aan uw eigen situatie aan]

Verantwoordelijkheden: De BIM-manager van de beheerder dient het model actueel te houden.

[Pas de omschrijving aan uw eigen situatie aan]

4. Analyseplan

Aan de hand van een Bouw Informatie Model (c.q. aspectmodellen en coördinatiemodel) kunnen diverse analyses worden uitgevoerd. Het is aan te bevelen om bij de contractvorming met de verschillende projectteamleden te bepalen voor welke soorten analyses het BIM zal worden gebruikt in het project. Bij de ontwikkeling van de aspectmodellen en het coördinatiemodel kan er dan voor worden gezorgd dat zoveel mogelijk relevante informatie alvast wordt ingebouwd. Dat maakt het uitvoeren van de analyses eenvoudiger en efficiënter.

4.1 Analysemodellen

In de totale scope van het project is altijd een bepaald aantal analyses nodig. In deze paragraaf is een aantal mogelijke analyses beschreven. Sommige analyses kunnen worden uitgevoerd op basis van de bestaande BIM-modellen (aspectmodellen, coördinatiemodel). Voor andere analyses moet soms een speciaal model worden gemaakt (uiteraard gebaseerd op de bestaande BIM-modellen). De kwaliteit van de analyses is in hoge mate afhankelijk van de kwaliteit van de informatie en de mate van gedetailleerdheid van het BIM. Daarom is het nodig dat degene die een bepaalde analyse zal uitvoeren, tevoren kan aangeven aan welke eisen de informatie in het BIM daarvoor moet voldoen.

4.1.1 *Kostencalculatie*

Uit de eigenschappen van de objecten die in het BIM zijn gedefinieerd, worden gegevens gehaald als hoeveelheden, oppervlak en inhoud te halen. Deze informatie kan één op één worden overgenomen in een kostencomputatiepakket. Hiervoor is het nodig dat de oorspronkelijke modelleur relevante informatie opneemt in zijn BIM-model. De objecten kunnen bijvoorbeeld worden voorzien van een WBS (*work breakdown system*) classificatie.

4.1.2 *Planninganalyse*

Met een planninganalyse is het mogelijk om het tijdschema en de uitvoeringsvolgorde te bepalen. Het resultaat kan weer gebruikt worden om de aansluiting tussen bouwdelen en de detaillering aan te passen aan de volgorde van de uitvoering. De keuze voor een andere volgorde of andere samenstelling van componenten kan de realisatie soms drastisch verkorten. Door een planning te koppelen aan het 3D model is het mogelijk om het uitvoeringsproces te simuleren en als in een versnelde film te visualiseren (dit wordt wel '4D' genoemd). Het is nog niet mogelijk om de objecten in een 3D model een interactie te laten aangaan met de planningsanalyse.

4.1.3 *Clash Detection*

Clash detectie wordt uitgevoerd om een model of aspectmodellen van één gebouw te controleren op interferenties of conflicten tussen verschillende bouw- en installatiedelen. Om faalkosten tijdens de uitvoering te kunnen verminderen, is het belangrijk om *clashes* in een vroegtijdig stadium, liefst al in de ontwerpfase op te sporen. Om een *clash* detectie goed te laten werken is het absoluut noodzakelijk om sluitende afspraken te maken over het (0,0,0) referentiepunt te maken.

4.1.4 *Visualisatie*

3D visualisatiesoftware helpt het projectteam en belanghebbenden om een goed beeld te krijgen van het eindproduct. Juist een goede visualisatie met de mogelijkheid dat belanghebbenden zelf virtueel door het 3D model kunnen wandelen, kan zaken aan het licht brengen die anders in de uitvoering als voldongen feit zouden zijn ervaren. Visualisatie helpt bij het opbouwen van een accuraat BIM.

4.1.5 Duurzaamheidsanalyse / energieanalyse ('LEED')

Duurzaamheidsanalyses, bijvoorbeeld op basis van *Green Building* of BREEAM criteria, en energieverbruikanalyses kunnen het projectteam helpen het BIM, c.q. het ontwerp te optimaliseren. Er zijn (en komen) analysetools beschikbaar, die gebruik maken van data uit het BIM. De situering van ramen ten opzichte van de zon heeft bijvoorbeeld een grote impact op het energieverbruik van het gebouw. Meestal kan het bouwkundige BIM-model worden gebruikt voor de analyse van het energieverbruik, mits het model goed is gepositioneerd ten opzichte van het echte Noorden. Ook de materiaaleigenschappen uit de objectdefinities in het model kunnen worden gebruikt voor het valideren van het project op het aspect duurzaamheid.

4.1.6 Constructieanalyse

Constructieanalyse tools kunnen worden gebruikt om de constructieve eigenschappen van het model te analyseren. Krachtenanalyseprogramma's maken gewoonlijk gebruik van de eindige elementen methode (EEM). De systeemlijnen van het object worden hiertoe voorzien van krachteigenschappen. De betreffende tool moet *compatible* zijn met het aspectmodel voor het constructieve ontwerp om in een iteratief proces te kunnen ontwerpen en berekenen.

4.1.7 Overige analyses

Naast bovengenoemde analyses is er nog een aantal te noemen, zoals daglichtanalyse, akoestische analyse, warmteverliesberekeningen, windonderzoek en de analyse van lichtsnelheden in kanalen en ruimten. Vaak worden deze analyses uitgevoerd op vereenvoudigde modellen, die speciaal voor dat doel worden gemaakt.

4.2 Gedetailleerd analyseplan

Afhankelijk van de analyses die in een project moeten worden uitgevoerd, kan een lijst worden opgesteld van aspectmodellen die moeten worden gemaakt. Het is het belangrijk om vooraf afspraken te maken over de bestandsformaten, omdat niet alle analysetools overweg kunnen met alle mogelijke formaten. Ook is het belangrijk om vast te leggen wanneer (in welke fasen) de verschillende modellen beschikbaar moeten zijn voor het uitvoeren van de analyses. Daarnaast kunnen nog speciale instructies in de tabel worden opgenomen, zoals (verwijzingen naar specificaties van) de informatie die minimaal in een model moet zijn opgenomen om de analyse te kunnen uitvoeren.

Analyse	Analysis Tool	Model	Analyse bedrijf	Projectfase	Bestand formaat	Speciale instructies
Visualisatie						
Constructie						
Clash Detection						
Calculatie						
Planning / 4D						
Kosten-analyse						
Energie / LEED						
Daglicht / Verlichting						
.....						

Figuur 18: format voor plannen van analyses op basis van het BIM

Speciale instructies

Om bepaalde analyses te kunnen uitvoeren, zijn specifieke eisen of instructies nodig. Dat is vooral aan de orde, als de partij die de analyse uitvoert en andere is dan de partij die het betreffende aspectmodel maakt. De projectpartner die de analyse uitvoert moet de eisen en instructies derhalve communiceren met de projectpartner die het model maakt.

Analyses die speciale instructies vergen	Gedetailleerde Speciale instructies

Figuur 19: format voor het vastleggen van instructies t.b.v. specifieke analyses

5. Samenwerkingsplan

Het maken van een samenwerkingsplan in een zo vroeg mogelijk stadium zorgt ervoor dat projectteamleden efficiënter communiceren en beter informatie delen. Hierdoor haalt het projectteam meer voordeel uit het werken met het Project Informatie Managementsysteem (PIM). Dit bespaart tijd en verhoogt de ROI (Return on Investment). Het best kan gebruik worden gemaakt van een PIM dat is afgestemd op de bouw. Goede voorbeelden zijn PIM van STABU, Bouwlogics en IBIS4Projects. Die maken gebruik van de onderstaande functionaliteiten.

5.1 Document Management

Het Document Managementsysteem (DMS) bestaat uit een goede mappenstructuur in het gezamenlijke PIM. Het DMS biedt projectteamleden de mogelijkheid om de documenten te uploaden, te downloaden, vast te zetten voor bewerking, goed versiebeheer uit te voeren, selecties te maken en documenten te voorzien van annotaties en documenten te laten zien zonder te openen. In het DMS kan door middel van autorisaties precies worden geregeld welke projectteamleden wat met welke documenten mogen doen. Het kernteam stelt de autorisaties vast.

5.1.1 Machtigingen en toegang

Het kernteam van het project moet beslissen wie toegang heeft tot welke documenten hij toegang toe heeft. In een tabel als in figuur 20 is dit te regelen door in een lijst van mappen of *directories*, aan te geven wat de inhoud per map is en welke machtigingen of autorisaties eraan hangen.

Mappen	Content	Machtiging
Tekeningenmap	Alle projecttekeningen	Uploaden toegestaan, downloaden niet voor opdrachtgever
Begrotingen, financieel overzicht	Stichtingskosten	Niet zichtbaar voor onderaannemers.

Figuur 20: format voor het aangeven van autorisaties in een DMS

5.1.2 Onderhoud mappenstructuur

Hoewel de mappenstructuur en machtigingen moeten worden vastgesteld door het kernteam, is de projectstelsysteembeheerder verantwoordelijk voor het opzetten van de structuur en het onderhoud van het systeem.

5.1.3 Mededelingen van nieuwe content

Bepaalde groepen, individuele projectteamleden of het hele projectteam kunnen worden gewaarschuwd wanneer er nieuwe *content* in het PIM staat. In de melding moet worden aangegeven welke gegevens nieuw of bijgewerkt zijn, voor wie ze zijn bedoeld.

Dit kan worden vastgelegd in een tabel als in figuur 21. De eerste regel geeft een voorbeeld.

Map	Activiteit	Groep die gewaarschuwd moet worden
Tekeningen	Upload en revisie	Het gehele projectteam

Figuur 21: format voor het melden van wijzigingen in content in het DMS

5.1.4 Naamgeving van bestanden

In hoofdstuk 4 van dit document, Modelcomponenten, Bestandsnamenstructuur, is al aangegeven dat het belangrijk is om afspraken te maken over de naamgeving van bestanden. Alle bestanden moeten een unieke naam krijgen, waaruit af te leiden is wat de inhoud is. Vermijd het gebruik van de datum in de naamgeving. Een PIM onthoudt zelf de datum en maakt zelf een (nieuw) versienummer aan. Sommige bestanden moeten steeds dezelfde naam houden om het als 'recept' steeds weer opnieuw te kunnen inladen in het BIM, een aspectmodel of analyse model.

In de tabel van figuur 22 kunnen afspraken over de naamgeving van bestanden in het DMS worden genoteerd. De eerste regel geeft een voorbeeld.

Bestands type	Naamgeving
Kosten calculatie	Locatie, koppelteken, Initialen, koppelteken, Beschrijving (bijvoorbeeld: Parking Deck-ABC-stichtingkosten)

Figuur 22: format voor het noteren van afspraken over bestandsnamen in een DMS

5.2 Projectwebsite

Alle elektronische communicatie tussen het kernteam en de betrokken organisaties verloopt via het PIM. Binnen dit systeem moeten alle onderlinge mail, discussies via het forum etc. kunnen worden bewaard. Van alle projectgerelateerde e-mails aan derden moet een kopie in het PIM worden gezet. Ook opmerkingen op tekeningen die op de projectwebsite staan, moeten terug te vinden zijn in het PIM.

5.3 Ontwerp viewer

Op het PIM is het mogelijk om het controleproces in het ontwerp- en bouwproces efficiënt te laten verlopen. De betrokken partijen kunnen inloggen, documenten openen en het ontwerp efficiënt beoordelen, opmerkingen achterlaten, problemen verwerken, en rapportages van *clash* detecties plaatsen. Data uit de *clash* detectie kunnen direct op de projectwebsite worden gezet en door de verschillende partners worden verwerkt. Door gebruik te maken van zogenaamde 'signaleringsboxen' in de verschillende modellen is het ook mogelijk om rechtstreeks *clashes* te melden en te verwerken. De verschillende verantwoordelijke partners kunnen de opmerkingen verwerken in nieuwe revisies en PIM kan de verwerking van de opmerkingen bijhouden.

Als het plaatsen en verwerken van opmerkingen een terugkomende activiteit is, kan hier desgewenst een standaard *workflow* van worden gemaakt (zie figuur 22).

Model	Controle bedrijf	Geschatte controle start tijd	Controle compleet	Duur van de gehele controle
MEP	Constructeur Architect	08-08-10	22-08-10	14 dagen

Figuur 22: format voor het vastleggen van afspraken over de workflow

5.4 Aanbestedingsprocedure

Voor een snelle, efficiënte aanbesteding kunnen alle relevante documenten in een aparte 'ruimte' op het PIM worden gezet. Aanbidders kunnen toegang krijgen tot deze ruimte om de documenten te downloaden of te laten afdrukken door een reprobbedrijf. Zij krijgen automatisch een waarschuwing wanneer documenten zijn gewijzigd.

6. Softwareselectie

Voor een optimaal resultaat, raden we u aan te kiezen voor BIM-*tools* die voldoen aan de volgende criteria.

6.1 Model bouwen

Het gereedschap voor het bouwen van een model moet zijn gebaseerd op een database platform, dat het opzetten van parametrische en informatierijke objecten mogelijk maakt. Bij het 'parametrisch modelleren' moeten afhankelijke koppelingen tussen verschillende objecten automatisch worden bijgewerkt wanneer er wijzigingen worden aangebracht in één van de betreffende objecten. Aangezien het ontwerp afkomstig kan zijn van meerdere partijen, moet het gereedschap geschikt zijn om BIM-bestanden fysiek of via verwijzingen te koppelen en te delen. De BIM-technologie moet in staat zijn om 2D-tekeningen te genereren (onder andere om contractdocumenten en bouwaanvragen – in de huidige overgangperiode – te laten voldoen aan nu nog gebruikelijke eisen). Het systeem moet het uitwisselingsformaat IFC (Industry Foundation Classes) als output kunnen genereren. IFC is een open standaard, die is ontwikkeld door de International Alliance for Interoperability (IAI, tegenwoordig BuildingSMART geheten). IFC 2x3 is bij de meeste pakketten als Revit, Archicad, Vectorworks, Tekla, Alplan, Digital projects, DDS etc. gecertificeerd opgenomen. De nieuwe standaard IFC 2x4 (nov. 2010), waarin de installatie objecten ook zijn meegenomen wordt aankomend jaar ook verwacht in de software pakketten, maar het duurt meer dan een jaar dat het ook gecertificeerd op is genomen.

6.2 Modelintegratie

Om modellen van de verschillende projectpartners te kunnen combineren, is een *model viewer* nodig die zo mogelijk alle bestandsformaten, maar in ieder geval IFC-bestanden kan inlezen en combineren. Zo'n *tool* kan ook worden gebruikt voor modelsimulaties. De *tool* moet de gebruiker in staat te stellen om bijvoorbeeld virtueel door het gebouw te lopen (*real-time walkthroughs*) en de uitvoering te simuleren door het koppelen van een 3D model aan een planning. Een *tool* als NavisWorks kan tenminste de volgende bestandsformaten openen en combineren: .Dwg, .DWF, .Dxf, .Zat, .IFC, .DGN, .PRP, .Prw, .IPT, .IAM en .IPF bestandstypen. Pakketten als SolibriChecker, Navisworks en de gratis IFC server (inclusief viewer) van TNO werken uitsluitend met de open standaard IFC.

6.3 Clash Detectie / Modevaluatie

De *clash detection tool* moet een *clash* controle uitvoeren op een of meerdere 3D bestanden van het ontwerp. Een clash is niet altijd dat het ene object het andere object raakt. Voor de clash controle is het maken van regel sets, bv. ee kanalen moeten een vrije ruimte hebben van 4 cm in de sparing, essentieel. Het systeem moet in staat zijn om *clash* detectierapport te genereren in ofwel .Xls, .Csv of .Xml-formaat. De verslagen moeten een lijst van *clashes* met visueel bewijs kunnen leveren. *Tools* die aan deze criteria voldoen, zijn NavisWorks en SolibriChecker.

6.4 Modelvisualisatie

Visualisatiesoftware kan worden gebruikt door projectteamleden (of ten behoeve van belanghebbenden) die niet de volledige functionaliteit van het BIM-model nodig hebben. De visualisatie *tool* moet de gebruiker in staat stellen om in het ontwerp rond te kijken, in te zoomen en door het model te navigeren. Meestal zijn deze programma gratis te gebruiken. Voorbeelden van gratis *viewers* zijn 3D PDF, NavisWorks Freedom (leest alleen NavisWorks bestanden), DWF viewer, Solibri Viewer en de IFC *viewer* van TNO.

6.5 Modelplanning

Een 4D planning *tool* om de uitvoering van het gebouw te visualiseren. De *tool* moet de gebruiker om de assemblage van het gebouw op basis van de planning te simuleren. De *tool* moet kunnen worden gekoppeld met standaard planningsystemen zoals Microsoft Project of PrimaVera.

6.6 Kostencalculatie

Een calculatie *tool* wordt gebruikt om hoeveelheden uit het BIM te genereren voor de kostencalculatie en voor de inkoop van materialen, componenten en systemen. De *tool* moet in staat zijn om, telkens wanneer het BIM-model wordt gemuteerd, de begroting aan te passen (bijvoorbeeld aan de hand van ‘recepten’).

6.7 Project Informatie Managementsysteem

Een gezamenlijk PIM kan bestaan uit één of meerdere softwarepakketten. Voor een optimaal resultaat moet het PIM:

- ✦ webgebaseerde of *web enabled* zijn, zodat alle relevante, geautoriseerde projectteamleden op afstand bestanden kunnen openen;
- ✦ verschillende machtigingsprofielen voor verschillende leden en groepen van het projectteam ondersteunen;
- ✦ alle onderlinge communicatie lopen via e-mail laten verlopen (dit betreft zowel de berichten die projectteamleden elkaar sturen als e-mailberichten die het systeem zelf genereert);
- ✦ projectteamleden in staat stellen om zelf een mappenstructuur op te zetten en die te voorzien van machtigingen voor uploaden, downloaden *viewen* en wijzigen.
- ✦ een *viewer* bevatten waarmee het projectteam de volgende bestandsformaten kan zien: .DWG, .DGN, .PLT, .DWF, .Pdf, .Jpg, .Doc, .Xls;
- ✦ een forum bieden voor het stellen van vragen, het voeren van discussies enzovoort;
- ✦ de mogelijkheid bieden om in tekeningbestanden (en andere digitale documenten) opmerkingen te plaatsen deze automatisch te melden aan de auteur;
- ✦ een faciliteit bieden voor het maken van een *workflow* , onder andere voor de *routing* van tekeningen voor controle.

	Software-component	Model	Software programma	versie
	Maken BIM-model	Bouwkundig ontwerp		
	Maken BIM-model	Civiel ontwerp		
	Maken BIM-model	Constructief ontwerp		
	Maken BIM-model	MEP ontwerp		
	Maken BIM-model	Coördinatie		
	Maken BIM-model	as-build		
	Model integratie			
	Model evaluatie			
	Model visualisatie			
	Model Planning			
	Calculatie			
	Project informatie systeem			
	Facility Management			

Figuur 23: formaat voor het vastleggen van in te zetten software tools

Appendix

Definities en termen gebruikt in dit protocol:

BIM. COINS. IFC. MVC. PAIS. PIM. Om onduidelijkheid weg te nemen, heeft TNO het BIM woordenboek samengesteld. U kunt het kosteloos bestellen. (www.tno.nl)

Ook te vinden in digitale vorm: <http://www.slideshare.net/berlotti/20100719-bimwoordenboek2edrukdefinitief>