

**Aan de slag met BIM;
gewoon doen!
Handreiking Virtueel Bouwen**





RRBouwrapport 144



Aan de slag met BIM; gewoon doen!

Handreiking Virtueel Bouwen

Drs.ing. Jan Straatman, Balance & Result Organisatie Adviseurs
Willem Pel, Balance & Result Organisatie Adviseurs
Ing. Hans Hendriks, de BIMspecialist

Zoetermeer, mei 2012

Stichting Research Rationalisatie Bouw
Postbus 340
2700 AH Zoetermeer

ISBN: 978-90-78963-16-5



Voorwoord

Samenwerking tussen verschillende partijen leidt in veel branches tot grote voordelen op velerlei gebieden. Momenteel zet ook de bouwsector grote stappen, onder meer op het gebied van Bouw Informatie Modelleren, kortweg BIM. De praktijkervaring die is neergeslagen in deze handreiking is daarvan het tastbare bewijs.

Gedurende anderhalf jaar zijn negen lid-bedrijven van Bouwend Nederland begeleid bij het zetten van stappen op hun BIM-pad. Na deze periode van intensief met elkaar uitwisselen van kennis en ervaringen, concluderen deze bedrijven dat de voordelen van het uitwisselen en delen van kennis vele malen groter is dan het mogelijke nadeel van laten meekijken in je keuken.

Deze handreiking gaat op een bijzondere wijze in op het onderwerp BIM. Al lezend krijgt u vele indrukken en ideeën aangereikt. De rode draad hierbij is de implementatie van BIM in de eigen organisatie en afstemming met andere ketenpartners. Uniek is dat de deelnemende bedrijven behoren tot het MKB en het grootbedrijf en dat de lessen zijn gebaseerd op de schat aan ervaringen die zijn opgedaan in de echte praktijk. Er zullen dus altijd parallellen zijn te vinden met uw organisatie, waardoor u dankbaar gebruik kunt maken van de 'does & don'ts' en 'how to's' die deze bedrijven met u willen delen.

Dit onderzoek is tot stand gekomen door een samenwerking met Jan Straatman en Willem Pel van Balance & Result en Hans Hendriks van deBIMspecialist. Mijn dank gaat uit naar deze mannen voor hun toewijding aan deze handreiking. Eveneens ben ik dank verschuldigd aan de deelnemende bedrijven. Door hun openheid zijn we in staat gesteld om kennis op te bouwen waarmee wij nu de bredere bouwkolom kunnen helpen. En dan 'last, but not least' wil ik RRBouw danken voor het beschikbaar stellen van de middelen om dit meerjarige project invulling te kunnen geven.

Arjan Walinga
Senior Beleidsmedewerker Brancheontwikkeling MKB
Bouwend Nederland

Management summary

Alleen toekomst mét BIM

Voor vrijwel geen enkel bedrijf in de bouwsector is het de vraag of er een toekomst is zonder BIM. De voordelen zijn zo duidelijk dat er geen twijfel meer over bestaat dat BIM noodzakelijk is om de grote hoeveelheid informatie in goede banen te leiden. De juiste informatie op het juiste moment bij de juiste partijen voorkomt bouwfouten en faalkosten. Het gebruiken en hergebruiken van eenduidige informatie voorkomt dubbel werk. Een ontwerp in 3D-BIM vergemakkelijkt de communicatie met klanten en gebruikers en is een goed hulpmiddel om de verwachtingen te managen. De gegevens uit het BIM-model zijn belangrijke informatie voor beheer, onderhoud en exploitatie. Aan deze voordelen zijn er nog vele toe te voegen.

Programma 'Virtueel Bouwen, gewoon doen!'

In de afgelopen twee jaar hebben tien bouwbedrijven BIM ingevoerd in hun bedrijf. Zij hebben daartoe samengewerkt in het programma 'Virtueel Bouwen, gewoon doen!' van Bouwend Nederland. Elk bedrijf heeft hier op zijn eigen manier aan gewerkt en kennis en ervaringen met de andere bedrijven gedeeld. Zij zijn hierbij begeleid door Balance & Result en deBIMspecialist. Deze ervaringen zijn geëvalueerd en hebben geleid tot de handreiking 'Aan de slag met BIM'.

In de praktijk blijkt dat het nog niet eenvoudig is om BIM toe te passen. Het gebruik van BIM-software vraagt om nieuwe kennis, vaardigheden en houding. De verschillende softwarepakketten zijn nog niet altijd goed op elkaar afgestemd. BIM heeft invloed op de manier waarop binnen een bedrijf en tussen ketenpartners wordt samengewerkt. De samenwerking wordt meestal beter, mits degenen die betrokken zijn bij een nieuwbouw- of renovatieproject eenduidige werkafspraken maken over de rolverdeling, bijbehorende verantwoordelijkheden en de manier waarop zij informatie uitwisselen.

Bouwstenen BIM-implementatie

Deze handreiking onderscheidt drie essentiële bouwstenen voor de invoering van BIM in een organisatie:

Bouwsteen 1 - bepaling ambitie: Wat willen we met BIM bereiken?

Een bedrijf moet bepalen wat het op korte en lange termijn met BIM wil bereiken en over welke BIM-functionaliteiten het wil beschikken. Het ligt daarbij voor de hand om de gewenste functionaliteiten aan te laten sluiten bij de strategie van de onderneming. In de praktijk komen de ideeën hierover vaak van de werkvloer en volgt de strategische inbedding later.

De haalbaarheid van deze ambitie is afhankelijk van enerzijds de kloof tussen de huidige en de gewenste positie en anderzijds de inspanningen die het bedrijf wil en kan leveren om deze kloof te overbruggen. De BIM Quick Scan is een hulpmiddel voor het bepalen van de huidige positie. De Roadmap is een hulpmiddel voor het bepalen en vastleggen van de acties die moeten worden ondernomen om de gewenste situatie te bereiken. Het is verstandig om de invoering van BIM aan te pakken als een groeimodel; een haalbare stap bepalen voor de korte termijn, vanuit een visie op de gewenste situatie op de wat langere termijn.

Bouwsteen 2 - inrichting BIM: Wat moeten we organiseren om BIM toe te kunnen passen?

Bij deze bouwsteen staat de vraag centraal wat er moet gebeuren om de organisatie geschikt te maken voor BIM. Het gaat hierbij om meer dan het aanschaffen van een softwarepakket. Men moet zichzelf vragen stellen over de noodzakelijke randvoorwaarden voor het toepassen van BIM. Bijvoorbeeld de aansluiting van BIM bij de strategie en doelstellingen van het bedrijf, de consequenties van BIM voor de organisatiestructuur, de werkwijzen en de in- en externe samenwerking. Het gaat ook om de benodigde kennis, vaardigheden en houding van medewerkers. Tot slot zijn er middelen (tijd, geld) nodig voor het invoeren van BIM. Uit de pilotprojecten blijkt dat tijd(gebrek) het tempo van de invoering van BIM in belangrijke mate bepaalt.

Het BIMmen begint vaak bij een bouwproject. Dan moeten er heldere werkafspraken worden gemaakt met de betrokken ketenpartners. Alleen dan zijn de BIM-voordelen ten volle te benutten. De partners moeten er op kunnen rekenen dat iedere betrokkene de taken en acties uitvoert zoals ze dat met elkaar hebben afgesproken. Het BIM-uitvoeringsplan is een handig hulpmiddel bij het afstemmen en vastleggen van de uitgangspunten en afspraken:

- De BIM-doelstellingen in het bouwproject en de BIM-functionaliteiten die daar bij horen.
- De informatiebehoefte van elke betrokkene per bouwfase.
- De verdeling van rollen en verantwoordelijkheden voor het leveren van bepaalde 'BIM-deliverables'.
- De koppeling en het (her)gebruik van de BIM-informatie van de verschillende betrokkenen.
- De eisen aan de uit te wisselen informatie en het BIM-model.
- De opbouw van de BIM-infrastructuur en de softwarematige inrichting van het BIM-model.

Bouwsteen 3 - leer- en veranderingsproces: Hoe gaan we aan de slag?

De vorige twee bouwstenen gaan in op de vraag wat het bedrijf wil bereiken met BIM en wat er in de organisatie moet gebeuren om BIM in te voeren. Niet minder belangrijk is de vraag hoe BIM effectief kan worden ingevoerd. Het implementeren van BIM is een leerproces of organisatieverandering. Welk pad wordt bewandeld om het management en/of de medewerkers achter de BIM-werkwijze te krijgen? Hoe helpen we hen om zich kennis en kunde eigen te maken? Het expliciet stil staan bij de hoe-vraag leidt tot een hogere acceptatie van nieuwe werkwijzen door medewerkers en ketenpartners en ze gaan hier enthousiaster mee aan de slag.

Deze drie bouwstenen zijn een adequaat fundament om de invoering van BIM doordacht aan te pakken en weloverwogen door te groeien in de BIM-toepassing.

Leeswijzer voor deze handreiking

Deze handreiking is geschreven vanuit het perspectief van middelgrote bouwbedrijven, maar is ook lezenswaardig voor architecten, adviseurs, installateurs, toeleveranciers woningcorporaties en andere opdrachtgevers.

Deze handreiking is bedoeld voor beginnende en (licht) gevorderde BIMmers. Het gebruik van jargon is zo veel mogelijk vermeden, maar beginners zullen zich toch af en toe afvragen wat bepaalde (Engelstalige) terminologie betekent. In dat geval kan de bijlage uitkomst bieden.

De handreiking kan helpen bij de oriëntatie op wat er bij komt kijken als een bedrijf of projectteam aan de slag wil met BIM. Deze kan ook behulpzaam zijn om de toepassing van BIM te verbeteren of verder uit te bouwen. Deze publicatie geeft handreikingen voor mensen en bedrijven met een flinke BIM-ambitie. Degenen met een bescheiden BIM-ambitie kunnen al te diepgravende informatie laten voor wat het is.

De snelle lezers die alleen geïnteresseerd zijn in de hoofdlijn, kunnen de kaders laten voor wat ze zijn. Degenen die vooral een indruk willen krijgen van de visie op, ervaringen met en aanpak van BIM in de alledaagse praktijk van bouwbedrijven vinden juist in de kaders veel van hun gading.

Alle hoofdstukken zijn even relevant, maar laten zich afzonderlijk lezen. Het begint met begripsvorming, vervolgt met de vraag hoe men zich de nieuwe, andere werkwijze kan eigen maken en tot slot de handreiking hoe en welke afspraken de betrokkenen in het projectteam met elkaar moeten maken om succesvol te zijn.

In hoofdstuk 2 komt aan de orde wat we onder BIM verstaan en waarom BIM zo belangrijk is voor de sector. In dit hoofdstuk is ook een indruk gegeven van de stand van zaken met betrekking tot BIM op basis van een korte enquête die eind 2011 is uitgevoerd, als herhaling van een enquête eind 2010.

Hoofdstuk 3 gaat in op de manier waarop een bouwbedrijf de invoering van BIM kan aanpakken. Voor de implementatie zijn drie bouwstenen benoemd: de ambitiebepaling, de inrichting van de organisatie en het leer- en veranderingsproces.

Hoofdstuk 4 geeft een beknopte beschrijving van de negen praktijkprojecten (één bedrijf is afgefallen). In kort bestek komen een beschrijving van het project, de BIM-doelstellingen, de samenwerking met ketenpartners en de leerervaringen aan de orde.

Hoofdstuk 5 geeft praktische informatie over uitgangspunten en afspraken in BIM-projecten. Dit hoofdstuk laat zich min of meer lezen als een BIM-uitvoeringsplan waarin alle uitgangspunten en werkafspraken tussen ketenpartners zijn vastgelegd.

De bijlagen bevatten een begrippenlijst, verwijzingen naar interessante informatiebronnen voor verdiepende informatie en een verantwoording.

Inhoudsopgave

1	Virtueel Bouwen, BIM; de aanleiding	10
1.1	Uitdagingen en kansen	10
1.2	Omvangrijke, complexe informatiestromen	10
1.3	BIM niet meer te stuiten	10
1.4	Sector kan zetje gebruiken	11
1.5	Gewoon doen!	11
2	Wat is BIM?	12
2.1	Afbakening	12
2.1.1	Begrippen	12
2.1.2	Little BIM of Big BIM	13
2.1.3	Meerdere BIM-modellen, maar gecoördineerd en gesynchroniseerd	13
2.2	Waarom BIM?	14
2.3	De praktische voordelen	16
2.4	Hoe staat BIM ervoor in Nederland?	17
2.5	Wat is er nodig om te kunnen BIMmen?	21
2.6	Beperkingen	22
3	Aan de slag met BIM	23
3.1	Groeien naar nieuwe routines	23
3.2	BIM-implementatie, aanpak met drie bouwstenen	23
3.3	Bouwsteen 1: Bepaling ambitie	24
3.3.1	Beschikbare mogelijkheden met BIM	24
3.3.2	BIM Quick Scan (nulmeting, bepaling uitgangspositie)	25
3.3.3	Doelstellingen	29
3.3.4	Roadmap	30
3.4	Bouwsteen 2: Inrichting van de organisatie rondom BIM	32
3.4.1	Strategie	32
3.4.2	Organisatie	32
3.4.3	Middelen (resources, business case)	33
3.4.4	Mentaliteit en cultuur	34
3.4.5	Opleiding	35
3.4.6	Informatiestromen, standaarden en gereedschappen (tools)	36
3.5	Bouwsteen 3: Leer- en veranderingsproces	36
3.5.1	Succesvol veranderen	36
3.5.2	Richtlijn voor de invoering van ICT in bouwprojecten	47
3.5.3	Leerproces	49
4	Praktijkprojecten BIM	47
4.1	Toepassing van BIM in de praktijk	47
4.2	De voortrekkers van BIM	47
4.3	Praktijkprojecten BIM	48
4.3.1	Dura Vermeer: PCS-bouwconcept	48
4.3.2	Era Contour: Co-Green - Overtoomseveld (Amsterdam)	50
4.3.3	Heddes Bouw & Ontwikkeling: Unielocatie Rotterdam	52
4.3.4	Hendriks Bouw en Ontwikkeling: 'i Livin' @ Jan van Cuyckstraat'	54
4.3.5	Mertens Bouwbedrijf: Nieuwbouw Sporthal Noord (Nijmegen)	56
4.3.6	Pellikaan Bouw: Nieuwbouw Annie MG Schmidt-school te Hilversum	58
4.3.7	Smit's Bouwbedrijf: omzetten gietbouwdraaiboeken in 3D en pilot drie woningen	60
4.3.8	Ter Steege Bouw Rijssen: De Motketel (Wehl)	62
4.3.9	Waal Bouw: Nesselande	64
4.4	De ervaringen in de praktijkprojecten	66

5	Uitgangspunten en afspraken in BIM-projecten	67
5.1	BIM-uitvoeringsplan	67
5.1.1	Starten met heldere afspraken	67
5.1.2	Opzet BIM-uitvoeringsplan	67
5.2	Projectinformatie	68
5.3	Projectorganisatie	68
5.4	Projectdoelen en BIM-toepassing	70
5.5	BIM-functies	71
5.6	BIM-deliverables	73
5.7	BIM-proces, -rollen en -bevoegdheden	75
5.8	BIM-model afspraken	78
5.8.1	Samenwerking	78
5.8.2	Werkafspraken	79
5.9	BIM-modelstructuur	79
5.9.1	Consistente 2D- en 3D-tekeningen genereren uit 3D-modellen	79
5.9.2	Mate van detail per fase	79
5.9.3	Codering en demarcatie van objecten	80
5.9.4	Eenduidig nulpunt en gebouwrotatie ('Shared coordinates')	82
5.9.5	Naamgeving van objecten, openBIM-conventies	82
5.10	BIM-kwaliteitsbeheersing	82
5.10.1	Urenbudget en planning	82
5.10.2	Kwaliteitscontrole en keuringsplan	82
5.10.3	Risicoanalyse in relatie tot BIM	83
	Bijlage 1: Mate van detail, Level of Development	85
	Bijlage 2: Little BIM en Big BIM	86
	Bijlage 3: Verantwoording	88
	Bijlage 4: Betrekken organisaties en personen	89
	Bijlage 5: Begrippenlijst	90
	Bijlage 6: Informatiebronnen en literatuur	92

1 Virtueel Bouwen, BIM; de aanleiding

1.1 Uitdagingen en kansen

De gefragmenteerde bouwsector levert tal van uitdagingen voor de organisatie van het bouwproces, procesbeheersing en communicatie met de klant. Dat het niet altijd lukt om deze het hoofd te bieden blijkt uit de talloze berichten over kwaliteit en faalkosten in de bouw. De sector wil hier verandering in brengen.

Bovendien biedt de markt bouwbedrijven voortdurend nieuwe kansen. De sector wordt klantgerichter en speelt in op nieuwe markt vragen zoals renovatie en onderhoud, de levering van concepten en totaaldienstverlening (niet alleen bouwen, maar ook ontwerpen en/of exploiteren). Er wordt steeds meer gebouwd in een bebouwde omgeving, waarbij gebouwen of infrastructuur in gebruik blijven. Hinder moet daarbij zoveel mogelijk worden vermeden. De wens om faalkosten te verminderen en om in te spelen op de nieuwe opgave stelt hoge eisen aan de samenwerking, de organisatie van het bouwproces en de beheersing van de informatiestromen. Deze publicatie is een handreiking voor het laatste: het invoeren van BIM¹ of Virtueel Bouwen in de organisatie van met name bouwbedrijven in de burgerlijke en utiliteitsbouw. Ofschoon de voorbeelden ontleend zijn aan de B&U, zijn de methodieken die in deze publicatie aan de orde komen ook van toepassing op de GWW.

1.2 Omvangrijke, complexe informatiestromen

De bouwsector ontwikkelt zich tot een kennisintensieve sector waarin organisaties in een ingewikkelde omgeving samenwerken aan complexe bouwprojecten. Het hedendaagse bouwen gaat gepaard met grote informatiestromen tussen de samenwerkende partijen. Om deze in de juiste banen te leiden, is er behoefte aan geavanceerde informatiesystemen waar mensen graag mee werken en die een probleemloze informatieuitwisseling mogelijk maken binnen bedrijven en tussen bedrijven in de bouwketen. Als de informatievoorziening namelijk niet adequaat is, dan leidt dat tot onbeheersbare processen, vermindering van de kwaliteit van het eindproduct, faalkosten en juridische conflicten. Het komt ook het werkplezier niet ten goede. Een adequate informatievoorziening schept bovendien mogelijkheden voor innovatie en strategische vernieuwing.

1.3 BIM niet meer te stuiten

BIM kan zich verheugen in een toenemende belangstelling van de ontwerpende, uitvoerende en toeleverende bouw. Rond de eeuwwisseling ontstonden de eerste initiatieven. De nieuwe ontwikkelingen werden door de voorlopers gedeeld in onder andere de Bouwspiegelbijeenvakkomsten. In dezelfde tijd werd een groot initiatief gelanceerd onder de noemer "De bouw gaat digitaal". Er ontstond een groot aantal onderzoeksprojecten en platforms, zoals VISI, COINS, Cheops, BuildingSMART, ETIM en S@les in de bouw. Drie jaar terug nam een aantal partijen het initiatief om de krachten te bundelen en de uitrol van BIM in een versnelling te brengen. De Bouw Informatie Raad is het resultaat van deze krachtenbundeling.

De ervaringen in de afgelopen decennia leren dat het voor veel bedrijven nog niet eenvoudig is om de transformatie te maken van spreadsheet naar een volledig geïntegreerd bouwwerkinformatiemodel. Met vallen en opstaan leren de betrokkenen hoe zij progressie kunnen maken. Een belangrijk verschil met de beginperiode is dat steeds meer partijen ervan doordrongen zijn dat BIM een doorslaggevende facilitator kan zijn voor vernieuwing van de processen in de bouw, effectievere en efficiëntere samenwerking in de keten en voor integraal ontwerpen en bouwen. Hierdoor is de uitrol in een versnelling terechtgekomen. Steeds meer bedrijven zijn op zoek naar de mogelijkheden van BIM voor hun ondersteunende systemen en naar de manier waarop zij deze in hun bedrijfsprocessen kunnen inbedden. Deze systemen worden de laatste jaren steeds geavanceerder en worden een steeds belangrijker hulpmiddel om bouwwerken integraal te kunnen ontwerpen, realiseren en exploiteren. Deze manier van werken wordt aangeduid als Virtueel Bouwen of BIM.

¹⁾ De termen Virtueel Bouwen en BIM worden in de praktijk vaak door elkaar gebruikt omdat ze niet of nauwelijks in betekenis verschillen. Bij Virtueel Bouwen denken we meer aan de activiteiten en bij BIM meer aan het model. Voor de eenduidigheid gebruiken we in deze rapportage zo veel mogelijk de term 'BIM' voor beide begrippen omdat deze term het meest is ingeburgerd.

Zeker bij geïntegreerde contracten waarbij ontwerpen en bouwen, en soms beheren, in één hand liggen, levert BIM onmiskenbaar voordelen door een betere beheersing van informatie.

1.4 Sector kan zetje gebruiken

De Stichting Research Rationalisatie Bouw (RRBouw), gelieerd aan Bouwend Nederland, onderkent het belang van BIM voor bouwondernemers; BIM stelt hen in staat om nieuwe markten te betreden, zich te ontwikkelen tot dienstverlener en om hun processen te optimaliseren voor een betere kwaliteit en een hoger rendement. Ook voor werknemers is BIM van belang; het biedt hen mogelijkheden om zich te ontwikkelen en te bekwalen in een moderne, toekomstgerichte manier van werken.

De barrières voor het invoeren van BIM zijn voor veel bedrijven echter hoog. Daarom hebben RRBouw en Bouwend Nederland twee jaar terug het initiatief genomen om de toepassing van BIM samen met de voorlopers te gaan stimuleren door middel van het programma 'Virtueel Bouwen, gewoon doen!'.

RRBouw en Bouwend Nederland hebben daarnaast de rol op zich genomen om de verworven kennis en inzichten door te sluizen naar de sector om uiteindelijk een breed draagvlak te creëren voor het toepassen van dit soort geavanceerde hulpmiddelen en werkwijzen. Door de vele samenwerkingsrelaties in de bouwprocesketen wordt BIM namelijk pas echt effectief als alle partijen in de keten zich deze manier van werken hebben eigen gemaakt en in hun bedrijfsprocessen hebben geïntegreerd.

1.5 Gewoon doen!

Ofschoon er veel hulpmiddelen voor BIM beschikbaar zijn, komt de toepassing daarvan nog maar traag op gang. De innovators (kopgroep) experimenteren en de vroege adopters passen de beschikbare hulpmiddelen geheel of gedeeltelijk toe. De trage diffusie van BIM heeft nauwelijks te maken met de beschikbaarheid van instrumentarium, maar vooral met mensen en organisaties.

Kader 1: Technologie of sociologie

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

C. Hardy, Director, Office of Project Delivery at GSA Public Buildings Service Minnesota

In het programma 'Virtueel Bouwen, gewoon doen!' zijn tien bedrijven die zich vooral toeleggen op de burgerlijke- en utiliteitsbouw eind 2010 aan de slag gegaan met BIM. Ze hebben zelf bepaald met welke ontwikkelingsstap zij aan de slag wilden en in welk tempo. Omdat BIM nog in een vroege ontwikkelingsfase zat, lag de nadruk op de invoering van BIM in eigen bouwprojecten, waarbij soms andere afdelingen of bedrijven werden betrokken.

De deelnemende bedrijven hebben een ontwikkelingsstap gemaakt in de echte praktijk. Het programma 'Virtueel Bouwen, gewoon doen!' was daardoor geen studieproject, maar een praktijkproject, en een typische vorm van 'Action Learning' of 'Action Research'. Voor de meeste bedrijven is de deelname aan het programma een opstap om BIM organisatiebreed, bedrijfsoverstijgend of op sectoraal niveau te gaan toepassen.

2 Wat is BIM?

2.1 Afbakening

2.1.1 Begrippen

Bij BIM maken de betrokken partijen voor het ontwikkelen, ontwerpen, bouwen of exploiteren gebruik van een BIM-model (zie *Figuur 1 en Kader 2*). In het BIM-model worden informatie en afspraken vastgelegd voor het ondersteunen van de samenwerkende partijen in het primaire bouwproces en gedurende de levenscyclus van bouwwerken.²

Figuur 1: Levenscyclus bouwwerk



Tijdens de ontwerpfase leggen de betrokken partijen alle relevante informatie vast in het BIM-model. Tijdens de realisatiefase maken de uitvoerende partijen optimaal gebruik van de productinformatie uit de ontwerpfase. In de realisatiefase wordt de proces- en productinformatie verder verrijkt, zodat alle informatie wordt vastgelegd die in de beheerfase nodig is voor het beheren en onderhouden van het bouwwerk.

In het BIM-model (zie *Kader 2*) ligt alle relevante informatie gedurende de gehele levenscyclus van een bouwwerk vast:

- Alle betrokken partijen werken met dezelfde informatie. Deze informatie wordt in principe één keer ingevoerd in de database (het integrale 3D-BIM-model) en is consistent (eenduidig) en non-redundant (geen doublures).
- De informatie is continu beschikbaar en altijd actueel.
- De informatie heeft betrekking op de vorm (geometrie) van het bouwwerk en op de eigenschappen van het object (bouwwerk).
- In de loop van het bouwproces groeit de hoeveelheid informatie die in het BIM-model is opgenomen. Deze informatie bestaat niet alleen uit het 3D-model, maar ook uit alle bijbehorende gegevens in de database (2D-tekeningen, documenten, staten; de 'deliverables').³

Kader 2: BIM-definities

BIM is samenwerken en informatie delen, zodanig dat alle relevante informatie gedurende de levenscyclus wordt opgeslagen, gebruikt en beheerd en die wordt ondersteund door een en/of meerdere digitale (3D) gebouwmodellen. Alle bij het bouwproces betrokken partijen werken met dezelfde informatie en zien van elkaar wat er gebeurt. De informatie is altijd actueel en continu voor alle betrokken partijen beschikbaar.

Om spraakverwarring te voorkomen, wordt onderscheid gemaakt in een BIM-methodiek, een BIM-model en een BIM-datadefinitie:

- BIM-methodiek of -proces: de toepassingen van het BIM-model, werkprocessen en modelleermethodes om specifieke, herhaalbare en betrouwbare gegevens ('deliverables') uit de modellen te halen.
- BIM-model (het product): een of meer digitale (3D) gebouwmodellen waarin alle data gedurende de levenscyclus is vastgelegd. De gegevens hebben betrekking op de fysieke en functionele kenmerken van het bouwwerk. Het BIM-model fungeert als gedeelde kennis- en informatiebron ten behoeve van beslissingen gedurende de levenscyclus van het bouwwerk.
- BIM-datadefinitie: de eisen en normen aan de toepassing van BIM en de uitwisseling van gegevens. Deze zorgen ervoor dat zowel zender als ontvanger de uitgewisselde gegevens kunnen begrijpen en interpreteren.

²⁾ "Aan de slag met Virtueel Bouwen; verkenning", Balance & Result, 2009

³⁾ Zie de begrippenlijst in de bijlage.

2.1.2 Little BIM of Big BIM

Het maakt nogal wat uit of een bedrijf BIM toepast binnen het eigen bedrijf, of dat het BIM gebruikt over de bedrijfsgrenzen heen. In het eerste geval wordt gesproken over 'Little BIM'. De bouwer zet dan bijvoorbeeld de 2D-tekeningen van de architecten om in 3D en gebruikt deze voor de eigen toepassingen. Als BIM wordt gebruikt voor het uitwisselen van 3D-informatie tussen verschillende partijen in de bouwprocesketen, dan spreekt men van 'Big BIM'. 'Big BIM' heeft in veel gevallen meer toegevoegde waarde, maar stelt ook hogere eisen aan de samenwerkende partijen. *Bijlage 2* geeft hiervan een indruk.

2.1.3 Meerdere BIM-modellen, maar gecoördineerd en gesynchroniseerd

Tijdens de ontwerpfase werken verschillende disciplines samen aan het ontwerp. Iedereen in het BIM-team kan met dezelfde software werken (*zie kader 3*), of met eigen software. Indien alle disciplines in één centraal BIM-model werken, dan worden de bestanden erg groot. Dat komt de werkbaarheid niet ten goede. Daarom kiest men er in de praktijk meestal voor om te werken met verschillende aspectmodellen (disciplinemodellen).

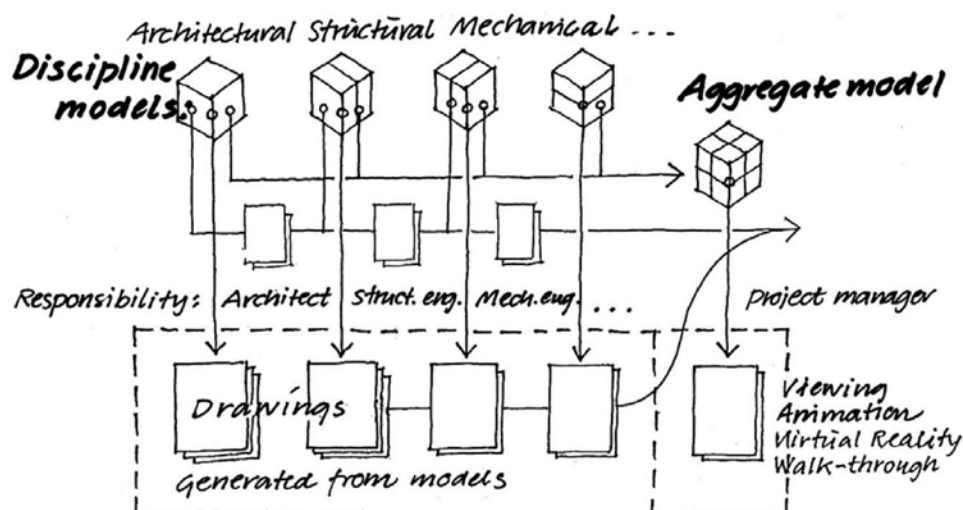
Architecten, constructeurs en adviseurs maken bijvoorbeeld aspectmodellen met als doel om 'clashes' te detecteren, het ontwerp te documenteren of consistente contractstukken te genereren (tekeningen, staten, specificaties). Een bouwbedrijf maakt een 'assemblagemodel' voor het genereren van betrouwbare hoeveelheden voor een koppeling met de begroting (4D) of voor een koppeling met de planning voor het simuleren van het uitvoeringsproces (5D).

In een geïntegreerd bouwproces worden de aspectmodellen in onderlinge wisselwerking door de betrokkenen ontwikkeld. De ontwerpmodellen leveren dan bijvoorbeeld 'input' voor het assemblagemodel, dat op zijn beurt weer 'input' levert aan het ontwerpmodel.

Het werken met aspectmodellen heeft een extra voordeel. De leden van het BIM-team hoeven elkaar dan niet te verplichten om van dezelfde software gebruik te maken. Het bevordert een gelijk werk- en denkniveau van alle betrokken partijen omdat iedere discipline verantwoordelijk blijft voor het eigen ontwerpdeel. Tegelijkertijd is een integrale benadering van het ontwerp mogelijk vanaf de eerste fase van het ontwerpproces.

De aspectmodellen moeten in de loop van het bouwproces periodiek onderling worden gecoördineerd en gesynchroniseerd. Dat kan bijvoorbeeld met behulp van een BIM-server of met speciale applicaties die modellen van verschillende herkomst met elkaar kunnen combineren tot één integraal 3D-model ('aggregate model') en vergelijken (*zie Tabel 1*). Dit maakt verschillende BIM-functies mogelijk, zoals 'clash'-detectie, simulaties en ontwerpbeoordelingen. Hierdoor kunnen al in een vroeg stadium discrepanties in de modellen van de verschillende disciplines opgespoord en verwerkt worden.

Figuur 2: Samenhang van aspectmodellen en het integraal 3D-model



Kader 3: Werken met dezelfde software in één bestand

De 'Central File' met 'Worksets'

Indien alle partijen in het BIM-team gebruikmaken van dezelfde software, dan bestaat de mogelijkheid om te werken in een gecombineerd bestand ('Central File'). Hierin worden de elementen (gebouwddata) van de verschillende disciplines (architect, constructeur, installateur, leverancier en aannemer) verdeeld over diverse 'Worksets', zoals bijvoorbeeld een Constructieve Workset, een Bouwkundige Workset en een Installatie Workset.

Indien partijen niet met dezelfde software werken, dan werken zij in aspectmodellen per discipline, die periodiek worden gecombineerd tot een integraal 3D-BIM-model.

Aparte aspectmodellen kunnen nodig zijn vanwege contractuele verplichtingen, de verdeling van verantwoordelijkheden en aansprakelijkheden, bepaalde risicofactoren, maar ook vanwege verschillen in de opzet van elk aspectmodel.

De opzet van een aspectmodel is afhankelijk van de invalshoek ('view') waarmee de betreffende projectpartner naar het bouwwerk kijkt. Een architect is bijvoorbeeld vooral geïnteresseerd in de functionaliteit, de ruimtelijke opbouw, de verschijningsvorm en het daarmee samenhangende materiaalgebruik. De constructeur wil kunnen beoordelen of de constructies voldoen. De bouwer heeft vooral belangstelling voor de bouwmethod(e)n, bouwvolgorde, inkoop en uitvoeringslogistiek.

Elke gebruiker van het BIM-model heeft voor zijn toepassing een specifieke set gegevens nodig, die doorgaans niet in het architectenmodel is opgenomen. Bijvoorbeeld voor constructieve analyses, berekening van het energieverbruik of simulatie van het binnenklimaat. Constructeurs kunnen de benodigde gegevens voor constructieanalyses en berekeningen doorgaans niet uit het BIM-model van de architect halen. Daar heeft hij zijn eigen constructieve model voor nodig, dat weliswaar is gebaseerd op het architectenmodel, maar waarin hij de informatie verwerkt die voor constructieberekeningen relevant is. Hetzelfde geldt voor de installatieadviseur.

Welke aspectmodellen gewenst zijn, hangt af van de complexiteit van het bouwwerk, de projectspecifieke BIM-doelen en de gewenste analyses op basis van het BIM-model. Per project moeten hierover afspraken worden gemaakt (zie hoofdstuk 5).

2.2 Waarom BIM?

Ondernemers willen BIM om de volgende redenen:

- BIM schept nieuwe mogelijkheden voor ondernemers om nieuwe producten of diensten te ontwikkelen of nieuwe markten te betreden.
- Het is vrijwel de enige manier om in technisch complexe projecten of ingewikkelde omgevingen de juiste informatie op het juiste moment bij de juiste personen te brengen. De huidige ontwikkelactiviteiten op het gebied van BIM richten zich nog hoofdzakelijk op de ontwerpfase van het product c.q. bouwwerk. Bij BIM is op afzienbare termijn de gehele levenscyclus in beeld, niet alleen het ontwikkel- en ontwerpproces, maar ook het uitvoerings-, beheer- en exploitatieproces.
- Er is een snellere uitwisseling van eenduidige gegevens mogelijk, met kortere ontwerp- en bouw tijden, minder ontwerp- en bouw fouten en minder faalkosten, bijvoorbeeld door simulatiemogelijkheden.

Het is gereedschap voor bouwprocesmanagement dat kan leiden tot een verhoging van de productiviteit en vermindering van faalkosten. Het is gereedschap voor integraal bouwen, het optimaliseren en integreren van het gebouw- en installatieconcept, het toetsen van het ontwerp aan bouwregelgeving, het sturen van samenwerkingsprocessen in de procesketen. Hierdoor is het mogelijk om de toegevoegde waarde voor de klant te optimaliseren en het onderscheidend vermogen voor het bouwbedrijf te vergroten.

De toepassing van de BIM-methodiek staat niet alleen. Het nodigt uit om de samenwerking te verbeteren en om de werkprocessen te optimaliseren. Het is een remedie tegen de nadelen van een sterk versnipperde bouwketen; de fouten die ontstaan door gebrekkige samenwerking, communicatie

en informatie-uitwisseling. Er zijn andere samenwerkingsvormen mogelijk, die ondernemers kansen bieden om zich te onderscheiden, met bijbehorende verdienmodellen en verdeling van risico's. De voordelen van de BIM-methodiek komen tot uitdrukking bij traditionele contracten op basis van bestek en tekeningen. Ze komen nog sterker naar voren bij ketensamenwerking of geïntegreerde contracten, zoals Design & Construct. Dat is ook de reden waarom opdrachtgevers zoals de Rijksgebouwendienst en Rijkswaterstaat BIM gaan eisen in geïntegreerde contracten (*Kader 4*).

Kader 4: Rijksgebouwendienst eist BIM

Toepassing BIM in contracten en aanbestedingen

"De Rijksgebouwendienst is voornemens de BIM norm in verschillende contract- en aanbestedingsvormen voor te schrijven.

In DBFMO contracten (Design-Build-Finance-Maintain-Operate) wordt de BIM norm van toepassing verklaard door een desbetreffende prestatie-eis op de nemen in de outputspecificatie....

Globaal komt die dienst hierop neer dat de opdrachtnemer vanaf het moment van ingebruikname van het gebouw het gebouwmodel en de daaruit geëxporteerde bestanden permanent actueel houdt en beschikbaar stelt aan de opdrachtgever. ... De Rijksgebouwendienst stelt eisen aan inrichting, betrouwbaarheid en veiligheid van die omgeving.

Voorafgaand aan de gebruiksfase dient ook al informatie conform de BIM norm te worden aangeleverd. Deze informatie wordt vooralsnog echter niet gebruikt ter beoordeling van de inschrijvingen."

[Website Rijksgebouwendienst , www.rgd.nl, december 2011]



2.3 De praktische voordelen

In de vorige paragraaf is ingegaan op de strategische vraag waarom een bedrijf zou kunnen kiezen voor BIM. Op de werkvloer komen de volgende praktische voordelen tot uitdrukking:

- Er is een vroegtijdige en accurate visualisatie mogelijk van het ontwerp. Deze visualisatie is toe te passen in de communicatie met de toekomstige eigenaren en gebruikers, in het keuzeprocess en de besluitvorming.
- Het is eenvoudig om wijzigingen door te voeren of ontwerpalternatieven uit te werken. Alle wijzigingen zijn meteen voor iedere betrokkene eenduidig beschikbaar.
- Met BIM is het eenvoudiger om in de ontwerpfase te optimaliseren, bijvoorbeeld door varianten door te rekenen op het gebied van energieprestaties of duurzaamheid.
- Het ontwerp kan worden getoetst op de functionele eisen die gesteld zijn in het programma van eisen, het beschikbare budget, het vereiste kwaliteitsniveau en de planning.
- Integratie en synchronisatie van ontwerp en constructieplanning ten behoeve van de simulatie en visualisatie van het bouwproces. Deze simulatie maakt het mogelijk om het uitvoeringsproces te optimaliseren.
- Uit het BIM-model kunnen hoeveelhedenstaten worden gegenereerd voor kostenramingen en begrotingen.
- De BIM-methodiek stelt de betrokkenen in staat om vroegtijdig ontwerpfouten te ontdekken en te corrigeren door middel van 'clash'-detectie. Het ontwerp kan worden getoetst op maakbaarheid met 'clash'-detectie, waardoor bouwfouten en faalkosten worden voorkomen.
- Het is mogelijk om in elke fase van het bouwproces nauwkeurige en consistente 2D-tekeningen te genereren. De mate van detail wordt hoger naarmate het bouwproces vordert.
- Het BIM-model levert leveranciers en onderaannemers de benodigde specificaties en hoeveelheden. Met BIM kan de productie in de prefabricage worden aangestuurd.
- Het BIM-model kan de gegevens leveren voor het uitzetten van de maatvoering.
- BIM maakt een strakke productieplanning mogelijk, waarbij de benodigde middelen 'just in time' worden ingezet (Lean Bouwen).
- Het BIM-model bevat alle informatie over de toegepaste materialen en installaties voor de gebruiksfase, onderhoud en beheer.

Kader 5: BIM en renovatie

BIM wordt momenteel voornamelijk ingezet voor nieuwbouwactiviteiten. Ofschoon de bestaande situatie drempels opwerpt, zal BIM in de nabije toekomst ook bij renovatie grote voordelen bieden bij bijvoorbeeld simulaties. Met zich snel ontwikkelende laserscantechnologie kan de bestaande situatie worden vastgelegd.⁴

Figuur 3: Visualisatie vergemakkelijkt communicatie met gebruikers



2.4 Hoe staat BIM ervoor in Nederland?

Balance & Result heeft eind 2010, samen met de BIMspecialist en SBR de markt gevraagd hoe zij aankijken tegen BIM.⁵ Eind 2011 is deze enquête herhaald onder 260 respondenten.⁶

Een groot deel van de respondenten is al bekend met BIM en vindt dat ze in de toekomst niet zonder kunnen. In de inventarisatie van 2010 gaf 27% aan dat BIM ver was doorgevoerd in hun bedrijf. Het is opvallend dat dit in 2011 is opgelopen tot 39%. BIM krijgt kennelijk in steeds meer bedrijven een plaats. Een groot deel (87%) van de respondenten zegt echter dat BIM in de keten nog niet ver is doorgevoerd (zie *Figuur 4*).

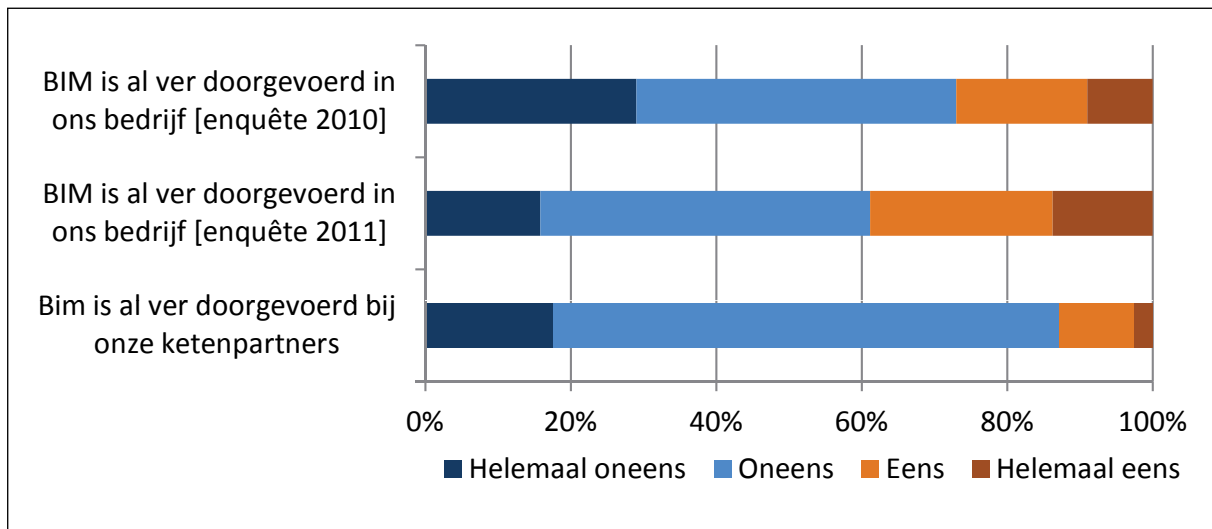
Figuur 5 geeft een beeld van de BIM-functionaliteiten die volgens de respondenten nu al van belang zijn of dat binnen 1 à 2 jaar zullen worden. Uitwisseling van documenten en tekeningen, 'clash'-detectie, 2D-tekeningen genereren uit 3D-BIM-modellen, tekenen in 3D, visualisatie, calculatie, bepalen van hoeveelheden, procesoptimalisatie en kwaliteitsbeheersing scoren hoog. Meer dan 80% van de ondervraagden verwacht dat deze functionaliteiten nu al van belang zijn of dat op korte termijn zullen worden.

4) Zie bijvoorbeeld http://nl.wikipedia.org/wiki/3D_laserscanning.

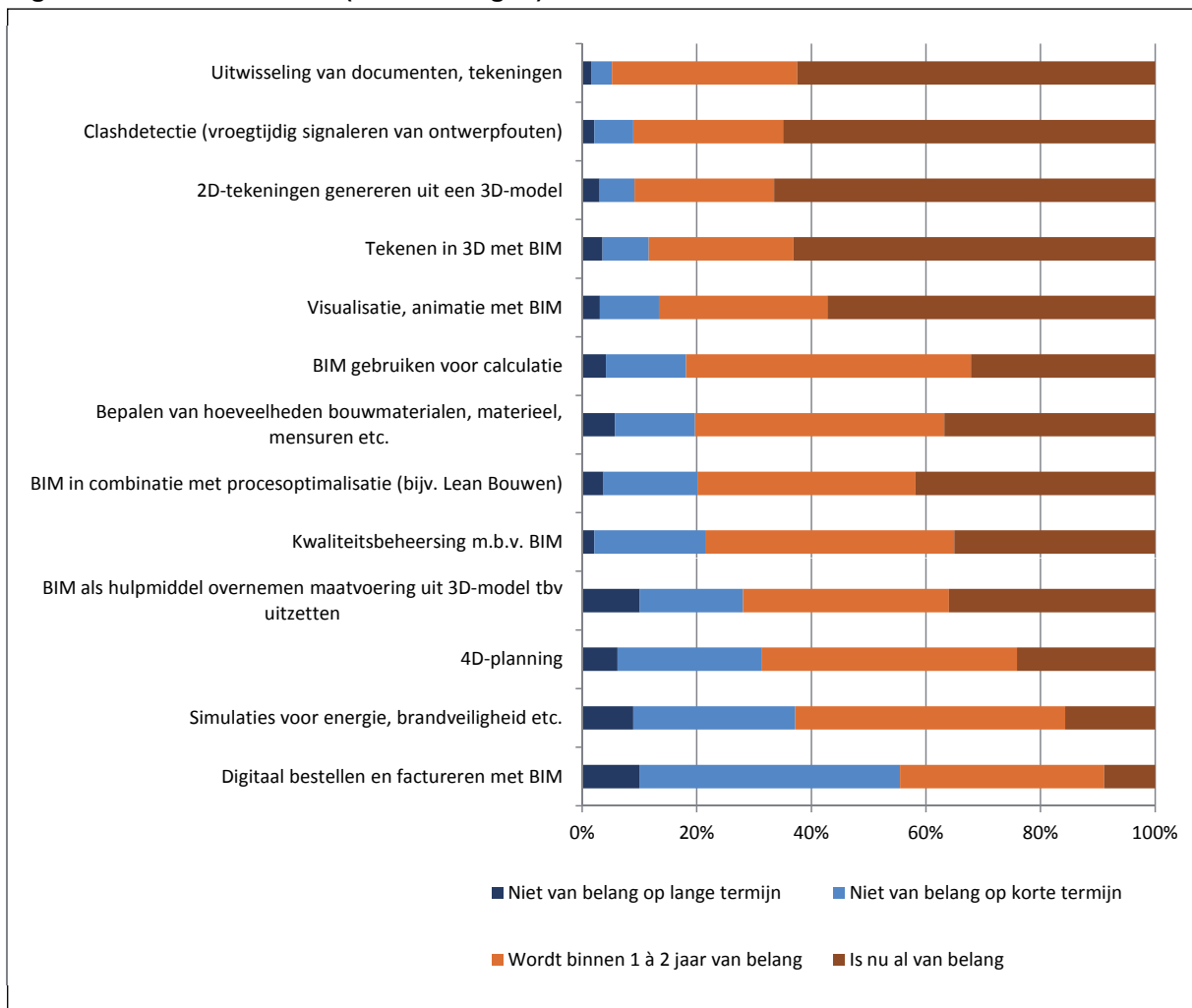
5) 'Virtueel Bouwen – BIM; Peiling van de stand van toepassing en behoefte aan kennis & informatie', Balance & Result, Jan Straatman, Willem Pel en Hans Hendriks, 2010.

6) 'Virtueel Bouwen – BIM; Peiling van de stand van toepassing', Balance & Result, Jan Straatman, Willem Pel, Matthijs Pot en Hans Hendriks, 2011.

Figuur 4: BIM doorgevoerd in bedrijf



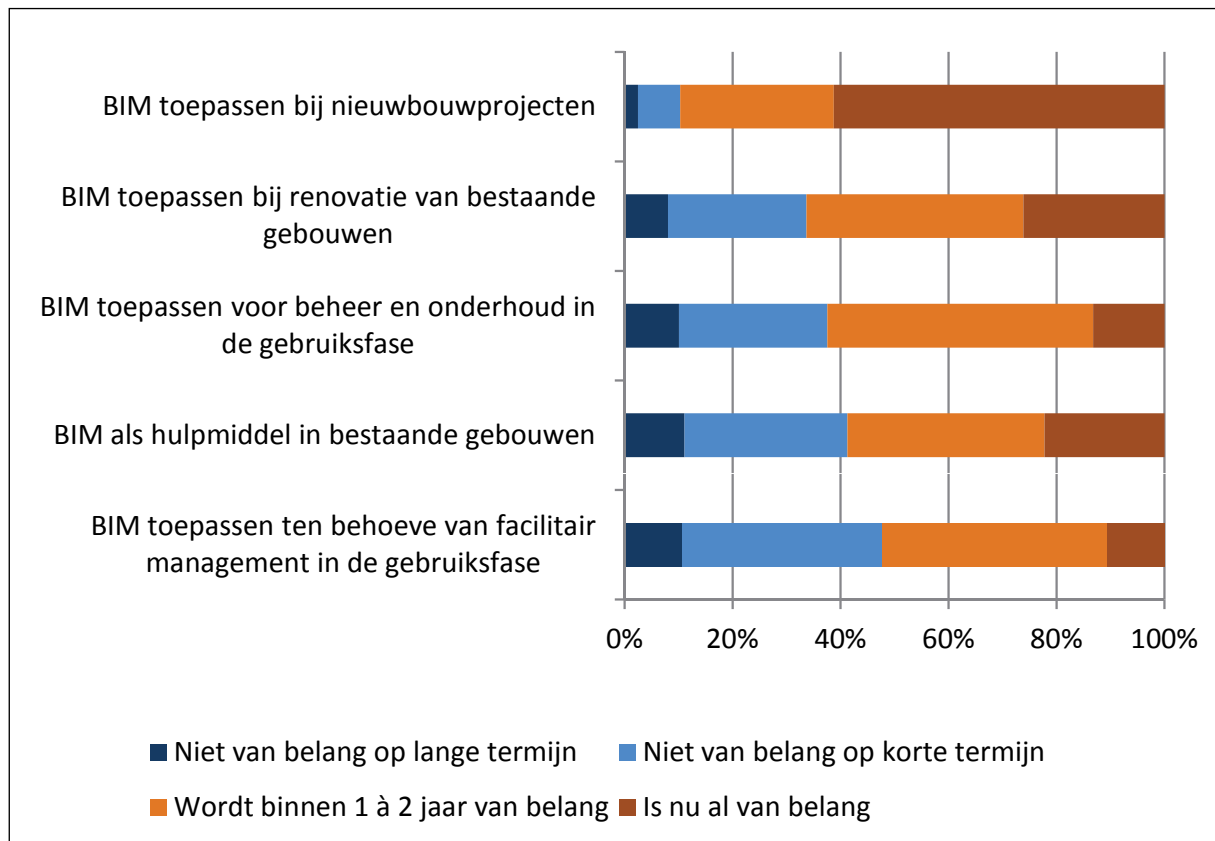
Figuur 5: Functionaliteiten (verwachtingen)



Het is opvallend dat ruim de helft van de ondervraagden BIM niet in verband brengt met digitaal bestellen en factureren. Dat heeft waarschijnlijk te maken met het gegeven dat digitaal bestellen en factureren plaatsvindt met ERP-software, die niet gekoppeld is met het BIM-model.

Bijna iedereen vindt BIM van toepassing in de nieuwbouw. Ongeveer twee derde verwacht dat BIM ook in de renovatie op korte termijn van belang wordt. Ongeveer de helft acht BIM relevant voor facilitair management (zie *Figuur 6*).

Figuur 6: BIM toepassing in nieuwbouw of bestaande bouw

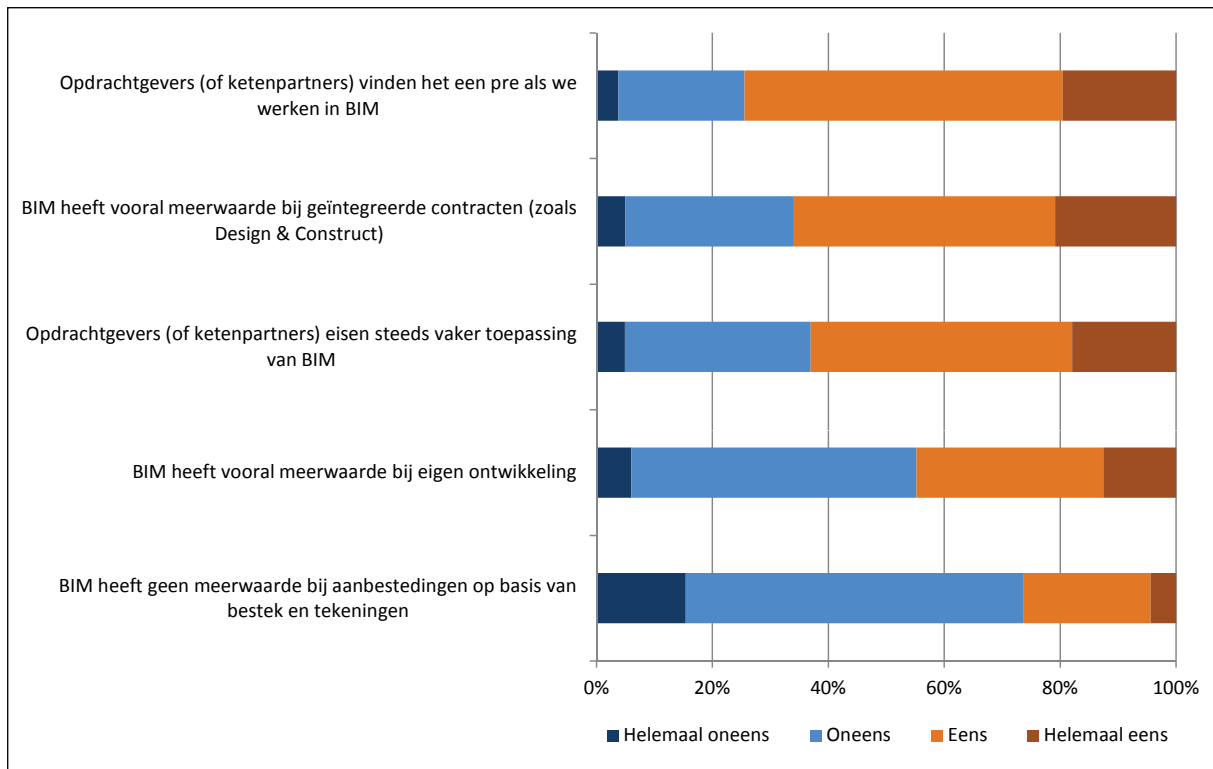


De overgrote meerderheid van de ondervraagden is van mening dat de BIM-partners beter met elkaar moeten afstemmen hoe zij informatie met elkaar uitwisselen (*Figuur 8*). Daarbij is het gewenst dat deze afspraken schriftelijk worden vastgelegd. 80% vindt dat ketenpartners elkaar niet moeten voorschrijven welke software zij moeten gebruiken. Belangrijk is de constatering dat 75% van mening is dat het voor opdrachtgevers een pre is indien gewerkt wordt met BIM.

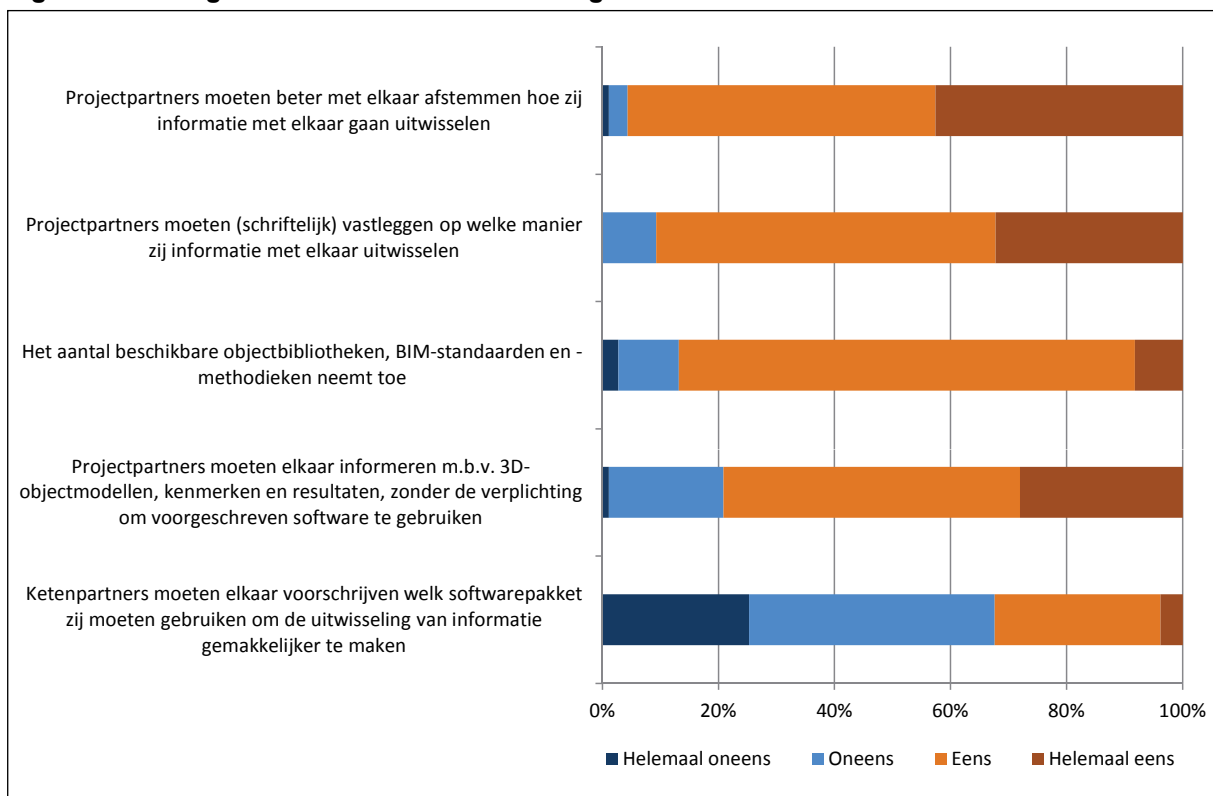
Volgens bijna de helft (45%) heeft BIM vooral meerwaarde bij eigen ontwikkeling (*Figuur 7*).

Driekwart is het oneens met de stelling dat BIM geen meerwaarde zou hebben bij aanbestedingen.

Figuur 7: BIM en contractvorm

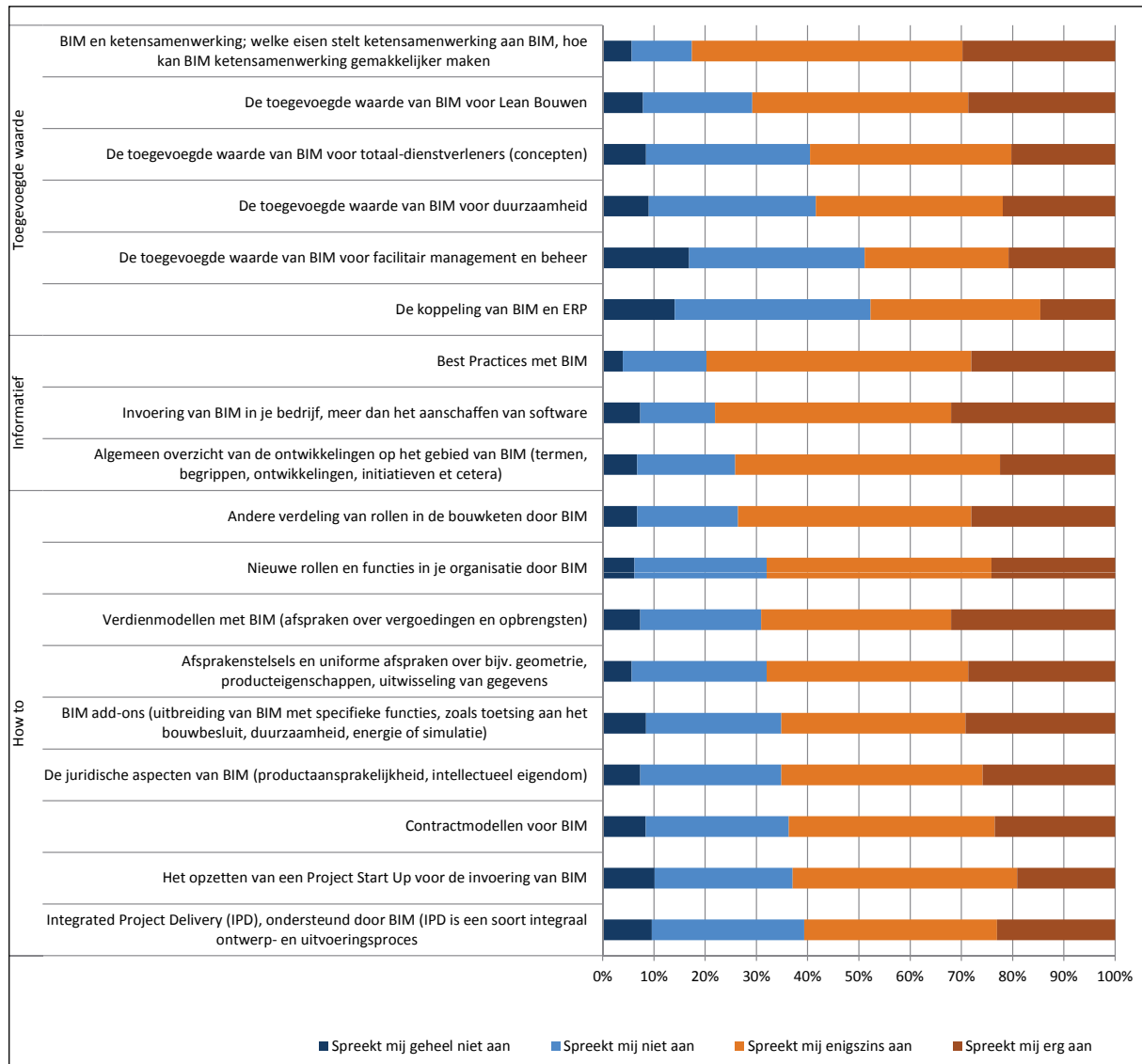


Figuur 8: Meningen over BIM en samenwerking in BIM



Een groot deel van de ondervraagden blijkt behoefte te hebben aan informatie over de relatie van BIM, ketensamenwerking en Lean Bouwen (Figuur 9). Daarnaast blijken er diverse praktische vragen te zijn over de rolverdeling en verdienmodellen bij BIM, afsprakenstelsels en contractuele en juridische kwesties.

Figuur 9: Vragen en informatiebehoefte op het gebied van BIM



Uit de enquête blijkt dat BIM steeds belangrijker wordt in de perceptie van de verschillende groeperingen in de sector. Tevens blijkt dat men de toegevoegde waarde onderkent en dat men op korte termijn verschillende toepassingsmogelijkheden en functionaliteiten ziet in de nieuwbouw, en in wat mindere mate in de bestaande bouw.

2.5 Wat is er nodig om te kunnen BIMmen?

Om te kunnen BIMmen is bovenal een organisatie nodig die beschikt over de wil, kennis en vaardigheden om te kunnen BIMmen. Hoofdstuk 4 gaat hier dieper op in. Daarnaast is een aantal systemen noodzakelijk.

Op de eerste plaats is een BIM-model platform nodig, met software waarmee een modelleur een 3D-model kan opzetten. Voor elke discipline is specifieke software verkrijgbaar, zoals Revit, Tekla, ArchiCAD, Allplan, Bentley, Vectorworks, en DDS.

Op de tweede plaats is software nodig voor specifieke toepassingsfuncties. Deze toepassingsfuncties worden uitgevoerd met gegevens die in het BIM-model zijn vastgelegd. Voorbeelden van toepassingsfuncties zijn constructieberekeningen, analyse van hoeveelheden, 'clash'-detectie, planning, berekening, analyse en simulatie van energieprestatie en het controleren van het BIM-model op fouten ('model check'). Softwarepakketten voor deze toepassingsfuncties zijn bijvoorbeeld Tekla, Vectorworks, DDS, Solibri, Navisworks, Ibis4BIM, Bink, Robot, Vico en dRofus.

Op de derde plaats zijn bibliotheken nodig met geparametriseerde objecten, zoals 3D-werkmethodiek, SmartRevit, BouwConnect en KubusNL.

Op de vierde plaats is er een modelserver nodig; software waarmee de BIM-modellen van de verschillende disciplines (de aspectmodellen) samengevoegd kunnen worden. Voorbeelden zijn de Open Source Building Information Modelserver (TNO), Jotne EDM model server en de Graphisoft ArchiCad BIM server.

Tot slot zijn er standaarden nodig voor het uitwisselen van modellen, het uitwisselen van gegevens met het BIM-model en een raamwerk voor bibliotheken. Voorbeelden hiervan zijn Buildingsmart IFC, IDM en IFD.

2.6 Beperkingen

BIM bevindt zich in een ontwikkelingsfase, waarbij de benodigde systemen deels toepassingsgereed zijn en deels nog volop in ontwikkeling. Het tempo waarin deze systemen beschikbaar komen is recent in een stroomversnelling geraakt. De software ontwikkelt zich razendsnel en er komt steeds meer geschikte hardware op de markt. De benodigde afsprakenstelsels komen beschikbaar. En door de snel groeiende toepassing, doen steeds meer functionarissen in de bouw ervaring op met BIM en leert de sector als geheel. De toepassing van BIM zal nog sneller groeien als opdrachtgevers zoals de Rijksgebouwendienst en Rijkswaterstaat BIM gaan eisen in hun aanbestedingen.

Ofschoon de toepassing van BIM in een stroomversnelling is geraakt, zijn er nog beperkingen. Dit is geen reden om niet met BIM aan de slag te gaan, maar de beperkingen vragen om pragmatische keuzes:

- Wie is juridisch aansprakelijk als meerdere partijen in één BIM-model werken? Is naspeurbaar wie wijzigingen in het BIM-model heeft aangebracht en wie is daarvoor verantwoordelijk?
- De soft- en hardware heeft nog beperkingen. De BIM-modellen kunnen een omvang bereiken van honderden megabytes, wat zijn weerslag heeft op de prestaties van de hardware en op de transmissie via internet.
- De software ondersteunt nog onvoldoende het werken met meerdere gebruikers in één model (multiuser). Daarom kiest men er vaak voor dat elke discipline in een eigen aspectmodel werkt. Om deze aspectmodellen samen te kunnen voegen en uitwisselbaar te maken zijn afspraken nodig voor het uitwisselen van informatie, waar alle partijen zich aan moeten conformeren (*zie hoofdstuk 5*).
- Er zijn nog onvoldoende uitontwikkelde uitwisselstandaarden en objectbibliotheken.
- De toepassing van BIM krijgt extra meerwaarde als de partijen in de bouwketen duurzaam samenwerken, hun werkwijzen stroomlijnen en op elkaar afstemmen. Ketensamenwerking staat echter nog in de kinderschoenen.

De genoemde beperkingen kunnen in de huidige praktijk nog tot knelpunten leiden. Naarmate de toepassing van BIM groeit, zullen ze als sneeuw voor de zon verdwijnen.

3 Aan de slag met BIM

3.1 Groeien naar nieuwe routines

Is men eenmaal vertrouwd met BIM, dan wil men niet meer anders. Er zit meer lijn in de werkprocessen, ze zijn efficiënter, er worden minder fouten gemaakt, er zijn minder of beter beheersbare risico's en het werk wordt veelzijdiger en leuker.

De overgang van oude vertrouwde werkwijzen naar nieuwe manieren van werken vraagt echter veel van alle betrokkenen. De gangbare werkwijzen kunnen immers routineus worden uitgevoerd. Iedereen weet wat er van hem verwacht wordt, en wat er mis kan gaan. Het overgaan op een andere manier van werken vraagt gewenning. En dat gaat niet vanzelf. Niet alleen intern, maar ook bij ketenpartners. Niet alleen op de werkvloer, maar ook bij het management. Het is daarom van belang om deze overgang zo in te richten dat deze past bij de context van het bedrijf. Er is namelijk niet één beste manier die alle bedrijven bevalt en tot succes leidt.

3.2 BIM-implementatie, aanpak met drie bouwstenen

Een bedrijf dat aan de slag wil met BIM, of daarin een volgende ontwikkelingsstap wil zetten, kan gebruikmaken van de drie bouwstenen van de implementatieaanpak:

1. Bepaling ambitie

Een bedrijf moet een keuze maken welke positie het wil innemen op korte en lange termijn. Het gaat daarbij om de vraag over welke BIM-functionaliteiten het wil beschikken. Het ligt voor de hand om de gewenste functionaliteiten aan te laten sluiten bij de algemene strategie van de onderneming. In de praktijk komen de ideeën overigens vaak van de werkvloer en volgt de strategische inbedding later.

De haalbaarheid van deze toekomstige positie is afhankelijk van enerzijds het verschil tussen de huidige en de toekomstige positie (de kloof) en anderzijds de inspanningen die het bedrijf wil en kan leveren om dit verschil te overbruggen. Het spreekt voor zich dat voor het overbruggen van een grotere kloof, ook grotere inspanningen nodig zijn. Bij het bepalen van de doelstellingen wordt een verbinding gemaakt met de strategie, de doelstellingen en de product-marktcombinaties (PMC's) van het bedrijf.

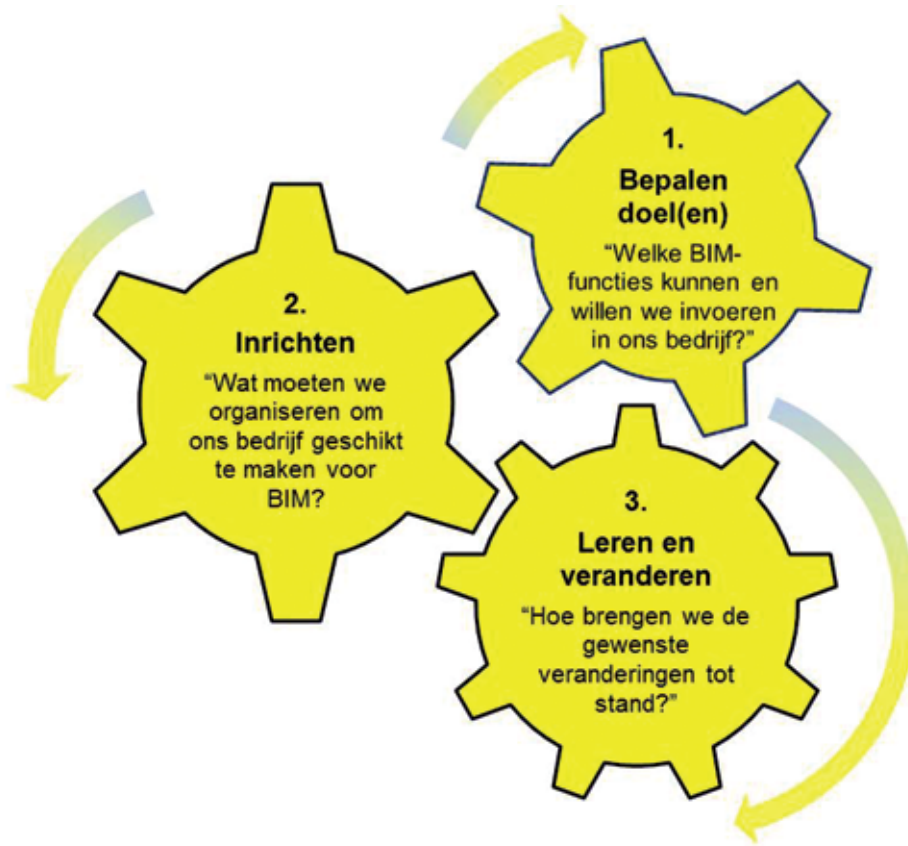
2. Inrichting BIM

Bij deze bouwsteen gaat het om de vraag wat er in de organisatie moet gebeuren om deze geschikt te maken voor BIM. Het gaat hierbij om meer dan het aanschaffen van een softwarepakket. Men moet zichzelf vragen stellen over de noodzakelijke randvoorwaarden voor het toepassen van BIM. Deze vragen hebben betrekking op onder andere personeel, organisatiestructuur, werkwijzen en in- en externe samenwerking.

3. Leer- en veranderingsproces

Het invoeren van BIM moet worden beschouwd als een leerproces. Sommigen zullen het een organisatieverandering noemen. Daarbij komt de vraag aan de orde hoe de nieuwe manier van werken met BIM effectief tot stand kan worden gebracht. Welk pad wordt bewandeld om het management en/of de medewerkers achter de BIM-werkwijze te krijgen? Hoe helpen we hen om zich kennis en kunde eigen te maken?

Figuur 10: BIM-implementatieaanpak met drie bouwstenen: Ambitiebepaling, Inrichting en leren en veranderen



Deze drie bouwstenen vormen samen het belangrijkste gereedschap om BIM met succes tot standaardwerkmethode te maken. We weten wat er op het gebied van BIM beschikbaar is, we kunnen bepalen waar het bedrijf momenteel staat en naar welk ambitieniveau het wil groeien. We kunnen nagaan wat er in de organisatieinrichting moet worden aangepast om vruchtbare randvoorwaarden te creëren. En we beschikken over een strategie om het gewenste leerproces tot stand te brengen. Deze drie bouwstenen worden in de volgende paragrafen verder uitgewerkt.

3.3 Bouwsteen 1: Bepaling ambitie

BIM heeft veel verschijningsvormen en varieert van relatief eenvoudige functionaliteiten tot zeer complexe systemen die ingrijpen op de gehele bouwprocesorganisatie. De complexiteit schrikt veel bouwbedrijven af; ze weten niet goed waar ze moeten beginnen. De methodiek 'Ambitiebepaling' geeft grip op de ontwikkeling en bestaat uit een oriëntatie op de beschikbare mogelijkheden van BIM, de bepaling van de uitgangspositie van de organisatie, het bepalen van BIM-doelstellingen op korte en lange termijn en het vastleggen hiervan in een 'roadmap'.

3.3.1 Beschikbare mogelijkheden met BIM

Het BIM-team⁷ moet zich een beeld vormen van de mogelijkheden met BIM die op de markt beschikbaar zijn. Door kennis te nemen van de mogelijkheden kan het nagaan welke BIM-functies aantrekkelijk zouden kunnen zijn. Het BIM-team kan hierbij gebruikmaken van verschillende bronnen, zoals www.BIMguide.nl, www.bir.nl en www.bouwendnederland.nl. Paragraaf 5.5 geeft een overzicht van de belangrijkste BIM-functionaliteiten.

Kader 6: Ambitiebepaling: wat kan er, wat willen we?

- Wat zijn de mogelijkheden van BIM? Welke functionaliteiten zijn in de markt beschikbaar?
- Waar staat het bedrijf op dit moment? Wat is de huidige positie van het bedrijf op het gebied van BIM?
- Waar wil het bedrijf staan op lange termijn? Welk ambitieniveau en welke concrete doelstellingen streeft het op korte termijn na?

3.3.2 BIM Quick Scan (nulmeting, bepaling uitgangspositie)

De huidige positie op het gebied van BIM (beginnend, gevorderd) is mede bepalend voor de grootte van de slag die het bedrijf kan maken (zie volgende paragraaf). Voor het bepalen van de uitgangspositie (nulmeting) kan het BIM-team gebruikmaken van de BIM Quick Scan. Deze is ontwikkeld door TNO in samenwerking met een tiental adviesbureaus die gespecialiseerd zijn in BIM (zie www.bimladder.nl). TNO is initiatiefnemer en beheerder van de BIM Quick Scan, certificeert externe adviseurs voor afname van de scan en bewaakt de kwaliteit en onafhankelijkheid van de adviseurs.

De BIM Quick Scan is voornamelijk bedoeld voor bouwbedrijven, architecten, constructeurs, adviseurs, installateurs en opdrachtgevers. De scan is bruikbaar in mkb-bedrijven en grote ondernemingen. Bij grote ondernemingen geeft de scan in het algemeen een beter beeld door deze uit te voeren voor een vestiging of specifieke afdeling.

De BIM Quick Scan brengt in beeld hoe ver een bedrijf is met BIM en de randvoorwaarden voor BIM: van beginnend tot (ver)gevorderd. De BIM Quick Scan geeft geen oordeel tot hoe ver een bedrijf moet gaan. Dat bepaalt het management van het bedrijf zelf (zie verder volgende paragraaf).

De BIM Quick Scan bestaat uit een vragenlijst met multiplechoicevragen. De vragen zijn verdeeld in vier bedrijfsaspecten (in de BIM Quick Scan 'hoofdstukken' geheten):

1. **Organisatie en management** (*Tabel 2*, geeft een indruk van de aspecten die voor dit bedrijfsaspect van belang zijn).
2. **Mentaliteit en cultuur** (*Tabel 3*, geeft een indruk van de aspecten die voor dit bedrijfsaspect van belang zijn).
3. **Informatiestructuur en informatiestromen** (*Tabel 4*, geeft een indruk van de aspecten die voor dit bedrijfsaspect van belang zijn).
4. **Techniek en toepassingen** (*Tabel 5*, geeft een indruk van de aspecten die voor dit bedrijfsaspect van belang zijn).

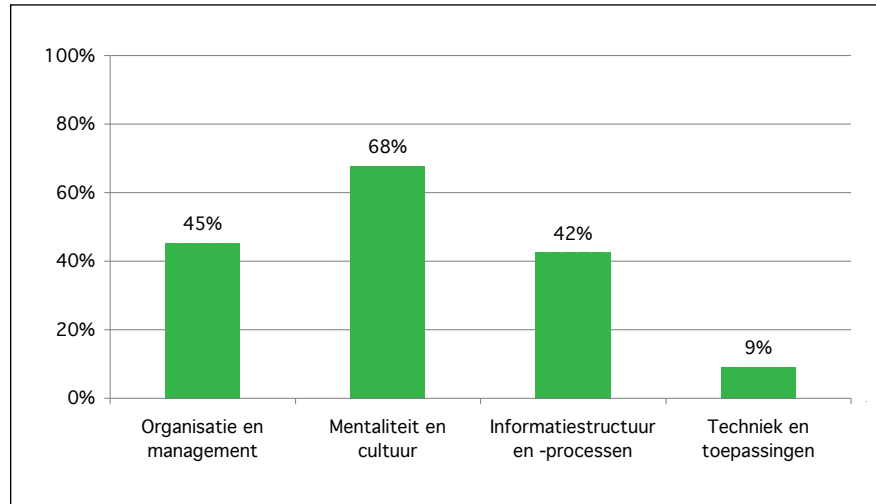
De BIM Quickscan geeft aan hoever het bedrijf gevorderd is op elk van deze vier bedrijfsaspecten. Deze laat ook zien of het bedrijf op deze bedrijfsaspecten min of meer evenwichtig gevorderd is. Door dit beeld af te zetten tegen de gewenste situatie op korte of lange termijn, ontstaat zicht op de kloof en kunnen de verbeterpunten worden bepaald. Het BIM-team kan dan bepalen welke inspanningen nodig zijn om de kloof te overbruggen en of dit wenselijk en haalbaar is.

⁷⁾ In verband met de leesbaarheid gebruiken we de term 'BIM-team' om alle betrokkenen bij de BIM ontwikkelingen aan te duiden. Dit kan, maar hoeft dus niet per se een speciaal samengesteld team te zijn. Degene die het voortouw neemt in deze ontwikkelingen, duiden we aan met 'BIM-coördinator'. Dit kan, maar hoeft geen speciaal aangestelde functionaris te zijn.

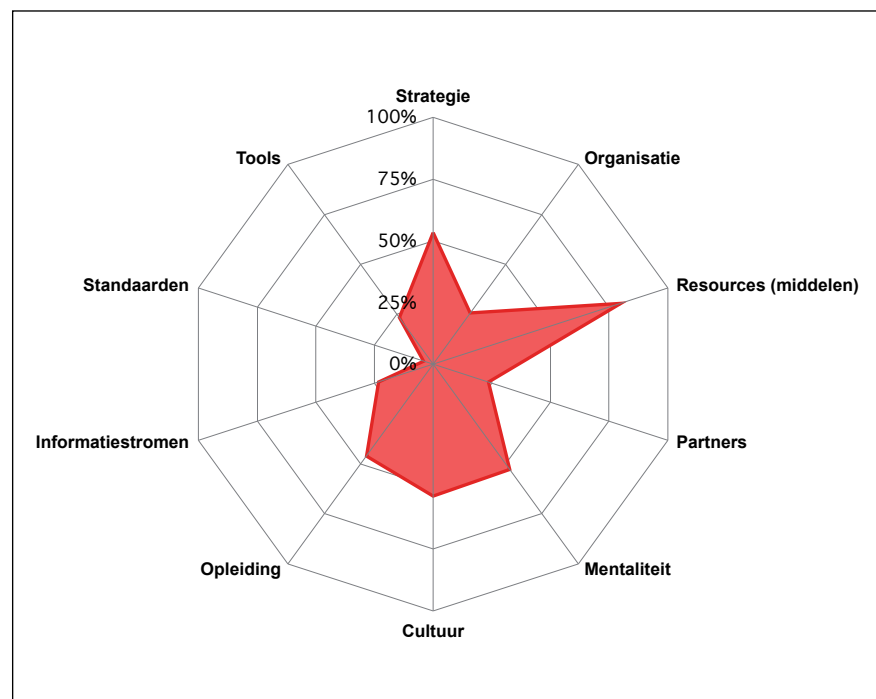
De resultaten van de BIM Quick Scan worden op verschillende manieren gepresenteerd (Figuur 11).

Figuur 11: BIM Quick Scan-scores per bedrijfsaspect (hoofdstuk) of categorie

Het histogram geeft per bedrijfsaspect ('hoofdstuk') van de scan snel inzicht in de score. Voor een succesvolle doorontwikkeling van BIM is het nodig dat de organisatie zich op alle aspecten min of meer gelijk ontwikkelt. Verbetering op het aspect ('hoofdstuk') met de laagste score verdient prioriteit.



Het spindigram geeft de resultaten per categorie. De categorieën geven een beeld van de organisatie in wat meer detail dan de bedrijfsaspecten.



De resultaten van de BIM Quick Scan zijn bedoeld voor het BIM-team. Het is een onderlegger voor het voeren van het gesprek met de teamleden over de uitgangssituatie, het ambitieniveau en de verbeterpunten. De BIM Quick Scan is niet bedoeld om verschillende bedrijven met elkaar te vergelijken. Een BIM-team kan de BIM Quick Scan zelf uitvoeren met behulp van de vragenlijst op www.bimladder.nl (gratis). Het interpreteren van de resultaten is wat minder eenvoudig indien er in het BIM-team weinig kennis aanwezig is van bedrijfskundige processen of van BIM. Het BIM-team kan er dan voor kiezen om de scan door (gecertificeerde) experts te laten uitvoeren.

In Tabel 2 tot en met 5 zijn voorbeelden gegeven van de manier waarop verschillende bouwbedrijven hiermee zijn omgegaan.

Tabel 2: Organisatie en Management

Vraagstelling of aandachtspunt	Toelichting, overwegingen
Wat zijn de randvoorwaarden om de bedrijfsdoelstellingen te kunnen realiseren? Denk aan de manier van samenwerken en de benodigde ondersteunende systemen, zoals BIM.	Een onderneming die bijvoorbeeld DBM-projecten wil uitvoeren, moet anders samenwerken met haar partners dan bij traditionele aanbestedingen. Daarnaast heeft ze een informatiesysteem nodig waarmee alle gegevens over contracten, gebouwkenmerken, werkprocessen e.d. zijn vast te leggen.
Schept BIM nieuwe mogelijkheden voor de bedrijfsdoelstellingen of de PMC's?	Het invoeren van BIM kan nieuwe mogelijkheden scheppen voor het bedrijf.
Is BIM expliciet opgenomen in het bedrijfsbeleid? Zijn de BIM-doelstellingen op bedrijfsniveau expliciet vastgelegd?	BIM kan in een bedrijf opkomen omdat iemand op de werkvloer mogelijkheden ziet en ad-hoc kansen benut ('bottom up'). Het kan ook integraal deel uitmaken van het bedrijfsbeleid en structureel in de bedrijfsvoering worden ingebed ('top down').
Is er iemand verantwoordelijk gemaakt voor BIM? Wat is zijn mandaat? Kan hij beschikken over tijd en middelen?	Het benoemen van iemand die er zin in heeft om BIM in het bedrijf tot bloei te brengen, kan vaart geven aan de uitrol. Deze 'BIM-manager' kan slagvaardig handelen als hij mandaat krijgt om af en toe 'door te drukken' en als hij tijd mag besteden aan zijn BIM-taak. Zonder middelen blijft het lippendienst.
Heeft het bedrijf de bedrijfsprocessen en procedures gedocumenteerd? Zijn rollen, taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden vastgelegd? Worden vastgelegde processen en procedures in de praktijk gevolgd? Hoe zit dit met de primaire processen in het algemeen? Hoe zit dit in relatie tot BIM?	'Eerst organiseren, daarna automatiseren'. Bedrijven waarin veel geïmproviseerd wordt, doen er goed aan om te beginnen met het in kaart brengen van de werkprocessen en na te gaan waar verbeteringen mogelijk zijn. Het gaat er niet om wat er op papier staat, maar hoe er in de praktijk gehandeld wordt. Een bedrijf waarin voor iedereen duidelijk is hoe er gewerkt moet worden, biedt een vruchtbare basis voor BIM.
Werkt het bedrijf met vaste leveranciers of co-makers? (in het algemeen en in relatie tot BIM).	Veel bouwbedrijven zijn traditioneel inkooporganisaties, transactiegericht, met een focus op de korte termijn. Naarmate er vastere partnerships ontstaan, loont het voor alle partijen meer om te investeren in het onderling afstemmen en verbeteren van werkprocessen.

Tabel 3: Mentaliteit en cultuur

Vraagstelling of aandachtspunt	Toelichting, overwegingen
Zijn de medewerkers bekend met de gewenste werkwijze in het bedrijf en zijn zij bereid om deze te volgen? Hoe sterk hechten de medewerkers aan gewoonten en de manier van werken waar ze aan gewend zijn? Zien zij op tegen de persoonlijke gevolgen van BIM? Bijvoorbeeld de veranderingen in hun functie of de benodigde nieuwe kennis en vaardigheden?	Medewerkers die zich gedurende jaren een werkwijze hebben eigen gemaakt, zullen een andere werkwijze niet zonder meer accepteren. Soms hebben ze er gewoon geen zin in, maar soms levert het onzekerheden op. Soms wordt de organisatie gestuurd op factoren die de bestaande werkwijze juist in stand houden en verandering ontmoedigen (bijvoorbeeld extreem sturen op tijd, waardoor medewerkers routinematig in plaats van innovatief handelen). Het is ook mogelijk dat het management stuurt op veranderingsbereidheid. Neem bijvoorbeeld in de functioneringsgesprekken als doelstelling op dat een medewerker zich BIM eigen zal maken en dat de werkgever hiervoor de faciliteiten beschikbaar zal stellen.
Zien medewerkers de voordelen van BIM voor hun persoonlijke taken en doelstellingen? Zijn de medewerkers gemotiveerd om met BIM te gaan werken en zijn zij bereid om zich de nieuwe werkwijzen eigen te maken?	Indien de beschikbare medewerkers niet bereid of niet in staat zijn om de nieuwe kennis en vaardigheden te verwerven, dan kan het gewenst zijn om nieuwe medewerkers aan te trekken die daar wel over beschikken. Het is overigens raadzaam om het gesprek aan te gaan over achterliggende redenen.
Hebben medewerkers kennis en ervaring met het werken met BIM? Zijn zij bereid om benodigde kennis en vaardigheden te verwerven? Kan het bedrijf een 'veilige' omgeving creëren waarin medewerkers zich nieuwe kennis en werkwijzen eigen kunnen maken?	Afhankelijk van de complexiteit van het informatiesysteem zijn opleiding en training nodig. De organisatie kan de condities scheppen waarin de benodigde competenties kunnen worden geleerd.

Tabel 4: Informatie structuur en informatiestromen

Vraagstelling of aandachtspunt	Toelichting, overwegingen
<p>Hoe is de samenwerking in de bouwprocessen geregeld?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verschillende afdelingen binnen het bedrijf. • Externe partijen, partners, co-makers, ketenpartners. 	<p>Meesal werken meerdere afdelingen in een bedrijf gezamenlijk aan een bouwproject. Ze maken daarbij gebruik van hetzelfde informatiesysteem. Indien BIM wordt geïntroduceerd, dan zullen alle betrokken afdelingen hun werkwijzen daarop moeten afstemmen.</p>
<p>Welke aanpassingen zijn er nodig in de werkwijze en procedures tussen samenwerkende partijen?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Afdelingen binnen het bedrijf. • De eigen organisatie en externe partijen. 	<p>Organisaties die intensief samenwerken met (vaste) partners (leveranciers, nevenaannemers, architect, constructeur) kunnen BIM inzetten voor het uitwisselen van informatie. De introductie van BIM kan aanleiding zijn om processen beter op elkaar af te stemmen en de informatieuitwisseling efficiënter en effectiever plaats te laten vinden. Dat geldt per bedrijfs onderdeel, maar ook op de raakvlakken tussen afdelingen en andere organisaties.</p>
<p>Zijn de informatiestromen en informatiesystemen binnen (de afdelingen van) de organisatie en tussen partners expliciet beschreven?</p>	<p>Het verdient aanbeveling om expliciet te beschrijven wie welke informatie nodig heeft en wie er verantwoordelijk voor is om deze aan te leveren.</p>
<p>Werkt iedereen volgens deze procedures? Hoe wordt informatie van andere afdelingen of van partners gebruikt en hergebruikt?</p>	<p>Veel bedrijven verspillen veel tijd aan dubbel werk, zoals het opnieuw genereren van informatie, opnieuw invoeren, opnieuw uittrekken van hoeveelheden of overtekenen of aan het controleren van het werk van anderen.</p>
<p>Wat voor eisen en wensen hebben de verschillende afdelingen ten aanzien van het informatiesysteem?</p>	<p>Sommige organisaties gaan over tot het herordenen van taken en verantwoordelijkheden. De (functionele) afdelingen inkoop, werkvoorbereiding en productie worden dan opgeheven en vervangen door een projectorganisatie; deze heeft als doel om een project te realiseren en alle disciplines die daarvoor nodig zijn, zijn in het projectteam opgenomen. De overgang van een functionele organisatiestructuur naar een projectorganisatie vice versa, heeft invloed op de eisen die gesteld worden aan BIM.</p>

Tabel 5: Techniek en toepassingen

Vraagstelling of aandachtspunt	Toelichting, overwegingen
<p>Welke systemen, werkwijzen en procedures zijn beschikbaar om de bedrijfsactiviteiten uit te kunnen voeren? Denk aan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • BIM-software, project portals. • BIM-hardware (computers, servers, ..) 	<p>De systemen, werkwijzen en procedures scheppen de ondersteunende randvoorwaarden voor het realiseren van de bedrijfsactiviteiten. Om klanten bepaalde producten of diensten te kunnen leveren, zijn systemen nodig die dit mogelijk maken.</p>
<p>Welke randvoorwaarden stellen de samenwerkende partners (strategische partners, leveranciers, handel, neven- en onderaannemers, facilitair manager) aan de systemen, werkwijzen en procedures?</p>	<p>BIM kan diverse functionaliteiten bieden; van basaal rekenen of tekenen tot geavanceerde, geïntegreerde systemen. Welke functionaliteiten een bedrijf nodig heeft, hangt af van zowel de huidige situatie, als van de gewenste situatie in de toekomst. Een onderneming moet zich afvragen hoe snel ze wil groeien; soms is het nodig en mogelijk om een sprong te maken, in andere gevallen verdient een stapsgewijze ontwikkeling de voorkeur.</p>

3.3.3 Doelstellingen

Met kennis van de uitgangssituatie (huidige positie) van de organisatie op basis van de BIM Quick Scan en de mogelijkheden van BIM kan doelgericht worden bepaald welk ambitieniveau gewenst en haalbaar is voor het bedrijf. Het verdient aanbeveling om de doelstellingen te beschrijven als ‘de stip op de horizon’, een lonkend perspectief op de wat langere termijn (twee tot vijf jaar).

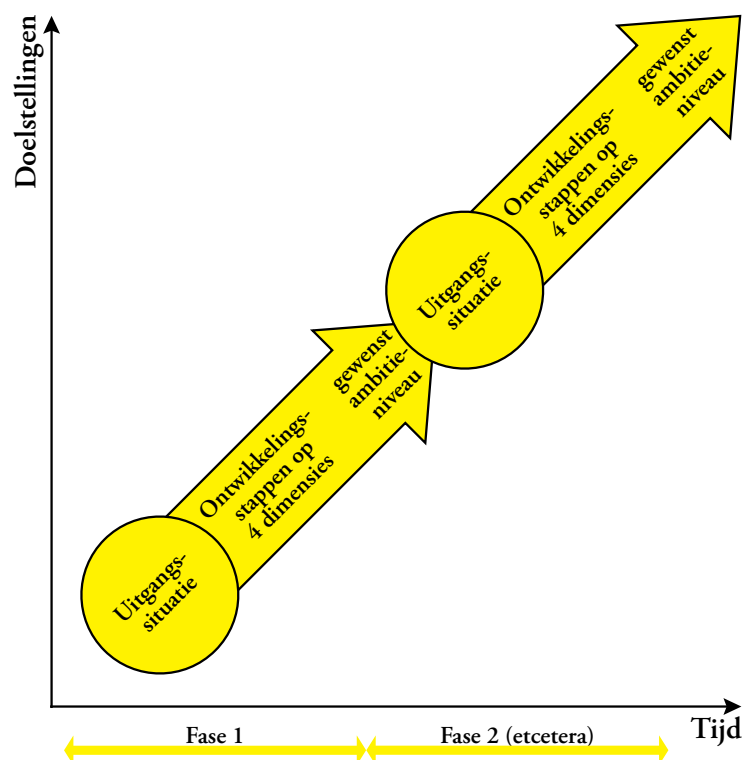
De BIM-doelstellingen moeten worden afgezet tegen de strategische doelstellingen van het bedrijf. Met deze langetermijnambitie in het achterhoofd kunnen tussendoelstellingen worden bepaald. Het gaat erom dat de (tussen)doelstellingen op een termijn van één, hooguit twee jaar zo concreet mogelijk worden benoemd volgens het SMART-principe:

- **Specifiek:** de doelstelling moet concreet en eenduidig zijn.
- **Meetbaar:** er moet vastgesteld kunnen worden of de doelstelling bereikt is.
- **Acceptabel:** de doelstelling moet relevant en acceptabel genoeg zijn voor de betrokkenen.
- **Realistisch:** de doelstelling moet haalbaar zijn.
- **Tijdgebonden:** er moet aangegeven worden op welk moment het doel bereikt moet zijn.

Om het einddoel te bereiken, kan stap voor stap te werk worden gegaan. Door de stapsgewijze aanpak is de kloof tussen het (tussen)doel van de eerstvolgende stap en de huidige positie overbrugbaar. De succesvolle afronding van een stap is een vruchtbaar vertrekpunt voor een volgende stap. Zo ontstaat in het bedrijf een cyclus van leren en groeien (zie Figuur 13). Als het bedrijf bijvoorbeeld nog geen enkele ervaring heeft met 3D-tekenen of digitale uitwisseling van informatie, dan is het verstandig om het ambitieniveau niet al te hoog te stellen. Hetzelfde geldt als werkvoorbereiders, projectleiders en uitvoerders gewend zijn om al improviserend hun bouwprojecten uit te voeren.

“De houding van het management ten aanzien van BIM is doorslaggevend voor een succesvolle implementatie. Het management moet keuzes maken, kaders stellen, faciliteren en ruimte scheppen (en geven).”

Figuur 13: In overzienbare stappen naar de doelstellingen op lange termijn



Kader 7: BIM als onderdeel van een bedrijfsstrategie

"Als aannemer is het je de taak te zorgen dat zowel klant als eindgebruiker meer dan tevreden zijn, dat hun verwachtingen steeds overtroffen worden. Daardoor moeten klanten en eindgebruikers nog meer centraal komen te staan in het proces." Deze conclusies leidden tot een radicale koerswijziging die Waal zo'n vier jaar geleden inzette, en die rust op vier pijlers: BIM, Lean-productie, een teamorganisatie en ketenintegratie. "De ene verandering is onlosmakelijk verbonden met de andere. Alle zijn gericht op het creëren van maximale waarde voor de klant, en het voorkomen van verspillingen in het bouwproces. Wij hebben er bewust voor gekozen de uitwerking van gebouwwontwerpen naar ons toe te trekken, en om daartoe in samenwerking met alle betrokkenen gebruik te maken van BIM." Waal verwacht .. "30% goedkoper te kunnen produceren omdat de verspillingen door Lean-bouwen en BIM drastisch verminderen."

Ebert van der Wal en Joris Raaijmakers in Bouwformatie maart 2011

3.3.4 Roadmap

Op basis van inzicht in de mogelijkheden van BIM, de uitgangspositie van het bedrijf en de doelstellingen op korte en lange termijn kunnen de ontwikkel- of verbeterpunten, de mijlpalen en de marsroute voor de uitrol van BIM worden bepaald. Er is een onderlegger voor een 'roadmap' ontwikkeld, die eenvoudig en compact inzichtelijk maakt welke stappen er de komende tijd zullen worden gezet op het gebied van de BIM-implementatie. De 'roadmap' laat alle in- en extern betrokkenen in één oogopslag de rode draad zien van de gewenste, stapsgewijze BIM-ontwikkeling. Voor alle praktijkprojecten in het programma 'Virtueel Bouwen, gewoon doen!' is zo'n roadmap gemaakt, die meestal als A1-poster in de werkkamer van de BIM-coördinator of in de 'BIM-rooms' werd opgehangen als referentiekader.

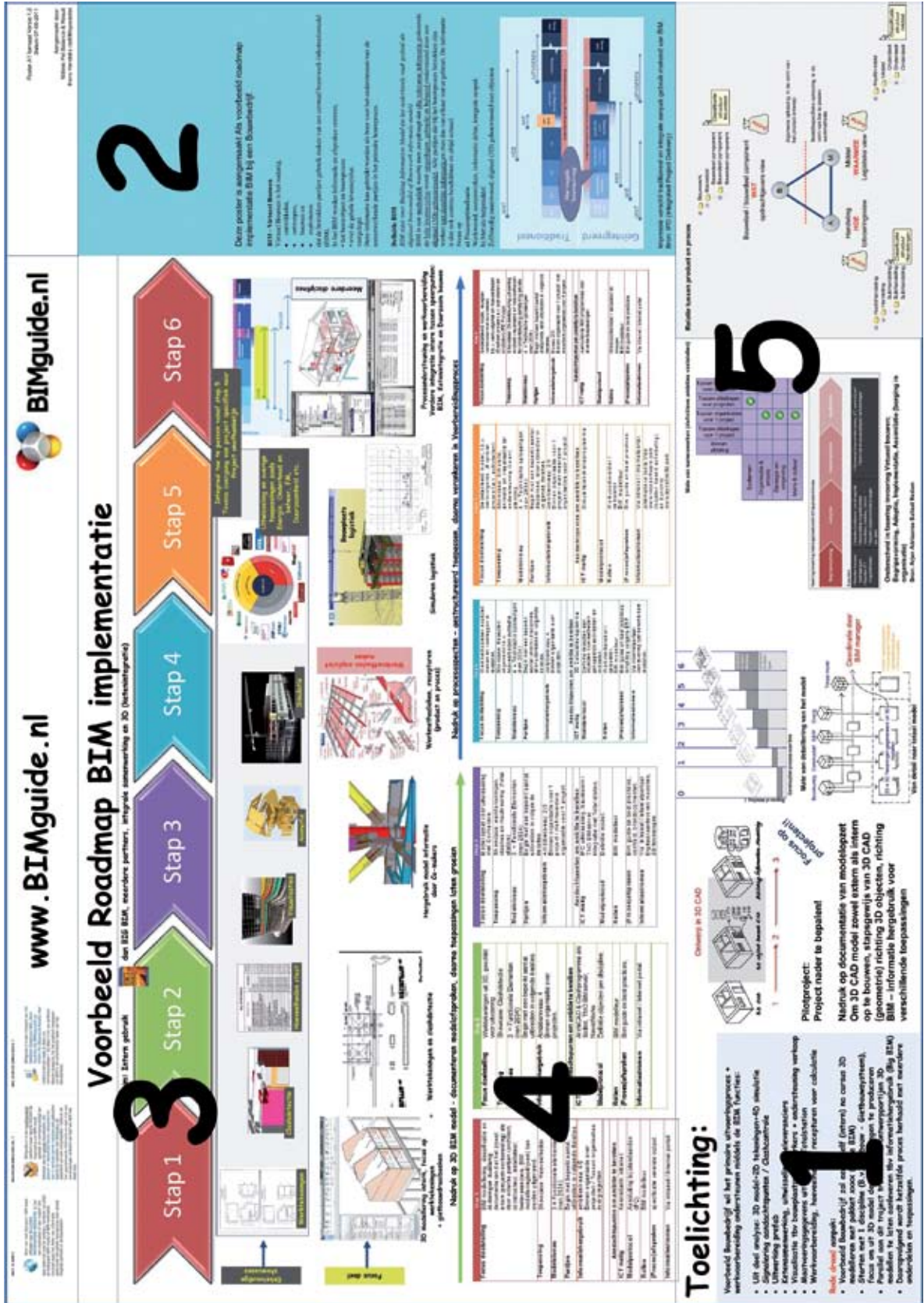
Figuur 12 geeft een voorbeeld van een uitgewerkte roadmap. Een korte toelichting, waarbij de cijfers verwijzen naar de cijfers op de roadmap:

1. Doel en rode draad van de BIM-implementatie in het betreffende bedrijf (of in het onderhavige bouwproject).
2. Termen en definities om spraakverwarring over termen en begrippen over BIM en geïntegreerd werken te voorkomen.
3. De ontwikkelingsstappen en mijlpalen die voor het bedrijf zijn bepaald. Per ontwikkelingsstap is vastgesteld welke BIM-toepassingen zullen worden aangepakt en verankerd in de bedrijfsvoering. De verschillende ontwikkelingsstappen volgen elkaar op, startend met het zogenoemde 'laag hangend fruit' en gevolgd door ge-avanceerdere toepassingen. Bijvoorbeeld eerst Little BIM (alleen intern) en later Big BIM (met externe partijen) (zie *Bijlage 2*:). Tevens zijn diverse 'showcases' van BIM-toepassingen getoond als voorbeeld. De showcases zijn zodanig gekozen dat zij een zo goed mogelijk beeld geven van het gewenste primaire proces.
4. Per stap worden de aandachtsgebieden beknopt omschreven, met onder andere het doel en het focusgebied van deze stap, ICT, impact op rolverdeling en informatiestromen.
5. Toelichtende teksten en afbeeldingen:
 - Mate van detail (Levels of Development)
 - Bewustwording in de diverse fasen van de invoering van BIM. Naar analogie van 'Een richtlijn voor de invoering van ICT in bouwprojecten' zijn vier fasen te onderscheiden: ideevorming, adoptie, implementatie en verankering (borging in de organisatie).⁸⁾ (zie paragraaf 3.5.2).
 - Toelichting op het principe van de BIM-aspectmodellen en het integrale 3D-BIM-model.
 - Toelichting op de relatie tussen het BIM-model als product en het BIM-proces.

Uit de praktijkprojecten blijkt dat de roadmap fungeert als inspiratiebron en referentiekader voor het BIM-team.

⁸⁾ 'Virtueel Bouwen – BIM; Peiling van de stand van toepassing en behoefte aan kennis en informatie', Balance & Result, Jan Straatman, Willem Pel, Hans Hendriks, 2010.

Figuur 12: Roadmap als rode draad in de stapsgewijze invoering van BIM in een bedrijf



3.4 Bouwsteen 2: Inrichting van de organisatie rondom BIM

Zoals eerder gezegd gaat het bij deze bouwsteen om de vraag wat er in de organisatie moet gebeuren om deze geschikt te maken voor BIM, om het creëren van de noodzakelijke randvoorwaarden voor het toepassen van BIM. De vier bedrijfsaspecten of de tien categorieën zoals onderscheiden in de BIM Quick Scan kunnen daarbij als kapstok worden gebruikt. In de volgende paragrafen gaan we uit van de tien categorieën.⁹

3.4.1 Strategie

De aansluiting bij de strategie is in paragraaf 3.3.3 aan de orde geweest. In *Tabel 2* zijn voorbeelden gegeven van de manier waarop verschillende bouwbedrijven hiermee kunnen omgaan. *Tabel 6* geeft een verdere inkleuring van de overwegingen en keuzes vanuit de praktijk.

3.4.2 Organisatie

De introductie van BIM kan gevolgen hebben voor de organisatiestructuur. De meeste bouwbedrijven hebben van oorsprong een functionele organisatiestructuur. Hierbij zijn de verschillende functies gegroepeerd in afdelingen, zoals calculatie, inkoop, werkvoorbereiding en materieel. Sommige organisaties hebben een projectorganisatie (of teamorganisatie) ingevoerd. Een team bevat dan alle functies die nodig zijn om een opdrachtgever de gewenste producten of diensten te leveren. Bouwbedrijf Waal heeft bijvoorbeeld een teamorganisatie ingevoerd (*zie Kader 8*). Er is geen eenduidige richtlijn te geven welke organisatiestructuur het beste is. Het management maakt hierin een afgewogen keuze op basis van onder andere marktvisie en competenties in de organisatie.

Kader 8: Organisatie bij Waal Bouw gekanteld naar teamorganisatie

Waal Bouw heeft de organisatie gekanteld. De functionele organisatiestructuur is omgevormd tot een teamstructuur. Waal heeft de kunst min of meer afgekeken van en inspiratie opgedaan in de automotive en ICT. Op termijn groeit dit misschien door tot de 'Waal Production Planning'.

De Waal-teams zijn integraal verantwoordelijk voor een aantal bouwprojecten. Alle benodigde disciplines zijn in elk team opgenomen (commercieel, plantontwikkeling/engineering, assemblage, nazorg). Een deel van de (beste) vaklieden is ook in de teams opgenomen. Een teamleider is verantwoordelijk voor zijn team. Binnen het team zijn de rollen min of meer gelijkwaardig. Er zijn momenteel vier teams.

Een tweede aspect is de strategische vraag wat het bedrijf zelf in huis wil hebben, en wat het wil uitbesteden aan partners of wil inkopen. Deze vraag zal door elk bedrijf anders worden beantwoord, afhankelijk van wat het als kern beschouwt van de organisatie. Sommige bouwbedrijven vinden BIM een dermate belangrijk strategisch middel, dat zij alle kernvaardigheden in huis willen hebben. Voorbeelden hiervan zijn Waal Bouw, Smit's Bouwbedrijf, Pellikaan en Mertens. Zij zorgen ervoor dat er kennis en vaardigheden in huis komen om zelf te kunnen modelleren.

Andere bouwbedrijven focussen zich op andere kernkwaliteiten. Zij gaan duurzame, bouwproject-overschrijdende verbindingen aan met strategische partners. Voorbeelden hiervan zijn Dura Vermeer en Era Contour. Zij zorgen voor een basiskennis op het gebied van BIM, zodat zij het proces kunnen aansturen, maar laten het modelleerwerk over aan de partners.

Een ander aspect is de organisatie van de BIM-implementatie. Bedrijven vullen dit verschillend in, afhankelijk van de relevantie van BIM voor de bedrijfsstrategie.

Bij Mertens pakt Leo Janssen de invoering van BIM gewoon op als taak binnen zijn functie van hoofd bedrijfsbureau. De werkvoorbereiders en engineers worden gekoppeld aan een modelleur en in de gelegenheid gesteld om BIM-cursussen te volgen. De toepassing van 3D-BIM wordt zoveel mogelijk gezien als 'business as usual'.

Bij Ter Steege Bouw Rijssen is een BIM-coördinator benoemd die de bouwteams ondersteunt. De bouwteams bepalen zelf in welke mate zij gebruikmaken van BIM en in welke mate zij een beroep doen op de ondersteuning door de BIM-coördinator of door de leveranciers van de software.

⁹⁾ Voor de ordening is gebruikgemaakt van de tien categorieën van de BIM Quick Scan. In deze publicatie is echter niet gestreefd naar een één-op-één inhoudelijke koppeling.

Een aantal bedrijven heeft de invoering van BIM georganiseerd als een soort ‘task force’ of intern ontwikkelproject. Bij Smit’s Bouwbedrijf, Era Contour, Hendriks Bouw en Ontwikkeling en Dura Vermeer zijn BIM-managers of BIM-coördinatoren aangesteld die intensief aan de slag zijn met de implementatie. De uitrol wordt in deze bedrijven planmatig aangepakt, met in een aantal gevallen expliciet geformuleerde BIM-doelstellingen.

Voor de ontwikkelingsstap die de bedrijven in het kader van het programma ‘Virtueel Bouwen, gewoon doen!’ hebben gemaakt, hebben zij een roadmap gemaakt. In deze roadmap zijn de mijlpalen benoemd van de BIM-uitrol. Het blijkt dat bedrijven hier verschillend mee omgaan. De roadmap is in alle gevallen een referentiekader voor de ontwikkelingsstappen. Voor sommige bedrijven is de roadmap min of meer sturend. Zij werken systematisch aan het realiseren van de benoemde mijlpalen. Andere zien de roadmap als een streefbeeld, waarbij de actualiteit bepalend is voor de intensiteit van de implementatieacties. De economische omstandigheden in 2010 en 2011 hebben hierbij ongetwijfeld een rol gespeeld.

In het algemeen kan worden geconcludeerd dat de voortgang van de uitrol van BIM afhankelijk is van interne factoren zoals de strategische relevantie, de in- of extensieve organisatiegraad van het BIM-team en van externe factoren, zoals de economische omstandigheden en de voortgang van de bouwprojecten waarvoor BIM-doelstellingen zijn benoemd.

3.4.3 Middelen (resources, business case)

Voor het invoeren van BIM zijn middelen benodigd. De vraag of de opbrengsten opwegen tegen de benodigde investeringen kan uitgewerkt worden in een businesscase. Een BIM-businesscase is de rechtvaardiging van de invoering van BIM op basis van opbrengsten, kosten en risico’s. Het levert de bedrijfseconomische onderbouwing of propositie voor de investeringsbeslissing. Directies zullen hun BIM-manager bijvoorbeeld vragen om een businesscase uit te werken voor de uitrol van BIM. Zij zullen overtuigd moeten zijn van de toegevoegde waarde van BIM voor de onderneming voordat zij bereid zullen zijn om in de implementatie te investeren (menskracht en geld).

De BIM-businesscase gaat in op de volgende aspecten:

- Aanleiding en achtergrond.
- Relevantie van BIM voor de bedrijfsdoelen en –mogelijkheden en de strategische positionering van de onderneming (of afdeling, vestiging of betreffend bouwproject). Het gaat hierbij ook om de vraag ‘Welke knelpunten worden opgelost met BIM?’
- Voorgestelde oplossingsrichtingen, scenario’s en alternatieven: afbakening van de BIM-implementatie, eventueel alternatieve routes en afwegingen bij de varianten.
- Verwachte opbrengsten van BIM in kwalitatieve of kwantitatieve termen. De meeste managers geven de voorkeur aan een kwantitatieve onderbouwing. In geval van BIM is dat op ondernemingsniveau hooguit globaal mogelijk. Daarom is een kwalitatieve onderbouwing raadzaam: bijvoorbeeld ‘Zijn onze bedrijfsdoelstellingen überhaupt realiseerbaar zonder BIM? Wat is de betekenis en relevantie van BIM voor (keten)samenwerking of procesoptimalisatie (Lean)?’ Het is ook raadzaam om aan te geven wat de consequenties zijn voor de onderneming en haar doelstellingen indien de BIM-implementatie niet wordt doorgezet.
- Resultaat: het concrete resultaat van de BIM-implementatie. Wat heeft de onderneming concreet in handen als de BIM-implementatie (of deze ontwikkelingsstap) is afgerond?
- Aanpak op hoofdlijnen van de BIM-implementatie en fasering: welke ontwikkelingsstappen worden gezet, wie zijn hier in- en extern bij betrokken?
- Benodigde hulpbronnen: investeringen in tijd en geld, waarbij het gaat om zowel interne kosten als om in te schakelen derden. Denk aan de tijdsinvestering van medewerkers in hun leerproces, opleiding en training, externe opleidingskosten, software en hardware (zie Kader 9).

De BIM-businesscase wordt aan het management voorgelegd om te beslissen of de BIM-implementatie daadwerkelijk zal worden opgepakt. Bij een positieve beslissing kan het BIM-projectteam de

businesscase verder uitdetaileren tot een implementatieplan waarin de aanpak concreet wordt uitgewerkt in activiteiten, mijlpalen en dergelijke. Voor de betrokkenen geeft het projectplan houvast met betrekking tot doel, resultaat, aanpak en activiteiten en randvoorwaarden.

Afhankelijk van de behoefte in de organisatie zullen de BIM-businesscase en het BIM-implementatieplan op hoofdlijnen of in detail worden uitgewerkt. Mensen in de bouw zijn gewend om planmatig ('blauw') te werken en lopen dan gemakkelijk in de valkuil om door te schieten in het detailniveau van de uitwerking. Het verdient daarom aanbeveling om daar niet al te ver in te gaan en meer energie te steken in het uitvoeren van de plannen, dan in het maken daarvan.

Kader 9: Realisatie ambitie kan niet zonder middelen

"Onze directie zegt dat ze het heel belangrijk vindt dat we snel voortgang maken met de invoering van BIM. Wij zien ook heel veel mogelijkheden. Het maakt ons daarom niet uit dat we een stapje harder moeten lopen om dat voor elkaar te krijgen. Het komt er in de praktijk echter op neer dat we pas 's avonds of in het weekend aan BIM toekomen. Dat kan toch niet de bedoeling zijn", aldus enkele medewerkers van een bouwbedrijf.

Een tweede valkuil is dat de beschikbare middelen niet in verhouding zijn met het ambitieniveau. Het komt voor dat medewerkers de BIM-activiteiten naast hun reguliere werkzaamheden moeten uitvoeren en dat ze daar geen of nauwelijks extra tijd voor beschikbaar krijgen. Dat leidt in de praktijk tot teleurstellingen. Op de eerste plaats bij het management, dat maar weinig voortgang in de BIM-implementatie ziet. Op de tweede plaats bij de medewerkers, die niet de tijd kunnen steken in de BIM-implementatie die volgens hen nodig is, waardoor zij kansen zien vervliegen. Dat kan ten koste gaan van hun enthousiasme om zich hiervoor in te zetten (*Kader 9*).

"... Tijd, of beter gezegd het gebrek aan tijd, is de belangrijkste belemmering om tempo te maken met de toepassing van BIM.

Als er weinig vaart zit in de overgang van 2D- naar 3D-BIM, dan bestaat de kans dat het tempo er helemaal uitgaat."

3.4.4 Mentaliteit en cultuur

Mentaliteit en cultuur zijn termen die nauw verwant zijn. Bij cultuur gaat het om de gemeenschappelijke waarden en normen van een organisatie en het gedrag dat daar min of meer logisch bij hoort. Bij mentaliteit bedoelen we ongeveer hetzelfde, maar associëren dat meer met individueel gedrag. De bouwcultuur kenmerkt zich traditioneel als behoudend en weinig innovatief, aanbodgericht en 'vechтерig'. De veranderende markt heeft invloed op de manier waarop partijen met elkaar omgaan. Dat is ook van invloed op de samenwerking en de manier waarop partijen met elkaar zaken doen (zie *Figuur 14*).

"The pessimist complains about the wind. The optimist expects it to change. The leader adjusts the sails." [John Maxwell]

Een toenemend aantal bedrijven verruimt de kortdurende samenwerkingsrelaties (transacties per bouwproject) voor meer duurzame relaties (projectoverstijgende samenwerking of ketensamenwerking). Dat heeft ook verstrekkende gevolgen voor de toepassing van BIM. Bedrijven die weinig werken met vaste partners (co-makers, vaste leveranciers) zullen zich veelal toeleggen op Little BIM, de toepassing van BIM in de eigen organisatie. Bedrijven die overwegend werken met vaste relaties, al dan niet projectoverstijgend, zullen gemakkelijker de stap maken naar Big BIM.

Mentaliteit en cultuur hebben ook invloed op de manier waarop medewerkers tegen vernieuwing en verandering aan kijken. Van huis uit is de bouw bijvoorbeeld zeer gericht op het tijdig opleveren van bouwprojecten. Alles wat een risico zou kunnen vormen voor de tijdige oplevering, wordt door projectleiders zoveel mogelijk buiten de deur gehouden. De introductie van een nieuwe werkwijze zoals BIM zou vanuit de optiek van de projectleider zo'n risico kunnen vormen. Het management doet er goed

Figuur 14: Het nieuwe bouwen en de nieuwe bouwcultuur

Van...	Naar...
<ul style="list-style-type: none"> • Capaciteit • Vechtcultuur • Gefragmenteerd, sequentieel • Wisselende coalities • Naar binnen gericht • Reactief 	<ul style="list-style-type: none"> • Producten en diensten • Samenwerkingscultuur • Geïntegreerd, parallel (concurrent) • Duurzame samenwerking • Naar buiten gericht (klant, gebruiker, omgeving) • Proactief, ondernemend

aan om een veilige omgeving te creëren waarbinnen deze projectleiders (en andere medewerkers) aan de slag kunnen met de nieuwe werkwijze, waarbij fouten mogen worden gemaakt, als er maar van geleerd wordt.

Kader 10: Mens is bepalend voor vernieuwing

“Bedrijven investeren vooral in het ontwikkelen van kennis, terwijl uit onderzoek blijkt dat de impact van factoren op het gebied van mens en organisatie drie keer zo groot is als de impact van R&D-investeringen.”

Professor dr. Henk W. Volberda
Erasmus Universiteit Rotterdam en NCSI

Kader 11: Het gesprek aangaan over normen, waarden en gedrag (cultuur)

Dura Vermeer werkt actief aan de cultuur in het bedrijf. Het motto ‘Waarmaken van ambities’ is door elke vestiging vertaald in kernwaarden, zoals Slim, Vertrouwen, Verantwoordelijkheid en Samen, en het bijbehorende gedrag.

Dura brengt dit gedachtegoed tot leven door medewerkers op elk niveau met elkaar in gesprek te laten gaan door middel van het Dura-Ambitiespel. In spelvorm worden vragen aan de orde gesteld, bijvoorbeeld ‘Wat houdt de kernwaarde ‘Samen’ volgens mij in?’, ‘Wat is volgens mij een belangrijke eigenschap om goed samen te werken?’, ‘Hoe zien mijn collega’s dit?’ en ‘Wat ga ik morgen anders doen?’. Het spel wordt afgesloten met het formuleren van acties.

Een spelleider zorgt ervoor dat het spel in een veilige omgeving wordt gespeeld. Het Ambitiespel stimuleert het gesprek over de waarden, normen en gedrag (cultuur) van de organisatie en vergroot de betrokkenheid.

3.4.5 Opleiding

Een bedrijf dat overgaat op de invoering van BIM zal ervoor moeten zorgen dat medewerkers zich de nieuwe werkwijze eigen kunnen maken. Dat kan niet alleen door opleidingen, maar ook door leerprocessen op de werkvloer (‘Learning by Doing’). Als organisatie gaat het er ook om dat het team als geheel leert en dat er zodoende een lerende organisatie wordt gecreëerd. Dat biedt de beste garanties voor een blijvende verankering van de nieuwe manier van werken die bij BIM hoort. (Zie ook paragraaf 3.5.3).

Kader 12: Samen op cursus, samen leren

Sommige organisaties betrekken hun ketenpartners meteen in hun leerproces. Smit's Bouwbedrijf heeft bijvoorbeeld een langjarige relatie met zijn installateurs. Bij de invoering van BIM zijn medewerkers van Smit's Bouwbedrijf en een installateur samen op cursus gegaan om zich de nieuwe software eigen te maken.

3.4.6 Informatiestromen, standaarden en gereedschappen (tools)

In hoofdstuk 5 wordt uitgebreid ingegaan op de informatiestromen, standaarden en gereedschappen.

3.5 Bouwsteen 3: Leer- en veranderingsproces

3.5.1 Succesvol veranderen

Het invoeren van BIM is een leer- en veranderingsproces. Daarbij komt de vraag aan de orde hoe de nieuwe manier van werken met BIM effectief tot stand kan worden gebracht. Welk pad moet worden bewandeld om het management en/of de medewerkers achter de BIM-werkwijze te krijgen? Hoe betrekken we alle belanghebbenden bij de afbakening en invoering? Hoe helpen we hen om zich kennis en kunde eigen te maken?

Bij het invoeren van de nieuwe werkwijze met BIM komt de vraag aan de orde hoe de overgang van de huidige situatie naar de gewenste situatie praktisch tot stand kan worden gebracht. We praten dan over een leer- en veranderproces. Uit onderzoek¹⁰ blijkt dat veranderingsprocessen niet tot het gewenste resultaat leiden indien:

- de veranderingen door de top van de organisatie worden bedacht en onderliggende managementlagen deze niet dragen;
- de medewerkers deze veranderingen niet als zinvol beschouwen;
- de veranderingen overhaast worden ingevoerd en betrokkenen onvoldoende tijd krijgen om eraan te wennen.

Er zijn drie sleutelfactoren voor succesvolle veranderingen:

- Continue resultaatverbetering door een lerende organisatie: een organisatie die medewerkers in de gelegenheid stelt om voortdurend te leren, creëert betrokkenheid bij stapsgewijze verbeteringen en meer werkplezier.
- Inspirerend leiderschap: medewerkers hebben behoefte aan een concreet en consistent beeld waarom een nieuwe werkwijze nodig is. Het wordt dan duidelijk hoe ze daar zelf aan kunnen bijdragen. Het komt de acceptatie ten goede als het management dit beeld zo goed mogelijk op medewerkers overdraagt. Ook het omgekeerde is het geval. Als de nieuwe werkwijze geïnitieerd wordt door de werkvloer, dan zoeken de betrokken medewerkers steun bij het management. Veranderingen gaan beter als er een zekere mate van verbondenheid ontstaat tussen het management en de medewerkers.
- Samenbindende regie: hierbij gaat het erom dat het hogere en middenkader in staat moeten zijn om hun visie en de consequenties daarvan duidelijk te maken en medewerkers te betrekken bij de vormgeving van de nieuwe werkwijze.

Er worden in de literatuur meerdere veranderstrategieën beschreven. Een van deze strategieën wordt vaak gebruikt voor de invoering van BIM bij bouwbedrijven en is gebaseerd op de theorie van Rogers (zie Kader 13). De kern van deze aanpak bestaat eruit dat mensen de tijd krijgen om zich de kennis van BIM eigen te maken, er zich een oordeel over te vormen en er zelfstandig mee te leren werken. Dit proces verloopt in vier fasen:

1. Signaleren van nieuwe oplossingen (BIM-functionaliteiten) voor bepaalde behoeften of knelpunten op het gebied van informatiemanagement. De betrokkenen dienen in deze fase grondig na te denken over de vraag of de oplossing voorziet in de behoeften van de organisatie en bepaalde knelpunten daadwerkelijk oplost.

2. Verspreiden van de nieuwe oplossing naar degenen voor wie deze van belang is. In deze bewustwordingsfase gaat het om het herkennen van oplossingen en het erkennen van de betekenis hiervan voor de eigen activiteiten. De initiatiefnemer moet duidelijk maken waarom bepaalde BIM-toepassingen noodzakelijk zijn en wat de voordelen hiervan zijn. Daarnaast moet hij collega's uitdagen om te doordenken hoe de voorgestelde BIM-toepassing in de organisatie is in te passen. Hier komen de resultaten van de BIM Quick Scan goed van pas.
3. Acceptatie van de BIM-toepassing door de belanghebbenden, zodat ze er gebruik van willen gaan maken. In deze fase kan medewerkers de gelegenheid worden geboden om de vernieuwing uit te proberen en er zelf mee te experimenteren. Hierbij is het van belang om na te gaan of de autonomie van de medewerkers verandert door de introductie van de nieuwe oplossing; medewerkers kijken positiever aan tegen vernieuwing als zij daardoor minder afhankelijk worden van anderen (en vice versa). De bedrijfsleiding vervult een belangrijke rol; indien zij oprechte belangstelling toont voor de gebruikservaringen, dan laat zij zien dat het om een belangrijk onderwerp gaat.
4. Invoeren (implementeren) van de BIM-toepassing door deze in de organisatie in te voeren. De gewenste veranderingen en aanpassingen in structuur, systemen, personeel en dergelijke worden in deze fase daadwerkelijk ingevoerd. In deze fase zijn opleiding, training en evaluatie cruciaal.

Zoals gezegd is deze aanpak voor de invoering van BIM in de meeste gevallen een geschikte veranderingsstrategie. In de volgende paragraaf wordt dit geconcretiseerd in een planmatige aanpak, die is gestoeld op dezelfde visie op leren en veranderen.

“Naarmate tekenaars routineuzer werken in een 2D-softwarepakket, schatten ze de balans van kosten en baten (voor- en nadelen) van het voor hen nieuwe 3D-BIM ongunstiger in en grijpen gemakkelijker terug op ‘oude’ 2D-routines.”

Kader 13: Diffusie en adoptie van innovaties volgens Rogers

“Een innovatie is een idee, praktijk of object dat wordt gezien als nieuw door een individu of organisatie.”
De kenmerken van een innovatie, zoals deze worden waargenomen door een individu, zijn van grote invloed op de adoptiesnelheid:

- Relatief voordeel: de mate waarin iemand de innovatie ziet als een vooruitgang ten opzichte van alternatieven (de bestaande werkwijze).
- Compatibiliteit (koppelbaarheid): de mate waarin iemand de innovatie consistent vindt met bestaande opvattingen, ervaringen en behoeften.
- Complexiteit: de mate waarin iemand het moeilijk vindt om een innovatie te begrijpen of te gebruiken.
- Uitproberen: mogelijkheden tot uitproberen en 'Learning by Doing' kunnen de onzekerheid voor het individu reduceren.
- Waarneembaarheid: de mate waarin de resultaten van een innovatie zichtbaar zijn voor anderen.

In het algemeen worden innovaties sneller geadopteerd als ze volgens de adopters een groter relatief voordeel opleveren voor henzelf of hun organisatie en worden waargenomen als compatibel, uitprobeerbaar, waarneembaar en minder complex. Interventies om de diffusie (toepassing) te bevorderen, kunnen op deze factoren aangrijpen.

'Diffusion of Innovations', Rogers 2003

3.5.2 Richtlijn voor de invoering van ICT in bouwprojecten

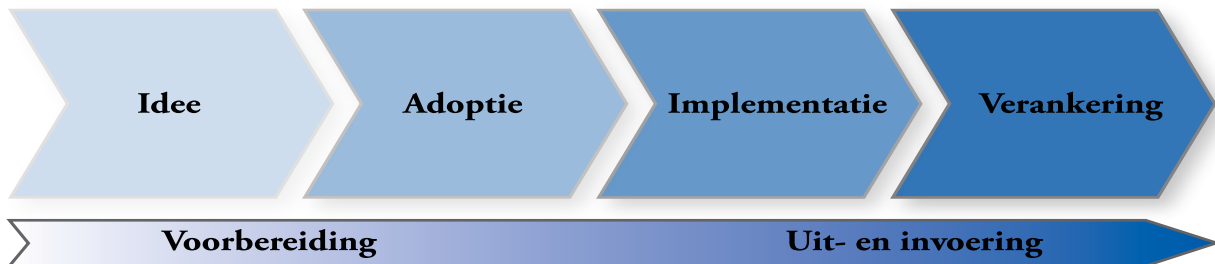
Universiteit Twente (Arjen Adriaanse c.s.) heeft een richtlijn ontwikkeld voor de invoering van ICT in bouwprojecten. Deze richtlijn is zeer bruikbaar voor de invoering van BIM¹⁰. Hieronder is deze richtlijn op hoofdlijnen beschreven. Voor meer detailinformatie is het raadzaam om de complete richtlijn erbij te pakken.

De richtlijn onderscheidt vier fasen in het implementatieproces (*Figuur 15*). We kunnen spreken van een BIM-implementatie als alle vier de fasen succesvol zijn doorlopen. Dit proces is van toepassing op de invoering van ICT, in dit geval BIM-toepassingen. Zoals eerder beschreven zal dit meestal stapsgewijze

¹⁰⁾ 'Duurzaam veranderen; Vier benaderingen voor het succesvol realiseren van verandering', Holland Consulting Group, 2005.

wijs plaatsvinden. Dit betekent dat dit vierfasenproces meerdere malen zal worden doorlopen om het einddoel te bereiken. Bij het doorlopen van dit proces moet in het oog worden gehouden dat in bouwprojecten verschillende bedrijven samenwerken en gegevens uitwisselen. In hoeverre dat van invloed is voor BIM hangt af van de keuze voor Little BIM of Big BIM. Zeker bij Big BIM moet men zich realiseren dat de verschillende bedrijven in verschillende ontwikkelingsfasen kunnen verkeren.

Figuur 15: Vierfaseninvoering BIM-toepassing



Ideevorming (verkenkende fase)

In de ideevormingsfase komt de initiatiefnemer c.s. tot een eerste uitwerking van het idee (een BIM-toepassing, bijvoorbeeld het overschakelen op 3D-tekenen of het bepalen van hoeveelheden vanuit het 3D-model) en creëert draagvlak om het voor de volgende fase (adoptiefase) verder uit te werken. De initiatiefnemer verzamelt actief of passief informatie over de BIM-toepassing en beoordeelt dit voor de eigen situatie: Wat zijn de kansen en uitdagingen van de BIM-toepassing voor bijvoorbeeld dit bouwproject? Wat zijn de mogelijkheden van deze BIM-toepassing en wat zijn de voordelen? Wat draagt BIM bij aan de bedrijfsstrategie?

In de ideevormingsfase gaat het om een globale verkenning van een BIM-toepassing. Bij de globale uitwerking wordt aandacht besteed aan de organisaties, de rollen (zoals werkvoorbereider, tekenaar en, inkoper) en de ICT-systemen waar het idee op van invloed is.

In deze fase is het van belang dat de initiatiefnemer collega's en andere belanghebbenden betreft bij de uitwerking. Als zij mee kunnen denken, dan ontstaat er inzicht in de drijfveren, barrières en risico's die er bij hen leven. Indien zij mee kunnen groeien in het denkproces, dan is de kans het grootst dat er draagvlak ontstaat.

In de loop van de ideevormingsfase ontstaat een beeld of de BIM-toepassing aantrekkelijk genoeg en haalbaar lijkt (zie *Figuur 16*). Als dat het geval is, dan werken de betrokkenen de aanpak van de adoptiefase uit tot een voorstel voor een investeringsbeslissing: Hoe gaan we de adoptiefase aanpakken? Hoe betrekken we zowel het management als de werkvloer? Welke BIM-toepassing(en) gaan we concreet invoeren? Wie gaat de invoering trekken en welke tijd en middelen zijn nodig en beschikbaar? (zie *paragraaf 3.4.3*)

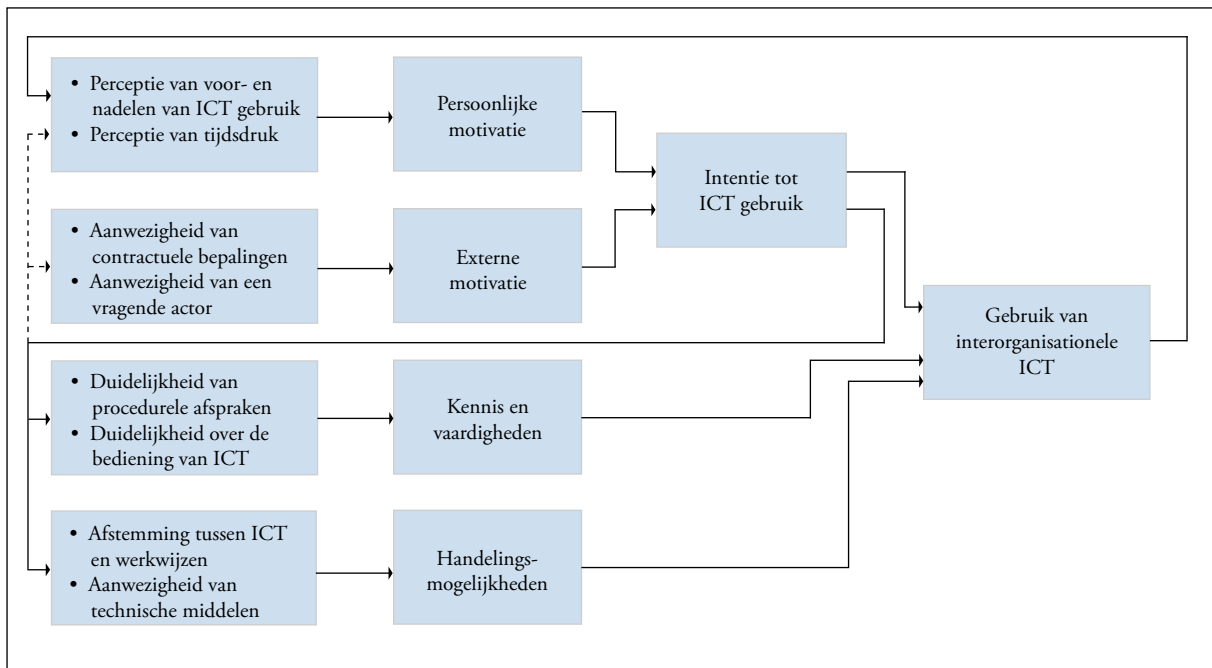
Adoptie (voorbereidende fase)

In de adoptiefase wordt het idee verder uitgediept, met als doel om te kunnen beslissen om de BIM-toepassing wel of niet in te gaan voeren. De BIM-toepassing wordt daartoe grondig geanalyseerd en geëvalueerd. In de adoptiefase komen min of meer dezelfde vragen aan de orde als in de ideevormingsfase, maar worden meer in detail uitgewerkt. De betrokkenen gaan na wat de consequenties zijn van de BIM-toepassing voor elke betrokken medewerker en partner en wat de toegevoegde waarde ervan is voor de betrokken medewerkers en partners, voor het bouwproject en voor de organisatie.

Op basis van dit inzicht kan worden beoordeeld of de invoering haalbaar is en welke aandachtspunten daarbij naar voren komen. Hierbij zijn rationele overwegingen aan de orde vanuit de BIM-toepassing in het project. Ook persoonlijke en politieke overwegingen (draagvlak) kunnen een rol spelen, of het afdwingen van de implementatie door derden (bijvoorbeeld door eisen van de opdrachtgever). Deze evaluatie kan mede gebaseerd worden op proeven en experimenten (uitproberen).

¹¹⁾ 'Een richtlijn voor de invoering van ICT in bouwprojecten; Geleerde lessen uit zes praktijksituaties', Arjen Adriaanse, Universiteit Twente, 2010.

Figuur 16: Beoordeling haalbaarheid BIM-toepassing (bron: Adriaanse, 2009)



Als de evaluatie positief uitvalt, dan kan een BIM-businesscase (pagina 33, paragraaf 3.4.3) worden uitgewerkt. De BIM-businesscase wordt voorgelegd aan het management, dat het groene licht kan geven voor de daadwerkelijke invoering. Bij groen licht van het management maken de betrokkenen vervolgens een gedetailleerd plan van aanpak en een roadmap (pagina 32) voor de implementatie- en verankeringsfase. In dit implementatieplan worden de implementatiestrategie en de concrete acties voor de invoering van de BIM-toepassing uitgewerkt.

Implementatie en verankering

In deze fase vindt de invoering daadwerkelijk plaats. De BIM-toepassing krijgt concreet, fysiek vorm, wat resulteert in een werkende en geaccepteerde BIM-toepassing. In de verankeringsfase wordt de BIM-toepassing volledig geabsorbeerd in de organisatie en routinematig toegepast. De implementatiefase gaat in de loop van de tijd vanzelf over in de verankeringsfase.

De acties uit het implementatieplan worden in deze fase uitgevoerd. Het gaat daarbij om de selectie van ICT-applicatie, het ontwikkelen, installeren en onderhouden van ICT, het ontwikkelen of aanpassen van werkwijzen en procedures, het trainen van personeel en het in gebruik nemen van de ICT-applicatie (BIM-toepassing).

Onderdeel van dit proces is de evaluatie van de gekozen oplossingen en het doorvoeren van eventuele verbeteringen.

3.5.3 Leerproces¹²

De invoering van BIM is een leer- en veranderingsproces. In de vorige paragraaf is de invoering toegelicht als planmatig proces. Ofschoon het al diverse keren eerder is genoemd, moet nogmaals worden benadrukt dat de betrokken mensen het succes van de BIM-toepassing bepalen. In deze paragraaf wordt ingegaan op het leerproces dat mensen doormaken als zij met nieuwe werkwijzen worden geconfronteerd. Deze inzichten zijn gebaseerd op wetenschappelijk onderzoek en bestaan uit een korte selectie van noties die relevant kunnen zijn voor het implementeren van BIM.

“De capaciteitsbehoefte van bouwbedrijven aan BIM-modellerwerk moet voldoende zijn om modellers in de gelegenheid te stellen om zich te bekwamen tot routineus, hoogwaardig modelleur.”

¹²⁾ Gebaseerd op 'De menskant van veranderen; Spiral Dynamics in de praktijk', Erik Koenders, Peter Nientied, 2011 en 'Lerend organiseren en veranderen; als meer van hetzelfde niet helpt', André Wierdsma, Joop Swieringa, 2011.

Volgens Wierdsma en Wieringa is het doel van leren, het verbeteren van de kwaliteit van handelen ofwel de bekwaamheid van personen. “Bekwaamheid wordt niet alleen bepaald door wat iemand weet en begrijpt (door kennis), maar ook door wat hij kan (vaardigheden), durft en wil, en door wie hij is (houding).” Leren is niet louter het vermeerderen van kennis, maar het veranderen van gedrag. Als het opnemen van kennis niet leidt tot ander gedrag, dan heeft deze persoon niets geleerd. “Wat iemand heeft geleerd ... blijkt uit wat hij met die kennis, inzichten, vaardigheden en houding doet.” Om te bevorderen dat kennisvermeerdering daadwerkelijk leidt tot bekwaamheid is het belangrijk om leren en presteren te verbinden.

Kader 14: Leren en presteren verbinden

Vertaal ambities in doelen voor individuele medewerkers

Pellikaan heeft de BIM-ambities doorvertaald naar doelstellingen voor het team en voor de individuele medewerkers. Het BIM-team krijgt de ruimte om zelf doelstellingen te bepalen op het niveau van het team, het project en persoonlijk (leerdoelstellingen).

Schep ruimte, maar geen ‘laissez faire’

“Belangrijk voor de uitrol is dat je als directie ruimte scheidt voor medewerkers om BIM-ontwikkelingen op te pakken en dat je geëngageerd bent. Behalve ruimte geven, moet je ook (lichte) druk uitoefenen; het is namelijk niet vrijblijvend. Zodoende ontstaat er geleidelijk draagvlak en enthousiasme” (Jan Kets, directeur Smit’s Bouwbedrijf).

Geef medewerkers ruimte om zich te ontwikkelen, maar wees duidelijk over de koers

“Onze mensen zijn in het algemeen graag bereid om mee te werken aan de BIM-implementatie. Sommigen zijn afwachtend omdat ze verwachten dat alles uiteindelijk bij het oude zal blijven. Tekeningencontroleurs zijn heel taakgericht. Ze zijn gewend om hun ding te doen en varen blind op routine. Hun taak zal op termijn sterk veranderen door ‘clash’detectie. ... Verschillende ontwikkelingen tegelijkertijd maakt sommige medewerkers wat onrustig omdat ze niet kunnen terugvallen op vertrouwde routines. .. Anderen houden vast aan traditionele rolverdelingen en aan hun (machts)positie. Zij gaan maar moeilijk mee in de gewenste veranderingen. ..

We stimuleren iedereen om zich te ontwikkelen en betrekken hen intensief bij de vernieuwingen. We bieden alle kansen voor opleiding en training. Medewerkers die zich niet ontwikkelen, moeten hun conclusies trekken. Op termijn moet iedereen namelijk in deze nieuwe cultuur passen.” (een directeur)

Leren wordt vaak gezien als bewust leren (leren door opleiding). Mensen leren echter veel onbewust, door ervaring (‘Learning by Doing’). David Kolb verenigt bewust en onbewust leren. Hij onderscheidt vier leerstijlen van mensen: de denkers willen verkennen, de beslissers willen actief experimenteren, de doeners willen concrete ervaring opdoen en de dromers willen observeren en reflecteren. Volgens Kolb is leren een cyclisch proces waarin deze vier leerstijlen worden doorlopen. Leren is een cyclus van doen, bezinnen (reflecteren), denken, beslissen en (weer) doen (*Figuur 17*). Het is daarbij van belang dat niet alleen individuen leren, maar ook organisaties. Een organisatie leert pas als iemand niet alleen een individuele taak beter uitvoert, maar als dat ook tot gevolg heeft dat teamgenoten beter gaan functioneren.

Ruijters onderscheidt vijf leervoorkeuren:

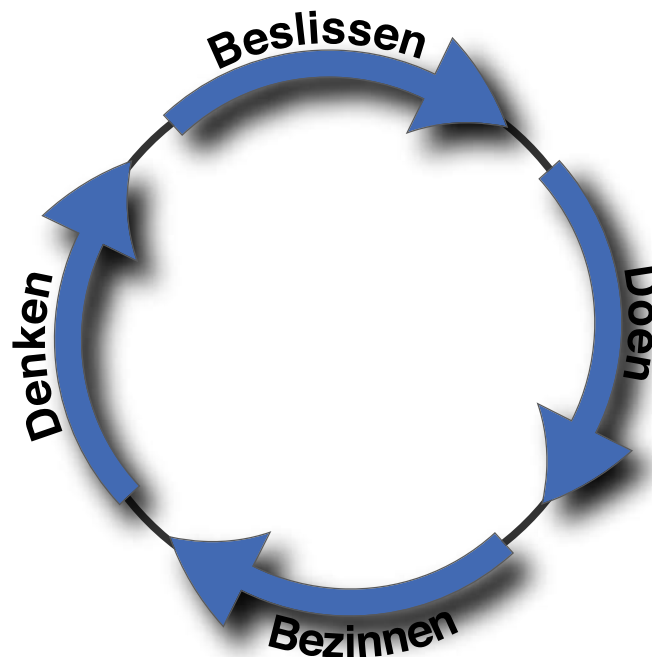
- Kunst afkijken: zoeken naar aansprekende voorbeelden die werken; ‘hoe heeft een collega of concollega het aangepakt?’.
- Meedoen, participeren: actief aan de slag gaan om te ervaren wat werkt.
- Kennis verwerven: nieuwe vaardigheden gaan aanleren, door (zelf)studie, het vragen van uitleg.
- Uitproberen, oefenen: in een veilige situatie een nieuwe manier van werken uitproberen (‘droogzwemmen’), trainen, in de leer gaan.
- Ontdekken: leren als continu proces, (‘Learning by Doing’).

Leren is in de praktijk een combinatie van leervoorkeuren, zeker als het gaat om leerprocessen in een team. ‘Action learning’ is een methode om dit in praktijk te brengen:

- Leren op basis van echte taken en projecten.
De bouwprojecten en de taken die daarvoor moeten worden verricht zijn de beste leerschool. Het is daarbij van belang dat men fouten mag maken als daarvan wordt geleerd.

- Leren in (kleine) teams.
Door met de nieuwe werkwijze aan de slag te gaan in teamverband, kan men bij elkaar te rade gaan, feedback vragen en ervaringen uitwisselen.

Figuur 17: Leercyclus Kolb (personen en teams)



Kader 15: Action Learning en leerstijlen in de praktijkprojecten

Hendriks Bouw en Ontwikkeling heeft gekozen voor een strategie van olievlekwerking, met een geleidelijke opbouw van BIM-kennis en gewenning in de organisatie. Er is gestart met een klein BIM-team, bestaande uit de BIM-coördinator en enkele medewerkers (Action Learning: leren in teams). Zij hebben een BIM-opleiding gevolgd (leerstijl 'kennis verwerven') en een eerste project opgepakt in 'Safe BIM', dat wil zeggen schaduw-draaien met 3D-BIM (leerstijl 'uitproberen'). Vervolgens is het project Piekenhof opgepakt als 'Little BIM' en daarna is de stap gemaakt naar 'Big BIM' in het project "i Livin' @ Jan van Cuyckstraat" (herhalen van de leercyclus).

Smit's Bouwbedrijf heeft inspiratie voor de gevolgde koers opgedaan door bij Waal Bouw op bezoek te gaan (leerstijl 'kunst afkijken'). Door bij Waal in de keuken te kijken ontstond het vertrouwen dat de eigen ambities realiseerbaar waren.

Heddes Bouw & Ontwikkeling heeft een externe partij ingeschakeld om snel ervaring op te doen met BIM (leerstijl 'kunst afkijken' en leerstijl 'meedoen').

De praktijkprojecten BIM in het kader van het programma "Virtueel Bouwen, gewoon doen!" zijn ook een illustratie van de leerstijl 'kunst afkijken'. In vijf werksessies hebben de deelnemers aan elkaar gepresenteerd op welke manier zij vormgaven aan hun BIM-ontwikkeling. In de bijbehorende dialoog werd feedback gegeven en werden verdiepende vragen gesteld (leerstijl 'bezinnen/reflecteren'). Deze praktijkprojecten zijn ook bij uitstek voorbeelden van Action Learning, leren op basis van echte taken en projecten en van de leerstijl 'ontdekken', ofwel Learning by Doing.

Tabel 6: Bedrijfsstrategie - BIM-strategie

Dura Vermeer: BIM is wezenlijke randvoorwaarde voor de bedrijfsdoelstellingen

Dura Vermeer heeft verschillende speerpunten: ketensamenwerking, Lean Bouwen en BIM. Dura Vermeer staat nog maar aan het begin van deze ontwikkeling, die moet leiden tot kostenreductie, kortere doorlooptijden en kwaliteitsverbetering. Bij Dura Vermeer zijn teamsamenwerking en engagement (betrokkenheid) belangrijke kernwaarden (Betrouwbaarheid, Samenwerking, Integriteit, Solide financiële basis, Kwaliteit, Creativiteit, Familiebedrijf, Menselijke maat (zie Duurzaamheids- en MVO-verslag 2010). BIM wordt gezien als wezenlijke randvoorwaarde voor het kunnen realiseren van de bedrijfsdoelstellingen.

Era Contour: BIM is een onvermijdelijk hulpmiddel als je verder wilt met ketenintegratie

Era Contour staat bekend als stedelijk vernieuwer, met veel oog voor de eindgebruiker en ontwikkelen op maat. Het motto van Era is 'sneller, beter, goedkoper en leuker'. BIM en (keten)samenwerking faciliteren dit en leveren onderscheidend vermogen op. "BIM is een onvermijdelijk hulpmiddel als je verder wilt met ketenintegratie, Lean en klantgerichtheid, als onderdeel van Co-creatie. We kunnen niet meer terug", aldus Henk Homberg (directievoorzitter). Uiteindelijk wordt het ook goedkoper. Door procesoptimalisatie moet 16% van de bouwsom bespaard kunnen worden. Deze besparing kan geïnvesteerd worden in de duurzaamheid van het bouwproject.

Homberg verwacht dat BIM over een jaar of drie volledig is ingevoerd in de organisatie. De bouwwerkinformatie zal tegen die tijd ook worden toegeleverd aan opdrachtgevers (met name woningcorporaties) ten behoeve van de exploitatie.

Heddes Bouw & Ontwikkeling: start met een praktijktoets om ervaring op te doen

Heddes Bouw & Ontwikkeling had een jaar terug niet zelf de BIM-kennis in huis. "We wilden een snelle praktijktoets doen, maar wel een die ons hielp om wezenlijke ervaring op te doen. Een investering in het opleiden van eigen mensen tot BIM-modellieur zou te veel tijd en geld kosten. Inschakeling van een deskundige partij stelde ons in staat om een snelle stap te maken en te profiteren van aanwezige knowhow om zo een goede leerervaring op te doen. We weten nu wat er bij komt kijken om verschillende partijen met verschillende software aan elkaar te knopen. En welke elementaire afspraken relevant zijn om vooraf te maken." (Paul Beemster, hoofd bedrijfsbureau).

Hendriks Bouw en Ontwikkeling (HBO): 3D-BIM is een Unique Selling Point

HBO heeft drie werkmaatschappijen (Projectontwikkeling, Bouwbedrijf en Installatietechniek, Onderhoud en beheer) en een belang van 50% in Schrijvers Elektrotechniek. Het belang van integrale samenwerking is groot omdat deze werkmaatschappijen voor elkaar een belangrijk deel van de bouwactiviteiten genereren. "De werkgroep onderschrijft dat werkwijzen tussen de werkmaatschappijen ... efficiënter uitgevoerd kunnen worden wanneer gegevens beter uitgewisseld worden en er een betere communicatie tussen partijen en disciplines zou zijn."

HBO is in 2010 gestart met het opdoen van ervaring met verschillende softwarepakketten, het destilleren van informatie uit de 3D-pakketten en het uitwisselen van deze informatie. Hiervoor is een aantal projecten aangepakt, van Safe BIM naar Little BIM en Big BIM.

In 2011 is de visie geactualiseerd: "Hendriks streeft naar een procesaanpak waarbij sprake is van ketendigitalisatie en open informatiedeling. Door gebruik te maken van BIM worden de definitie-, ontwerp-, realisatie- en exploitatiefase beter beheersbaar, neemt de processnelheid toe en worden risico's controleerbaar. Dit resulteert in een betere beantwoording van onze klantvraag. Voor HBO is BIM de ideale tool om een optimale informatievoorziening tijdens de gehele levenscyclus van het gebouw en zijn omgeving te garanderen. BIM ondersteunt daarmee niet alleen HBO, maar ook de primaire processen van opdrachtgevers, eindgebruikers, adviseurs, nevenaannemers en leveranciers." Daarom worden alle nieuwe projecten getoetst op de mogelijke rol van 3D-BIM. Over twee jaar wordt 60% van de projecten integraal uitgevoerd met 3D-BIM." Deze BIM-visie sluit aan bij de bedrijfsvisie, met als kern de ontwikkeling van het Dome-X-concept, dat op dit moment wordt verwezenlijkt. Dit is de fysieke vertaling van de marktvisie en de nieuwe, integrale werkwijze in een ontmoetings-, werk- en kennisatelier. In Dome-X werken alle bouwpartners integraal samen, ondersteund door 3D-BIM.

In het visiedocument '3D & BIM' zijn BIM-doelen benoemd:

- Kwaliteitsverbetering tekenwerk (vermindering faalkosten, vergroten maakbaarheid): 3D-tekenen, 'clash'-detectie, controle op regelgeving.
- Verbetering communicatie (tussen partijen in de bouwketen en met de klant/gebruiker): 3D-tekenen voor bouwvergadering en uitvoering, verkoopdocumentatie, visualisatie.
- Bouwkostenmanagement: bepalen hoeveelheden, uittrekstaten, materiaal- en afwerkstaten.
- 4D-planning (verkorten doorlooptijd): beoordelen maakbaarheid, bouwplanning, bouwplaatslogistiek en materieelplanning.

Mertens: BIM is een ondersteunend instrument

"BIM is een ondersteunend instrument om projecten zo goed mogelijk te ontwerpen en uit te voeren. 3D vervangt 2D. Niet meer, niet minder. De toepassing van een modern hulpmiddel als 3D-tekenen past bij onze innovatieambitie", aldus Leo Mertens (hoofd bedrijfsbureau). De drie kernwaarden van Mertens zijn Plezier, Openheid en Innovatie. Mertens gebruikt de toepassing van BIM ook commercieel. Sommige opdrachtgevers eisen BIM. "We gebruiken BIM ook om onze opdrachtgevers te laten zien dat we onze werkprocessen goed georganiseerd hebben. We hebben ons op dit moment ten doel gesteld

vervolg Tabel 6

om 3D te tekenen en uit het 3D-model de werktekeningen en de productietekeningen af te leiden. Op termijn kan dit uitgebreid worden, bijvoorbeeld het koppelen van de verschillende aspectmodellen (installateur, leveranciers). Door het combineren van de modellen van de onderaannemers en leveranciers kunnen we afstemmingsproblemen sneller en beter inzichtelijk maken met 'clash'-detectie. Tevens dient het model, op termijn, in de calculatie te worden ingezet."

Pellikaan: doelstellingen hangen af van 'workload'

Pellikaan wil op lange termijn volledig overgaan op BIM. Pellikaan werkt namelijk overwegend in Design & Build-contracten, en doet soms ook de exploitatie van sportaccommodaties. "Het is zaak om deze doelstellingen te vertalen naar overzichtelijke en haalbare afdelings- en individuele doelstellingen op de korte termijn. De roadmap is hierbij een handig instrument dat de hoofdlijn en stappen in beeld brengt", aldus Roy Pellikaan (directeur).

Bij het bepalen van de doelstellingen wordt rekening gehouden met de 'workload'. Een doelstelling zou kunnen zijn dat het architectonisch, constructief en installatietechnisch model worden geïntegreerd in één model.

Smit's Bouwbedrijf (SBB): BIM versterkt doorwrocht voorbereidingstraject

De directie heeft drie speerpunten benoemd: BIM (bedrijfsbureau), ketenintegratie (onderaannemers en leveranciers) en duurzaam bouwen (planontwikkeling) om over enkele jaren met een jong kader klaar te zijn voor de toekomst. Elke adjunct-directeur neemt een speerpunt onder zijn hoede. SBB is gespecialiseerd in gietbouw. Het voorbereidingstraject wordt zeer grondig aangepakt, zodat de uitvoering probleemloos en zonder verrassingen kan verlopen. BIM versterkt deze positie.

Ter Steege Bouw Rijssen: wel voorhoede, maar geen 'innovator'

Ter Steege Bouw Rijssen wil geen capaciteitsaanbieder zijn, maar leverancier van toegevoegde waarde. "We willen tot de voorhoede behoren met onderscheidend vermogen, zonder meteen de 'innovator' te zijn. We zijn positief over BIM, met name 3D, maar willen onze organisatie er niet voor op zijn kop zetten. Sommige bouwprojecten lenen zich nog niet voor BIM. Het heeft voor ons vooral toegevoegde waarde als je vroeg bent betrokken, zoals bij eigen ontwikkeling, Design & Build en koopwoningen. 3D-BIM heeft ook toegevoegde waarde in onze marketing. Onze klanten en de gebruikers vinden het namelijk prettig om een 3D-plaatje te zien, waardoor zij zich een betere voorstelling kunnen maken van het exterieur en het interieur van hun toekomstige huisvesting. We zullen BIM geleidelijk invoeren, met een bewuste keuze per bouwproject en in overzienbare stappen. We verwachten echter niet dat we op afzienbare termijn volledig over zullen gaan naar BIM.", aldus Johan Riezebos (directeur).

Waal Bouw: BIM sluit perfect aan bij strategische doelstellingen

BIM is al ver doorgevoerd bij Waal Bouw en verankerd in de strategie van het bedrijf. Uitgangspunt is dat alle projecten in BIM worden uitgevoerd, ook bij aanbestedingen. De visualisatie maakt de communicatie met de klant veel eenvoudiger. Dit sluit aan bij de strategische doelen van Waal om klantgericht te werken met excellente ketenpartners in een proces van continu verbeteren. Met neoHOTPLANS, Lean bouwen en Waal Informatie Management (WIM) krijgt dit invulling. BIM is daarbij een integraal onderdeel van het primaire bedrijfsproces.

Tabel 7: Organisatie van de BIM-implementatie

Dura Vermeer: concernbeleid vertaald naar vestigingen

Bij Dura Vermeer is de verantwoordelijkheid voor de beleidsvelden op groepsniveau geregeld. Rob van der Jagt (directeur Houten) is verantwoordelijk voor de concernbrede ontwikkeling van BIM (over de divisies heen). Hij heeft een stuurgroep ingesteld die de BIM-beleidslijnen uitzet voor het concern. Deze stuurgroep zorgt er ook voor dat er een naadloze aansluiting is bij de productie en het PCS-concept. Juriën Haitsma is voorzitter van deze BIM-stuurgroep. In elke divisie is een BIM-manager aangesteld, die ervoor zorgt dat de BIM-koers wordt vertaald in operationele activiteiten voor de divisie. Binnen de vestigingen zorgt een BIM-coördinator voor een doorvertaling naar de bouwprojecten. De vestigingen hebben een zekere mate van autonomie en bepalen zelf het tempo waarin zij BIM willen uitrollen.

Era Contour: geïntegreerde teams implementeren BIM in bouwprojecten

Era Contour heeft Jeroen Pat benoemd als BIM-manager, die de BIM-implementatie aanstuurt. Hij valt onder de verantwoordelijke directeur voor het operationeel plan Co-Creatie, waar BIM-implementatie deel van uitmaakt. De implementatie van BIM vindt plaats op het niveau van de bouwprojecten, zodat zowel de projectleider en de leden van het bouwteam worden betrokken, als de betrokken ketenpartners.

Era Contour werkt in geïntegreerde ontwerp- en uitvoeringsteams, die naast Era bestaan uit de opdrachtgever, architect, constructeur en installateur. Era Contour biedt de faciliteiten voor de teams, zoals huisvesting en hard- en software en groeit geleidelijk toe naar het model van Integrated Project Delivery (IPD). "Door deze vorm van ketenintegratie worden de partners steeds meer 'eigen' en wordt het verschil binnen-buiten kleiner. Dat maakt het werken leuker; je spreekt intensiever met elkaar en begrijpt elkaar steeds beter.", aldus Jeroen Pat (BIM-manager). Era Contour laat BIM-modelleerwerk door partners uitvoeren. "Zelf kun je nooit adequaat de pieken en dalen in het werk opvangen. Met vaste partners kunnen we deze flexibiliteit wel leveren".

Hendriks Bouw en Ontwikkeling: 'BIM-braingroep' zorgt voor verankering in de organisatie

Kortgeleden is het draagvlak voor BIM in de organisatie verbreed door een enthousiast en gedreven BIM-team, de 'BIM-

vervolg Tabel 7

braingroep' in te stellen. Hierin zijn alle geledingen van het bedrijf vertegenwoordigd. Deze verbreding draagt bij aan een blijvende verankering van BIM in de organisatie.

Rob Haarmans is vanuit de directie verantwoordelijk voor BIM. Anderhalf jaar terug is Cyrille Pennavaire benoemd als voorzitter van de 'BIM-braingroep', die zowel bij de BIM-beleidsvorming als bij de operationele invulling is betrokken.

Er is een 'pressure cooker'-kamer ingericht, waarin HBO en ketenpartners fysiek kunnen samenwerken. Dat gebeurt periodiek om de verschillende aspectmodellen te combineren voor bijvoorbeeld 'clash'-detectie.

HBO heeft ervaren dat aanvankelijk te weinig capaciteit beschikbaar was voor de invoering van BIM. Om meer vaart te kunnen maken, zal daarom meer tijd worden vrijgemaakt.

Mertens: laat steeds opnieuw zien wat er kan

Mertens is begin 2010 gestart met 3D-tekenen. Dat begon met het aanschaffen van een softwarepakket (ArchiCAD) en het opleiden van tekenaars. Het hoofd bedrijfsbureau gaf zelf sturing aan dit proces. Hij heeft de tekenaars/werkvoorbereiders steeds opnieuw laten zien wat er met 3D kan. "De tekenaars/werkvoorbereiders werken zowel in 2D als in 3D. Ze zijn zeer routineus in 2D, waardoor ze soms het idee hebben dat ze iets sneller kunnen uitwerken in 2D (en de eerste keer is dat meestal ook zo). Ze vallen dan gemakkelijk terug op de vertrouwde routine. Geleidelijk gaan ze de voordelen echter zien." (Leo Jansen, hoofd bedrijfsbureau)

Pellikaan: invoering BIM direct oppakken vanuit het reguliere werk

In 2010 zijn twee mensen ingezet op BIM. Joep de Lauwere is werkvoorbereider en projectorganisator en heeft daarnaast de rol gekregen van BIM-trekker. Er is een softwarepakket geselecteerd (ArchiCAD). Joep en enkele andere medewerkers zijn in training gegaan. Joep heeft meteen een project in 3D gezet. In de praktijk is het een worsteling om voldoende tijd te besteden aan BIM, naast de reguliere taken. Intussen zijn er vier projecten opgepakt met BIM. De focus ligt op het benutten van BIM voor de werkvoorbereiding en voor de uitvoering.

Smit's Bouwbedrijf (SBB): na een goede voorbereiding gaat de rest als een speer

Tom Stam (adjunct-directeur) heeft BIM als beleidsspeerpunt geadopteerd. BIM is een onderwerp dat bij hem past. Er is besloten om als eerste stap de gehele gietbouwproductie (de draaiboeken) om te zetten naar 3D-BIM. Voor de invoering van BIM is een jaar terug BIM-coördinator Ton van Zijveld aangetrokken. Deze is vrijgemaakt om een snelle start te kunnen maken met BIM. Met twee jonge tekenaars die enthousiast waren over BIM zijn de 3D-draaiboeken ontwikkeld. Er is een BIM-kamer ingericht, zodat het BIM-project ook fysiek zichtbaar is. Hier worden twee pilotprojecten voorbereid. SBB heeft inspiratie opgedaan door bij een collega-bedrijf 'de kunst af te kijken'. Hierdoor ontstond het vertrouwen dat de ambities realiseerbaar waren.

Bij het collega-bedrijf is de implementatie vormgegeven door een extern bureau. SBB wilde dat niet omdat met het vertrek van de adviseurs kennis en eventueel commitment kan verdwijnen. "Door het zelf aan te pakken, wordt het je ding", aldus Jan Kets (directeur).

Ter Steege Bouw Rijssen: het projectteam bepaalt

Bij Ter Steege Bouw Rijssen is Erik Dommerholt als BIM-coördinator de spil voor BIM-implementatie. In de voorfase van een bouwproject wordt nagegaan of 3D-BIM toegepast zal worden. De afdeling 'ontwerp en ontwikkeling' en later het uitvoeringsteam gaan er dan mee aan de slag. Het team bepaalt zelf of en hoe het invulling geeft aan BIM. De BIM-coördinator staat ter beschikking om het team met BIM-kennis te ondersteunen als daar behoefte aan is.

Ter Steege Bouw Rijssen heeft ervoor gekozen om het modelleerwerk over te laten aan de architect, de constructeur en de installateur. De hoeveelheid modelleerwerk in de organisatie is niet voldoende om een modelleur mee aan het werk te houden. Er worden wel enkele medewerkers opgeleid om beter te kunnen communiceren met de externe modelleurs.

Waal Bouw: BIM is als 'ster-rol' verbonden met onze strategie

BIM is een van de ster-rollen binnen Waal Bouw. Elke 'ster-rol' is een ontwikkelingslijn, die is verbonden met een strategische doelstelling van Waal Bouw. In totaal zijn er zes ster-rollen (klantoriëntatie, ketenintegratie, BIM (WIM), 'Operational Excellence' (Lean), teamontwikkeling en co-creatie met de klant. Per ster-rol is een aanjager verantwoordelijk voor de voortgang. Joris Raaijmakers is verantwoordelijk voor de ster-rol BIM. Hij is tevens teamleider en lid van het MT, waardoor de doorkoppeling in de organisatie geborgd is.

Tabel 8: Wat doe je zelf? Wat vertrouw je toe aan partners?

Dura Vermeer: vertrouw op vaste partners

"Het is steeds de vraag 'wat doe je zelf en wat besteed je uit?'. Bepalend is de vraag hoe je continuïteit en sturing voor elkaar kunt krijgen. Intern moet de bezettingsgraad voldoende zijn vanwege de pieken en dalen in de productie. Dat is ook nodig om voldoende repetitie (leren, vaardigheid) te kunnen borgen. Als de bezettingsgraad niet voldoende is, dan kun je het zelf nooit zo efficiënt doen als een specialist", aldus Rob van der Jagt (directeur Dura Vermeer Houten).

Dura Vermeer heeft een bewuste keuze gemaakt om het modelleerwerk uit te besteden. "Het is als bouwer moeilijk om in

vervolg Tabel 8

huis het kennisniveau voldoende op peil te brengen en houden. De hoeveelheid werk is niet voldoende om onze modelleers de gelegenheid te bieden om routinematig met BIM aan de slag te gaan. De ontwikkelingen op BIM-gebied gaan zo snel, dat het niet doenlijk is om dit bij te houden. Door ons te verbinden aan specialisten verzekeren we ons ervan dat we altijd gebruik kunnen maken van 'state of the art' BIM-technologie en BIM-modelleers die hiermee routinematig kunnen werken."

Era Contour: vertrouw op vaste co-makers

Het modelleerwerk met betrekking tot logistiek, bouwplaatsinrichting, planning en bouwmethodiek wordt door ERA-medewerkers uitgevoerd. Daarnaast coördineren, beheren en controleren zij de diverse modellen.

Era Contour werkt met vaste partners (co-makers). Er zijn verschillende leveranciers die deze ontwikkeling graag oppakken (architect, kozijnenleverancier). Bij ketensamenwerking is een aandachtspunt hoe je zicht kunt houden op de geleverde prestaties. Er moet scherp zijn in de samenwerking en er moet geregeld worden hoe je uit elkaar gaat als de samenwerking beëindigd wordt. "Als dat goed geregeld is, dan kun je heel ver gaan in je partnership", aldus Henk Homberg (directievoorzitter). (zie ook Tabel 7).

Hendriks Bouw en Ontwikkeling: nog niet duidelijk hoe ver je moet gaan

"Je ziet twee stromingen. De partijen die alles zelf in huis willen hebben en de partijen die denken in ketenintegratie. Wij twijfelen nog. Ofschoon installaties een relatief groot deel van de investeringen vormen, is dat slechts 8%. Het is de vraag wat je wilt op de stichtingskosten als je de installaties vergaand optimaliseert door ketensamenwerking, wat je daarvoor moet investeren en wat dit betekent voor de inkoop." (Rob Haarmans, directeur).

"De samenwerking met externe partijen binnen BIM is steeds vaker aan de orde. Tot voor kort lag de focus bij HBO op de interne processen. In het laatste project is een start gemaakt met samenwerking in Big BIM door dit expliciet op te nemen in de contracten met de adviseurs."

Mertens: we kiezen voor de beste partners

"Bij geïntegreerde trajecten maken we altijd een afweging wie de beste partner is. Met sommige architecten gaat dat goed, maar anderen werken uitsluitend in 2D. Veel installateurs kunnen ook nog niet uit de voeten met 3D omdat kennis ontbreekt en ze te veel geabsorbeerd worden door de dagelijkse beslommingen. Mertens heeft de beste ervaringen met de constructeurs: die gaan gemakkelijk mee met 3D-tekenen. Het positieve effect van betere samenwerking wordt nog weinig onderkend. Als niet duidelijk is wat het verleggen van grenzen betekent voor de eigen boterham, dan is men terughoudend." (Leo Janssen, hoofd bedrijfsbureau).

Pellikaan: samenwerken is vooral 'mindset'

"Het blijkt dat BIMmen en samenwerken vooral afhangt van de 'mindset'. Samen in een hok om knopen door te hakken voor een ontwerp is in de D&B-contracten al aan de orde, met of zonder BIM. In de toekomst kunnen we dat nog versterken als iedereen zijn computer meebrengt en de informatie geïntegreerd beschikbaar is. ... We komen vaak terug bij partners waar we goede ervaringen mee hebben opgedaan. Het gaat echter te ver om je hier helemaal op vast te leggen. We willen altijd openstaan voor nieuwe ideeën, ook al komen die niet van onze vaste relaties. Dat vergroot de souplesse om in te spelen op de actuele mogelijkheden." (Roy Pellikaan, directeur).

Smit's Bouwbedrijf: soms moet je even volhouden

"SBB werkt vaak met dezelfde onderaannemers, zoals installateurs (riolering, waterleidingen, mechanische ventilatie, elektrica), leverancier van houten kozijnen en funderingen. De communicatie tussen deze partners was altijd al goed. In principe wordt de voorkeur gegeven aan deze partners. De implementatie is meteen gestart met de installateurs waarmee al langjarig wordt samengewerkt. De elektriciens was in het begin minder enthousiast en vroeg 'Moeten we dat voortaan altijd zo doen?' SBB heeft hem toch betrokken en allengs ontstond toenadering." "Je moet zelf een stap maken. Dan komt je partner je vervolgens vanzelf tegemoet." (Ton van Zijtveld, BIM-coördinator).

Ter Steege Bouw Rijssen: aansluiting partners nog niet vlekkeloos

"Als we werk uitbesteden, dan blijken sommige onderaannemers en toeleveranciers niet goed te zijn aangesloten op BIM. Zelfs niet als ze met dezelfde software werken. Daardoor blijken er in de praktijk toch vaak allerlei zaken niet te kloppen. De onderaannemers werken het liefst in 2D en kunnen nog niet uit de weg met het BIM-model. Toeleveranciers (ook vooraanstaande) hebben hun eigen productiesystemen die niet goed zijn aangesloten op BIM. Deze blijven hun 2D-boekjes met wanduitslagen leveren zoals ze altijd gedaan hebben. Ze staan er ook niet voor in dat de door hen aangeleverde informatie correct is. We moeten de tekeningen nog steeds accorderen." (Johan Riezebos, directeur).

Waal Bouw: BIM is een van onze kerncompetenties, die we nooit zullen uitbesteden

"De komende jaren zal de branche zichzelf opnieuw moeten uitvinden. Er zijn bouwers zoals wij, die het toepassen van BIM als kerncompetentie zien. Wij willen nadrukkelijk de rol van regisseur van het proces en de informatiestromen. Daarom werken we met eigen modelleers, die over alle benodigde informatie beschikken. Wij als Waal zouden het modelleerwerk daarom ook nooit willen uitbesteden", aldus Ebert van der Wal (directeur).

Tabel 9: BIM is mensenwerk

Dura Vermeer: creëer betrokkenheid bij elke medewerker

Het motto van Dura Vermeer is 'Waarmaken van ambities'. Elke vestiging heeft dit vertaald in kernwaarden (voor vestiging Houten: Slim, Vertrouwen, Verantwoordelijkheid en Samen). Het gedrag dat hoort bij deze kernwaarden is benoemd in Waardenkaarten. Dura brengt dit gedachtegoed tot leven bij de medewerkers op elk niveau met het Dura-Ambitiespel (ontwikkeld door Target Point). Met het Ambitiespel brengt Dura Vermeer in de organisatie het gesprek op gang over de cultuur, waaronder normen en waarden die bepalend zijn voor het gedrag in samenwerkingsrelaties.

Era Contour: creëer vertrouwen door steeds opnieuw te laten zien hoe je het doet

"Veranderen is moeilijk. Je krijgt het voor elkaar door steeds opnieuw te laten zien hoe je het doet. Zo creëer je vertrouwen. Je moet ook vertrouwen geven; 'zoals de waard is vertrouwt hij zijn gasten'. Intern worden mensen regelmatig getraind in teamsamenwerking, communicatie, integriteit en vertrouwen. Door daar steeds mee bezig te zijn, groeit het." (Jeroen Pat, BIM-manager).

Hendriks Bouw en Ontwikkeling (HBO): bouw geleidelijk op

HBO heeft gekozen voor een geleidelijke opbouw van BIM-kennis en gewenning in de organisatie. Er is gestart met een klein BIM-team, bestaande uit de BIM-coördinator en enkele medewerkers. Zij hebben een BIM-opleiding gevolgd en een eerste project (Marius) opgepakt in 'Safe BIM', dat wil zeggen schaduwdraaien met 3D-BIM (3D-model, plattegronden, doorsneden, aanzichten, 3D-impresies, kozijnbladen, wanduitslagen).

Vervolgens is het project Piekenhof opgepakt als 'Little BIM', waarbij BIM intern wordt gebruikt voor het genereren van de noodzakelijke outputdocumenten om het project te kunnen realiseren (3D-model, werktekeningen, montagetekeningen voor bouwkunde en staalconstructies).

Tot slot is de stap gemaakt naar 'Big BIM' in het project 'i Livin' @ Jan van Cuyckstraat', waarbij naast Hendriks Installatie Techniek, de externe architect en de constructeur zijn betrokken om de outputdocumenten te produceren ('clash'-detectie, bepalen hoeveelheden, verkoopdocumentatie). De samenwerking van deze partijen vond plaats in de BIM-room met een 'pressure cooker'-aanpak. De moeilijkheid hierbij was alle betrokkenen zo ver te krijgen dat zij gedurende een aantal weken aan slechts één project zouden werken. Dit is een wezenlijk andere manier van samenwerken. "Het blijkt dat je anders met elkaar omgaat als je samenwerkt in één ruimte. Je bespreekt bijvoorbeeld knelpunten direct met elkaar. Dat heeft een ander effect dan wanneer je een tekening met allemaal rood gemarkeerde fouten terugstuurt. Degene die controleert is niet blij en de ontvanger ook niet", aldus Cyrille Pennavaire (BIM-manager).

Intussen gaat de BIM-implementatie een volgende fase in door het 'BIM brainteam'.

Mertens: 'Learning by Doing'

"Vrijwel al onze tekenaars hebben de opleiding van ArchiCAD gevolgd. Daarnaast maken we zo veel mogelijk gebruik van architecten. Het komt erop neer dat we al doende leren, 'Learning by Doing'. ... De hoeveelheid 3D-tekenwerk is (nog) niet zodanig groot dat het voor modellers/tekenaars gemakkelijk is om routine op te bouwen in het werken met 3D-BIM. Dat vergt aandacht." (Leo Janssen, hoofd bedrijfsbureau).

Pellikaan: vertaal ambities door naar doelen voor individuele medewerkers

Pellikaan heeft de BIM-ambities voor 2012 doorvertaald naar doelstellingen voor het team en voor de individuele medewerkers. Het BIM-team krijgt de ruimte om zelf doelstellingen te bepalen op het niveau van het team, het project en persoonlijke leerdoelstellingen. Intern is het team om tafel gegaan om de eerste ervaringen te evalueren. De conclusie hiervan was dat Pellikaan volledig over zal gaan op BIM.

Smit's Bouwbedrijf (SBB): betrek collega's die enthousiast zijn

Ton van Zijtveld heeft als BIM-coördinator samen met enkele enthousiaste medewerkers van de tekenkamer de ontwikkeling van BIM binnen SBB opgestart. "Je moet in het begin wel de mensen uitzoeken die enthousiast zijn."

Ter Steege Bouw Rijssen: zet alleen door als men zelf de voordelen ziet

"Onze teams bepalen zelf of en hoe ze invulling geven aan BIM. Als directie willen we hierin niet dwingend zijn omdat het de verantwoordelijkheid is van het team. Het kan voorkomen dat BIM achteraf gezien niet of maar beperkt is toegepast omdat het ontwerp- of uitvoeringsteam soms niet overtuigd is van de voordelen van BIM in het betreffende project", aldus Johan Riezebos (directeur).

Waal Bouw: documenteer leerpunten als ankerpunt voor continu verbeteren

"Waal Bouw kiest ervoor om 'on the job' te verbeteren. We hebben ervaren dat we leerpunten zouden moeten vastleggen. Op dit moment wordt er nog te weinig gedocumenteerd. Als we leerervaringen expliciet zouden vastleggen in protocollen en werkwijzen, dan vormen deze een ankerpunt voor verbeteringen bij herhaling. Ze zouden andere medewerkers ook in staat stellen om hun leerproces te versnellen. Het vastleggen en afrechten moet niet leiden tot verstarring. Een zekere mate van flexibiliteit is nodig." (Joris Raaijmakers, BIM-manager en Jelle Schreurs, BIM-modelleur).

4 Praktijkprojecten BIM

4.1 Toepassing van BIM in de praktijk

In de periode 2010-2011 heeft een aantal bedrijven deelgenomen aan het programma 'Virtueel Bouwen; gewoon doen!' van Bouwend Nederland en de Stichting Research Rationalisatie Bouw. In dit programma ging het erom dat bouwbedrijven aan de slag gingen met BIM. Hun eigen praktijk was daarbij leidend, met zelfgekozen doelstellingen en een aanpak die het best past bij het bedrijf. De bedrijven hebben een stap gezet om BIM in hun werkprocessen te integreren. Voor sommige bedrijven was het een eerste kennismaking met BIM, voor andere een vervolgstap om de toepassing van BIM een stap verder te brengen (zie paragraaf 3.3.3).

De toepassing van BIM bij de participanten is in de eerste plaats een stap in de ontwikkeling van de bedrijven, die ook de komende jaren doorgezet zal worden. Het levert ook een schat aan informatie op, waar iedereen in de bouw- en installatiesector veel van kan leren.

- Het levert inspirerende voorbeelden op van BIM-toepassingen die mogelijk zijn.
- Iedereen in de sector kan zich spiegelen aan de manier waarop deze bedrijven de invoering van BIM hebben aangepakt.
- BIM heeft invloed op de samenwerking en de rolverdeling in het bouwproces. De praktijkvoorbeelden geven voorbeelden waarvan anderen kunnen leren.
- BIM, (keten)samenwerking en procesverbetering (Lean Bouwen) gaan hand in hand. De voorbeelden leveren praktische handvatten op om hier verder mee te komen.

4.2 De voortrekkers van BIM

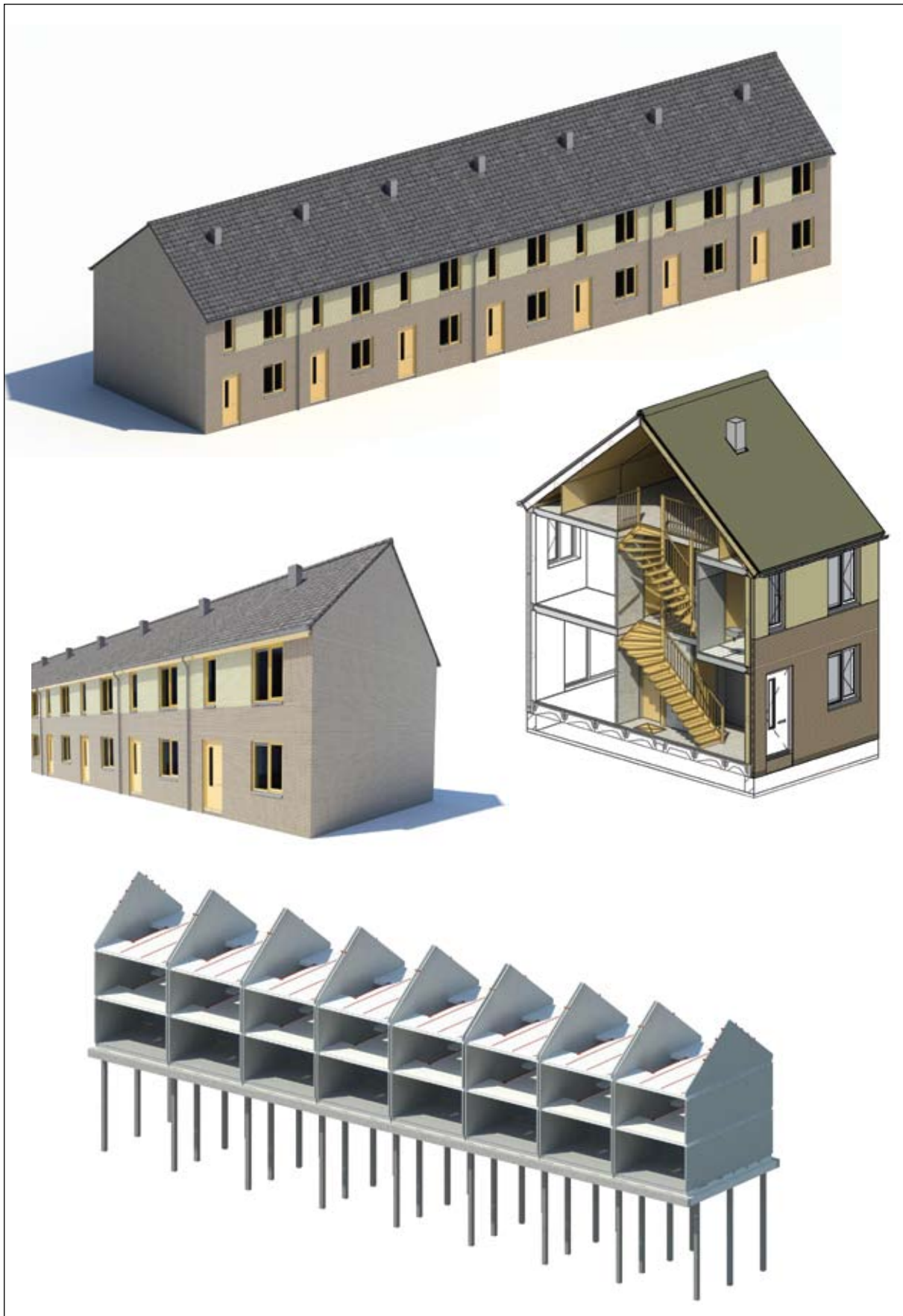
Het programma 'Virtueel Bouwen; gewoon doen!' is doorlopen door tien bedrijven. *Bijlage 4*: bevat een overzicht van de deelnemende bedrijven en betrokken personen. De volgende bedrijven hebben deelgenomen aan het programma:

- Dura Vermeer
- Era Contour
- Heddes Bouw & Ontwikkeling
- Hendriks Bouw en Ontwikkeling Oss
- Mertens Bouwbedrijf
- Pellikaan Bouwbedrijf
- Smit's Bouwbedrijf
- Ter Steege Bouw Rijssen
- Waal Bouw

De volgende paragraaf typeert de praktijkvoorbeelden en geeft een indruk van het (voortdurende) leerproces van de betrokken organisaties en de dilemma's die zij tegenkomen. (zie ook de tabellen 6 tot en met 9).

4.3 Praktijkprojecten BIM

4.3.1 Dura Vermeer: PCS-bouwconcept



<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Omschrijving project</p>	<p>Dura Vermeer richt zich op klanten met vraagstukken op het gebied van wonen, werken, mobiliteit en vrije tijd. Dura Vermeer werkt aan de ontwikkeling en bouw van woningen, kantoren en multifunctionele centra, het bouw- en woonrijp maken van terreinen en gronden en het ontwerpen, aanleggen en onderhouden van wegen, spoorwegen, kunstwerken, kabels en leidingen.</p> <p>Dura Vermeer zet na enkele verkenningen en experimenten BIM in als tool bij ketenintegratie en Lean voor het verbeteren van het bouwproces vanaf acquisitie en communicatie met de klant tot en met revisie en onderhoud. Een voorbeeld is 'De Landbouwuurt' te Rotterdam (http://vimeo.com/20480838; http://www.hetfacilitairebureau.nl/projecten/detail/164). Bouwkundigen, constructeurs en installateurs werken vanuit eenzelfde BIM-model en wisselen gegevens realtime en digitaal uit. Dura Vermeer werkt alle PCS-bouwconcepten (Pre Choice System) uit in BIM. Het PCS-bouwconcept staat voor snelle, flexibele en betaalbare woningbouw. Met het PCS-bouwconcept wil Dura Vermeer woningen ontwikkelen en realiseren binnen het bouwbudget en de gestelde kwaliteitseisen.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Ketenpartners</p>	<p>Dura Vermeer is voor het PCS-bouwconcept een strategisch partnerschap aangegaan met Het Facilitair Bureau en BDC adviseurs. Gezamenlijk worden zowel het bouwconcept als de processen continu verbeterd. Dura Vermeer is hierbij de regisseur van het gehele proces. Alle disciplines zijn in samenwerking met de ketenpartners geïntegreerd in de BIM-modellen. Adviesbureau Kaskon heeft de constructie uitgewerkt in Tekla Structures en Revit.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">BIM-toepassing</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alle PCS-bouwconcepten en opgeleverde bouwprojecten worden in een bibliotheek geplaatst op een centrale server die voor alle partijen in de hele bouwketen bereikbaar is. • Synchronisatie van centraal opgeslagen modellen met de afzonderlijke lokale netwerken (LAN's) van de betrokken partijen vindt plaats met WAFS (Wide Area File Synchronisation). • De bouwprojecten worden 3D-gevisualiseerd voor communicatie met de klant. • Vanuit het BIM-model worden de hoeveelheden gegenereerd ten behoeve van calculatie en vergelijking met kostenkengetallen of onderbouwde recepten met IBIS4BIM. • Genereren van tekeningen vanaf schetsontwerp tot en met revisie en onderhoud. • 'Clash'-detectie ('interference check'), modelcheck en kwaliteitsregels door combinatie van afzonderlijke aspectmodellen (bouwkundig, constructief en installaties).
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Ervaringen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • BIM is een gereedschap waarbij het samenwerken centraal staat en zowel de techniek als de visualisatie de klant optimaal kunnen bedienen. • Het gestructureerd opbouwen van BIM-modellen met een passend detailniveau blijkt essentieel. Bijvoorbeeld met de uniforme coderingen NL-SfB, StabuElement en NEN2634. • Het BIM-model genereert hoeveelheden volgens definities die afwijken van de gebruikelijke voor traditionele calculaties. Een voorbeeld: een wand opgebouwd in Revit levert standaard een lengte van hartlijn tot hartlijn. Voor de calculatie is echter de totale, werkelijke lengte van toepassing. De ervaring leert dat uitwisseling en hergebruik van BIM-informatie voor het calculeren veel verbeterpotentie heeft. • Voor de kostprijsbepaling moet vastgesteld worden welke objecthoeveelheden van belang zijn en welke uitgangspunten en definities van toepassing zijn. Leg bijbehorende calculatienormen vast in recepturen (activiteiten met gerelateerde middelen). Koppel de recepturen aan hoeveelheden en objecten. • Het opbouwen van recepturen is tijdrovend, en wordt in de praktijk onderschat. Bouw de recepturen stapsgewijs (per bouwproject) op, zorg voor een strak goedkeuringsregiem, leg ze als bedrijfsrecept vast en pas ze uniform toe in volgende bouwprojecten.

4.3.2 Era Contour: Co-Green - Overtoomseveld (Amsterdam)



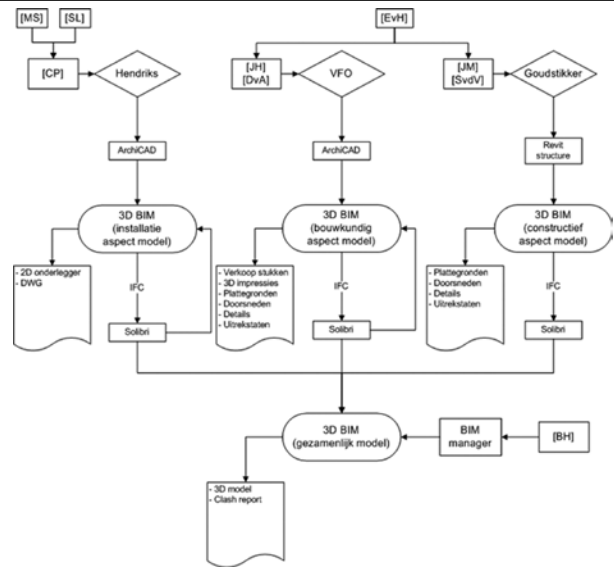
Omschrijving project	<p>Co-Green is ontstaan vanuit de vraag hoe duurzame en klimaatneutrale woningen zijn te realiseren op een kostenneutrale manier. Op het gebied van duurzaamheid is er in de woningbouw volgens Era Contour nog een wereld te winnen. In de praktijk zijn er echter financiële blokkades. Co-Green is een concept waarbinnen duurzaamheid op een kostenneutrale manier ontwikkeld en gerealiseerd wordt.</p> <p>In Overtoomse Veld worden 352 naoorlogse sociale huurwoningen en 8 bedrijfsruimten klimaatneutraal gesloopt en worden 460 woningen en kleinschalige bedrijfsruimten nieuw gebouwd volgens de richtlijnen die Amsterdam hanteert voor 2015. Enkele van de ambities op klimaatneutraalgebied zijn:</p> <p>90% van het recyclebare sloopmateriaal wordt hoogwaardig hergebruikt of wordt gerecycled;</p> <p>alle energie en water die nodig zijn voor sloop, bouw en bewoning, wordt bespaard of duurzaam opgewekt op locatie, zonder gebruik te maken van fossiele brandstoffen.</p>
Ketenpartners	<p>De initiatiefnemers van Co-Green zijn: Eigen Haard, ERA Contour, KOW architecten en Oranje (<i>zie www.co-green.nl</i>).</p> <p>Daarnaast zijn ook onderaannemers en leveranciers nauw betrokken bij de BIM-werkmethodiek en worden diverse producten productiegereed uitgewerkt.</p>
BIM-toepassing	<ul style="list-style-type: none"> • Alle BIM-afspraken worden vastgelegd in een BIM-uitvoeringsplan, waarin BIM-functies, -'deliverables', -proces, -rollen, -bevoegdheden en -modelstructuur zijn vastgelegd. Tevens is de manier van samenwerking beschreven in een samenwerkingsprotocol. • 3D-CAD: driedimensionaal opbouwen en visualiseren van de gebouwmodellen in een gezamenlijk BIM-model. Hierdoor ontstaat inzicht in de daadwerkelijke situatie en ruimtelijke kwaliteit van de gebouwen. Dit is van belang voor ontwerpende partijen en om alle aspecten van het ontwerp te kunnen communiceren met de opdrachtgever, gebruikers en andere betrokken partijen. • Produceren van eenduidige, consistente 2D-tekeningen uit 3D-modellen voor ondersteuning van de uitvoeringsfase inclusief de toelevering. • 'Clash'-detectie voor het oplossen van conflicten/tegenstrijdigheden tussen ontwerpdisciplines. Hierdoor reduceren de faalkosten. • Genereren van hoeveelheden uit de 3D-modellen. Dit voorkomt dubbel werk. • Bouwfysische informatie aan het model toevoegen voor het inzichtelijk maken van het energieverbruik. • Het koppelen van de planning aan het model, zodat 4D-simulaties gemaakt worden van het bouwproces.
Ervaringen	<ul style="list-style-type: none"> • Er is nog geen sprake van Virtueel Bouwen. • Bij Virtueel Bouwen werken alle partijen in één BIM-model. Maar dat is volgens ERA Contour vooralsnog toekomstmuziek. Qua infrastructuur en software is dit nog niet mogelijk. • Het is wel mogelijk om de verschillende modellen in een aspectenmodel samen te brengen, zodat men kan controleren of de ontwerpen op elkaar aansluiten. • Qua uitwisselingsformaten is BIM nog niet voldoende volwassen om de gegevens goed te implementeren in het model. "Sommige mensen zeggen dat je virtueel die stenen al kunt stapelen. Die nodig ik dan graag uit om het te komen laten zien", aldus Jeroen Pat.

4.3.3 Heddes Bouw & Ontwikkeling: Unielocatie Rotterdam



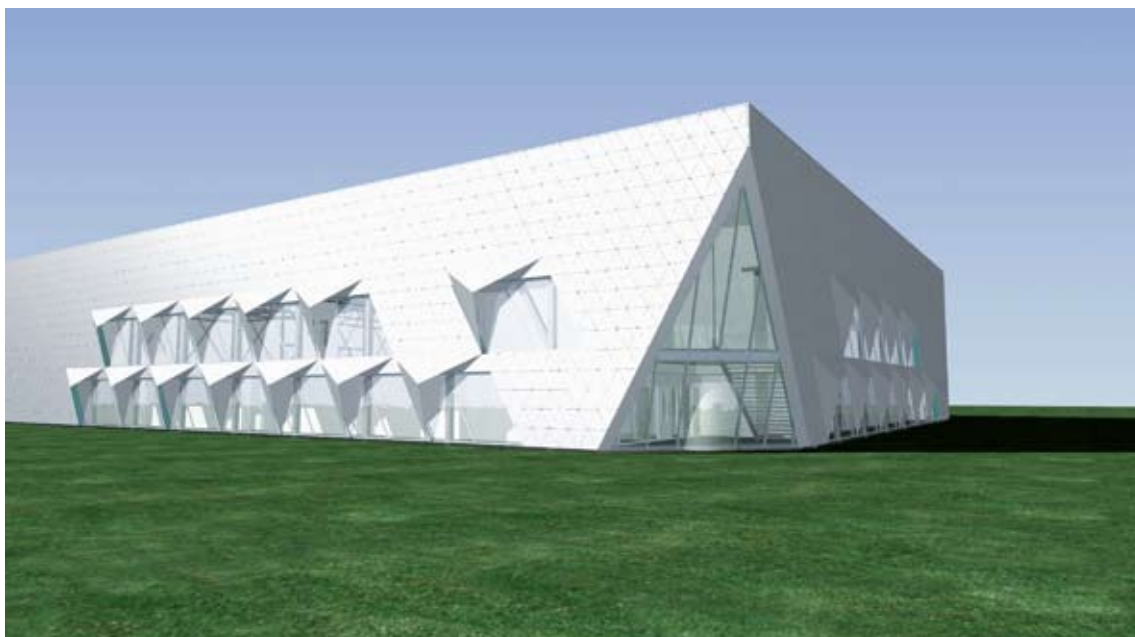
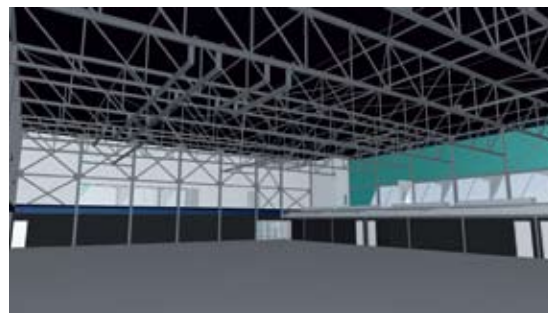
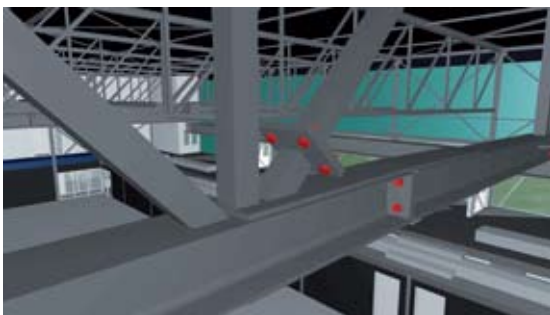
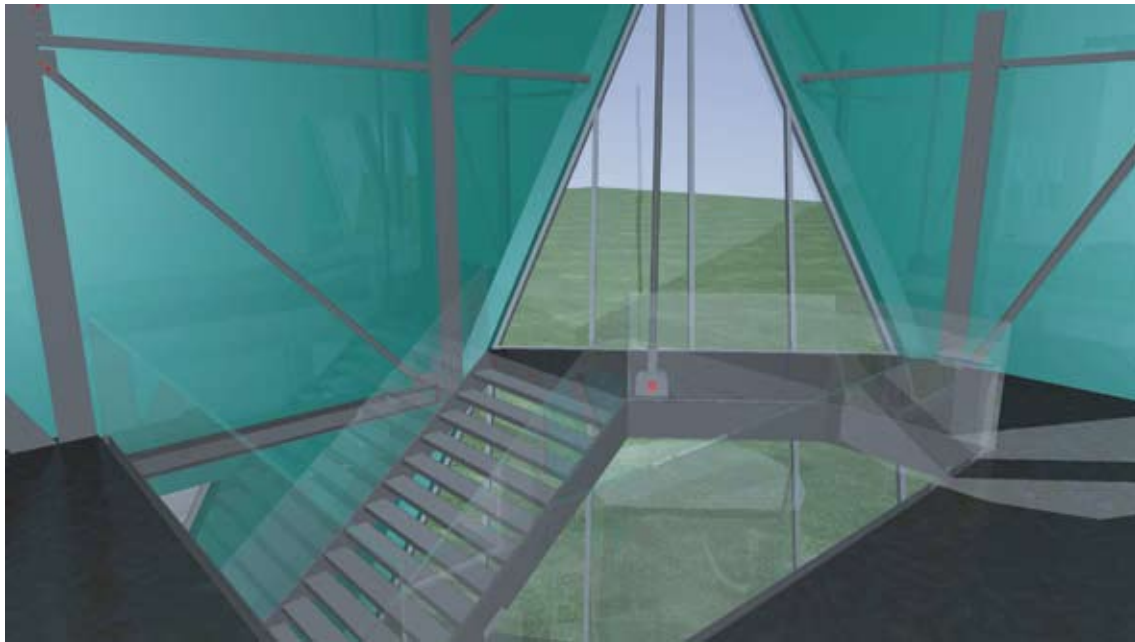
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Omschrijving project</p>	<p>Heddes Bouw & Ontwikkeling is actief in Noord-Holland en Flevoland op het gebied van ontwikkeling, nieuwbouw, kleinbouw en renovatie en onderhoud van woningbouw en utiliteitsbouw. Heddes Bouw & Ontwikkeling werkt voor projectontwikkelaars en andere opdrachtgevers op de zakelijke markt, gemeenten, woningcorporaties, zorginstellingen en particulieren. Heddes Bouw & Ontwikkeling is sinds medio 2011 een zelfstandig onderdeel van Ballast Nedam.</p> <p>Heddes Bouw & Ontwikkeling heeft in 2010 het project 'Unielocatie Rotterdam' bij een aanbesteding verworven. Het betreft een schoolcomplex van 22.000 m². De Unielocatie is een imposant schoolgebouw dat het eerste onderdeel vormt van de nieuwe gebiedsontwikkeling Hart van Zuid in Rotterdam. Er worden drie schooltypen gehuisvest: een vmbo, een beroepen-mavo en een mbo.</p> <p>Heddes Bouw & Ontwikkeling had al eerder ervaringen opgedaan met het toepassen van BIM. In het toonaangevend project 'Corpus' te Leiden kreeg men zicht op de mogelijkheden van 3D-BIM, maar bleek ook dat het nog een uitdaging is om BIM effectief in zetten in projecten.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Ketenpartners</p>	<p>Door de constructeur CAE is het project in een 3D-model uitgewerkt. Dit model is als basis gehanteerd voor twee pilots ten behoeve van een onderzoek naar de toegevoegde waarde van een BIM. De ene pilot is een onderzoek naar de samenhang van de constructieve elementen van constructeur (CAE), staalconstructie (Almex), prefab betonelementen (Hoco) en kanaal-plaatvloeren (Betonson). In de andere pilot is de samenhang van installatieonderdelen (W: Wolter & Dros, L: Hoogendoorn, E: Cas Sombroek) onderling en met de constructie onderzocht. Vibes is ingeschakeld als BIM-coördinator en BIM-modelleur.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">BIM-toepassing</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Heddes Bouw & Ontwikkeling heeft ervoor gekozen om niet zelf te modelleren, maar om dit uit te besteden. Deze keuze was ingegeven door het feit dat Heddes Bouw & Ontwikkeling nog geen ervaring had met BIM en met het betrekken van derden een snelle start mogelijk zou zijn. • Enkele gebouwdelen zijn uit het totaal gelicht en in een BIM-model verwerkt. Gezamenlijk met de betrokken pilotdeelnemers is vervolgens bekeken welke gevolgen zichtbaar waren in het geïntegreerde model. • De tekeningen zijn door de betrokken bedrijven aangeleverd conform de eigen werkmethode. Slechts enkele partijen, met name de constructiepartijen, tekenden in 3D met gebruikmaking van eigen programma's. De meeste partijen tekenden in 2D. De tekeningen zijn bewerkt door Vibes tot een BIM. • Heddes Bouw & Ontwikkeling wil in de toekomst het primaire uitvoeringsproces kunnen ondersteunen met BIM-functies voor animatie en simulatie, 'clash'-detectie, het maken van borderellen, het bepalen van hoeveelheden en visualisaties o.a. ten behoeve van het plannen. • Daarnaast ziet Heddes Bouw & Ontwikkeling mogelijkheden voor toepassing van BIM voor de beheer- en onderhoudsfase. Met behulp van het BIM-model is het gebouw met alle gebouwonderdelen bijzonder inzichtelijk te maken. Gebouwcomponenten kunnen gemakkelijk los van elkaar worden geanalyseerd.
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Ervaringen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • De pilotdeelnemers bevestigden zonder uitzondering dat het model een welkom hulpmiddel was bij de coördinatie van tekeningen die een duidelijk raakvlak met elkaar hebben. • Het zijn vingeroefeningen geweest op grond waarvan is geconcludeerd dat een BIM een groot voordeel kan opleveren bij de coördinatie van de werkzaamheden van de verschillende disciplines. Op grond van het onderzoek zijn randvoorwaarden benoemd voor vervolgotrajecten op het gebied van BIM. • Met de leerervaringen die zijn opgedaan kan Heddes Bouw & Ontwikkeling een vervolg geven aan de toepassing van BIM. Hierbij zal een beroep worden gedaan op moederbedrijf Ballast Nedam.

4.3.4 Hendriks Bouw en Ontwikkeling: 'i Livin' @ Jan van Cuyckstraat'



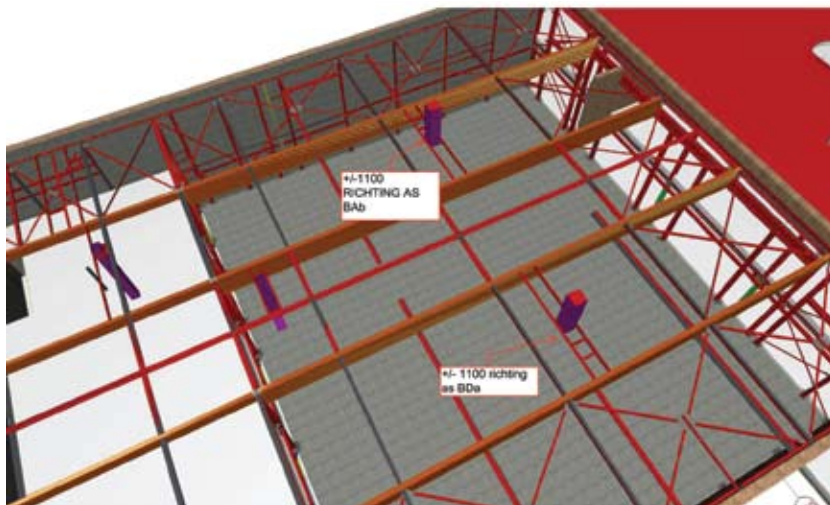
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Omschrijving project</p>	<p>Hendriks Bouw en Ontwikkeling is een full service onderneming, die bestaat uit Hendriks Projectontwikkeling, Hendriks Bouwbedrijf, Hendriks Onderhoud en Beheer en Hendriks Installatietechniek.</p> <p>'i Livin' @ Jan van Cuyckstraat' is een initiatief van Hendriks Projectontwikkeling. Het omvat twaalf grondgebonden woningen, die zijn ontwikkeld op basis van optimalisatie van woonlasten. Deze woningen zijn voorzien van actieve, duurzame systemen, zoals PV-panelen en een zonneboiler. Deze wekken energie decentraal op en houden daarmee de woonlasten structureel laag. Vanwege de vele installaties in de woningen en de wens om snel tot een verkoopbaar product te komen is ervoor gekozen om een 'pressure-cooker'-aanpak te hanteren. Hierbij hebben alle betrokken ketenpartners fysiek bij elkaar gezeten en in drie weken tijd het voorlopig ontwerp (VO) met open-BIM uitgewerkt tot integrale verkoopstukken. Door fysiek bij elkaar te zitten was de communicatie tussen de partijen optimaal en konden direct 'clash'-sessies worden uitgevoerd, waardoor er geen sprake is van errata (ontwerpwijzigingen/correcties die later moeten worden doorgevoerd door alle partijen). Meer info: www.ilivin.nl.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Ketenpartners</p>	<p>De ketenpartners van 'i Livin' @ Jan van Cuyckstraat' bestonden uit de volgende partijen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hendriks Projectontwikkeling: BIM-manager, die werkt met Tekla BIMsight en Solibri. • Hendriks Bouwbedrijf: aannemer die integrale input levert. • Hendriks Installatie Techniek: W-installaties, die werkt met StabiCAD 8. • Van de Ven Franken Onstenk architecten: architect, die werkt met ArchiCAD 14. • Goudstikker de Vries: constructeur, die werkt met Revit structure. • Schrijvers Elektro Techniek: E-installaties, die werkt met AutoCAD. • Kubus: software advisering en leverancier van ArchiCAD 14 en Solibri.
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">BIM-toepassing</p>	<ul style="list-style-type: none"> • De BIM-manager coördineert het centrale BIM en regisseert de 'clash'-detectie. • De samenwerking was gebaseerd op het open-BIM-principe: alle partijen maken gebruik van eigen CAD- en BIM-software. Alle partijen produceren 'normale' output bij de faseafroding met behulp van hun eigen software, zoals plattegronden, aanzichten, doorsneden en details. • Voor de start van het project 'i Livin' @ Jan van Cuyckstraat' is een BIM-uitvoeringsplan opgesteld. Hierin zijn de ambities en doelstellingen, afspraken, 'deliverables', rollen en verantwoordelijkheden van alle betrokken partners vastgelegd. • Voor communicatie en verkoop is gebruikgemaakt van Virtual Building Explorer. Dit is een interactief 3D-model dat de gebruiker in staat stelt om virtueel door het gebouw te lopen. • Datauitwisseling verliep via Dropbox, een service voor online dataopslag en uitwisseling. • De communicatie tussen partners verliep via een blog (weblog) waarop partners regelmatig nieuwe berichten plaatsen. • In de 'i Livin' @ Jan van Cuyckstraat'-pilot is een proef gedaan met IBIS4BIM ten behoeve van de kostencalculatie. • In de uitvoeringsfase zal het BIM-model worden gebruikt om onderaannemers en leveranciers aan te sturen.
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Ervaringen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Stel een BIM-uitvoeringsplan op in samenwerking met de partners en wees daarbij transparant. Dit is essentieel om samenwerking door middel van BIM te laten slagen. • Ga fysiek bij elkaar zitten in de ontwerpfase ('pressure cooker'). Dit versnelde het ontwikkeltraject met circa 40%. Het verhoogde de kwaliteit van de output en voorkomt errata (lijst ontwerpcorrecties) in latere fasen. • Werken in een 'pressure cooker' is alleen effectief indien de betrokken modelleurs ten tijde van het uitwerken van het BIM geen werkzaamheden verrichten voor andere projecten. • Door gebruik te maken van het open BIM-principe waren er geen additionele investeringen nodig bij de partners. • Het is aan te raden om enkele uren consultancy in te kopen bij de softwareleverancier, zodat er geanticipeerd kan worden op minimale software en hardware problemen.

4.3.5 Mertens Bouwbedrijf: Nieuwbouw Sporthal Noord (Nijmegen)



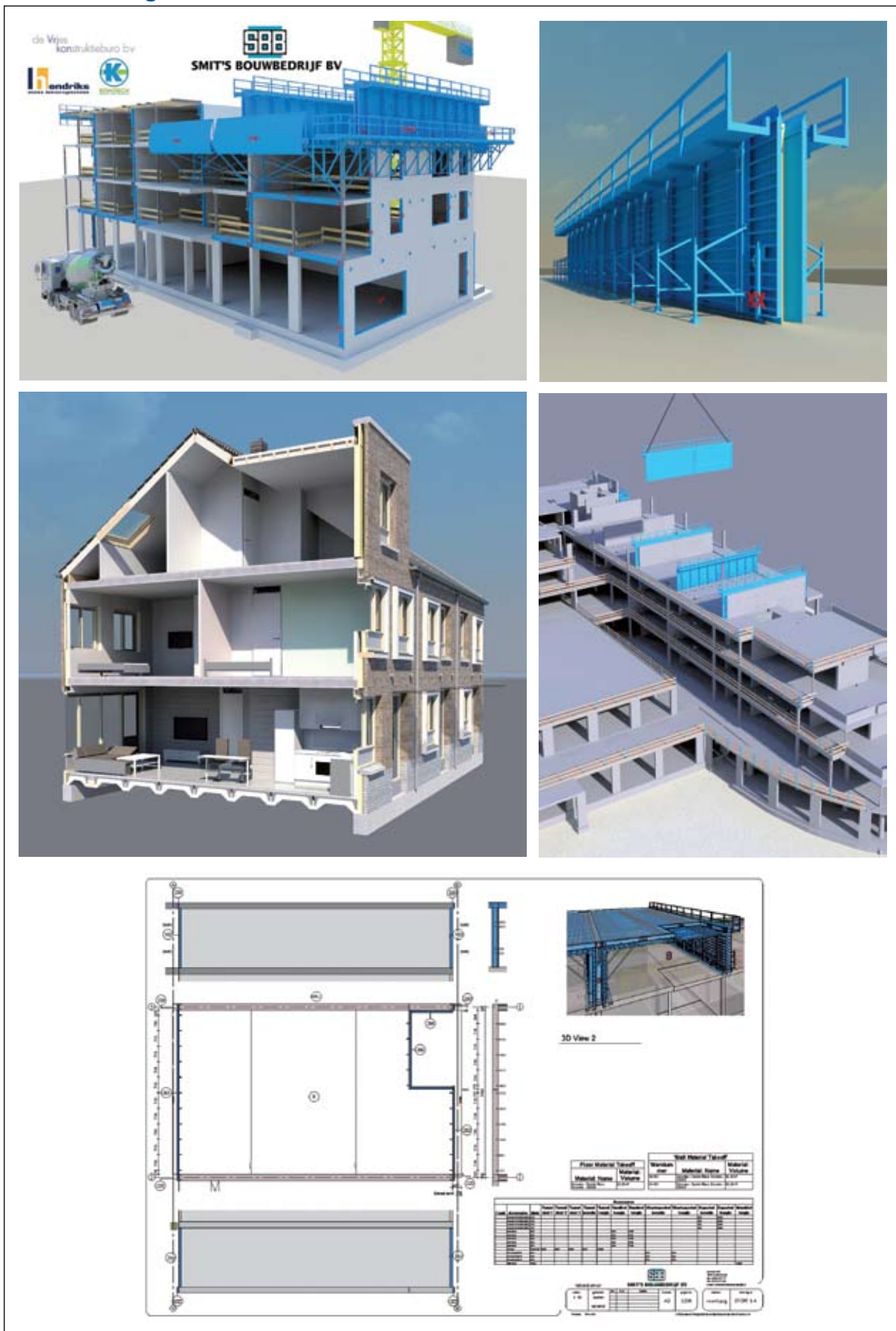
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Omschrijving project</p>	<p>Mertens Bouwbedrijf is een middelgroot bedrijf dat is gespecialiseerd in de Utiliteitsbouw. Mertens richt zich op schoolgebouwen, gezondheidscentra, bedrijven, sportaccommodaties en overheidsgebouwen. Mertens heeft maatschappelijk verantwoord ondernemen hoog in het vaandel en wil een duurzame bijdrage leveren aan de maatschappij. De kernwaarden zijn Plezier, Openheid en Innovatie.</p> <p>De Sporthal Noord is verworven uit een EMVI-traject van de gemeente Nijmegen. Mertens kreeg de opdracht om, aan de hand van een voorliggend VO, kwaliteitseisen met betrekking tot energieverbruik, duurzaamheid en planaanpak in de ontwerp- en uitvoeringsfase, het plan te engineeren, een omgevingsvergunning aan te vragen en te realiseren.</p> <p>De Sporthal is een nieuwe voorziening en zal overdag vooral gebruikt worden door het naastliggende Citadel College en de basisscholen in de nabije omgeving. In de avonden zal de sporthal door verenigingen gebruikt worden. De sporthal bestaat uit drie zaaldelen, nevenruimten zoals een tribune, was- en kleedruimten en een kantine en heeft een totaal BVO van 3.500 m². De hal wordt (deels) in twee bouwlagen uitgevoerd. De hoofdconstructie bestaat uit een fundatie op staal, staalconstructie en prefab vloeren. De gevelinvulling is opgebouwd uit prefab houtskeletbouwelementen, waarop aluminium gevelpanelen worden bevestigd. De gevelopeningen worden ingevuld door aluminium kozijnen.</p> <p>Het project is eind juli 2011 in opdracht genomen. Medio juli 2012 staat de oplevering gepland. De engineering inclusief de aanvraag omgevingsvergunning heeft plaatsgevonden in het najaar van 2011.</p> <p>Tijdens de engineering is op een integrale wijze, met ondersteuning van een BIM, de uitvoering van de bouw voorbereid waardoor in week 46-2011 gestart kon worden met het grondwerk.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Ketenpartners</p>	<ul style="list-style-type: none"> Mertens ontwikkelde in de ontwerpfase het project tot en met het technisch ontwerp, met ondersteuning van adviseurs (RDH-architecten, Constructie Adviesbureau Duisters, Adviesbureau Peutz) en installateurs (Bevers Installatietechniek en Van de Meerakker). De adviserende installateurs zijn ook gecontracteerd voor de realisatie van het project. Mertens Bouwbedrijf heeft een eigen staalconstructiewerkplaats en een timmerwerkplaats waar de hsb-elementen worden vervaardigd. De engineering van de staalconstructie en de hsb-elementen zijn geheel door uitwisseling van 3D-tekeningen tot stand gekomen.
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">BIM-toepassing</p>	<ul style="list-style-type: none"> Documentenstroom door middel van een Project-Informatie-Management-systeem. Alle afspraken zijn schriftelijk vastgelegd. Informatie en communicatie met opdrachtgever, welstandcommissie en adviseurs in het ontwerpproces. Produceer van constructietekeningen. Produceer van bouwkundige tekeningen in alle fasen van het DO tot en met het TO. Het genereren van hoeveelheden. Inlezen van 3D-modellen in IFC-formaat van leveranciers. Het toepassen van 'clash'-detectie en het oplossen van conflicten tijdens de voorbereidingsfase. Ondersteuning en koppelen van het model aan de planning.
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Ervaringen</p>	<ul style="list-style-type: none"> Het is raadzaam om een goede balans te zoeken tussen de gewenste gedetailleerdheid en de factor tijd die dit vereist. Het model bleek namelijk onevenredig complex te worden door de ingezette gedetailleerdheid van de gevelelementen. Er moeten vooraf goede afspraken worden gemaakt over de esthetische verwachting. Bij een uitvoerend bouwbedrijf zijn mooie plaatjes minder belangrijk. Het moet technisch goed afgestemd zijn. Het verdient aanbeveling om leveranciers en installateurs meer af te stemmen op een 3D-tekenomgeving. Dit blijkt in de praktijk nogal tegen te vallen. Het model dient bij voorkeur vanaf het eerste uur in een 3D-omgeving opgebouwd te worden. Vanwege de grote tijdsdruk zijn de tekeningen voor de omgevingsvergunning uiteindelijk in 2D opgezet. Parallel hieraan is een 3D-model uitgewerkt. Dit bleek uiteindelijk niet efficiënter te zijn. Maak goede afspraken met de leveranciers die de modellen in IFC-formaat aanreiken. De software-instellingen bij het exporteren naar het IFC-formaat dienen te zijn afgestemd met het model waarin het ingelezen wordt. Bij verkeerde instellingen kan dit tot afwijkende modellen leiden.

4.3.6 Pellikaan Bouw: Nieuwbouw Annie MG Schmidt-school te Hilversum



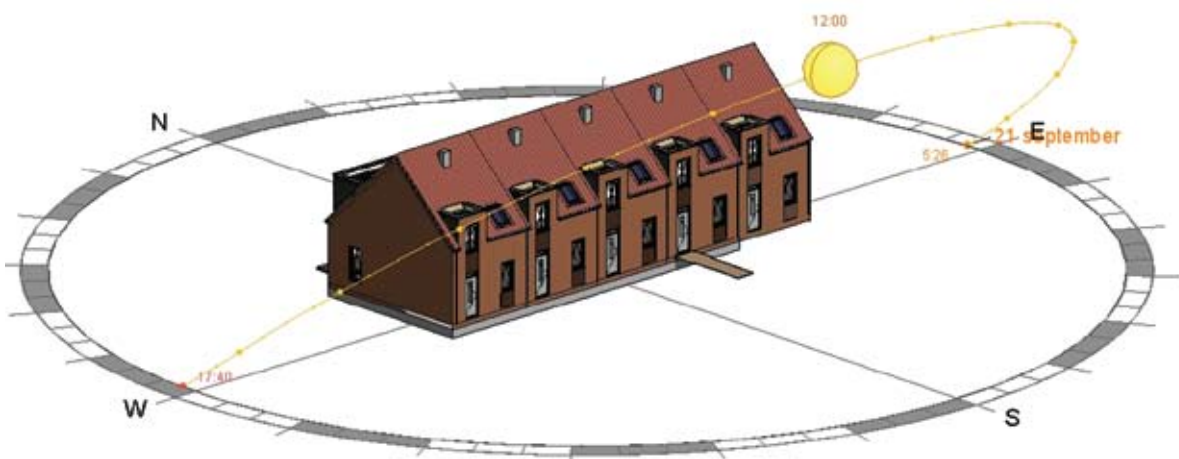
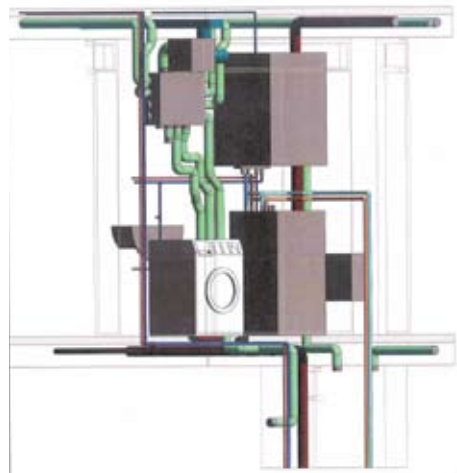
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Omschrijving project</p>	<p>Pellikaan richt zich op gebouwen voor recreëren, werken en leren. Pellikaan levert een totaalpakket of combinaties van design, build, finance, maintain en operate in Nederland, Duitsland, Engeland en België. De helft van de omzet wordt gerealiseerd in de utiliteitsbouw en de helft in sportbouw. In dit laatste segment heeft Pellikaan veel exploitatie-ervaring.</p> <p>Als proef is BIM ingezet naast een traditioneel werkvoorbereidingstraject (safe BIM) voor de nieuwbouw van de Annie M.G. Schmidt-school te Hilversum. Dit is een school voor speciaal basisonderwijs, waaraan een gymzaal is gekoppeld. De gymzaal bestaat uit een staalconstructie met gelamineerde houten liggers en een stalen dak. De school bestaat uit een staalcon-structie met toepassing van kanaalplaatvloeren. Aandachtspunten in dit bouwwerk zijn de spekbanden en de 'horizontale' gevelindeling.</p> <p>Pellikaan zal in 2012 nagaan of Little BIM (intern) met enkele architecten en constructeurs kan worden opgeschaald naar Big BIM. Tevens zal worden nagegaan of de werkvoorbereiding volledig over kan gaan op 3D-werk- en productietekeningen.</p> <p>Pellikaan ziet op termijn mogelijkheden om BIM-data te benutten voor de exploitatie. Dat heeft voor DBFMO-contracten grote voordelen en het heeft meerwaarde voor klanten die zelf exploiteren. Het gaat er volgens Pellikaan namelijk om dat de accommodatie optimaal functioneert in de gebruiksfase.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Ketenpartners</p>	<p>Pellikaan werkt met 'preferred partners', maar staat open voor samenwerking met nieuwe partners. Pellikaan heeft ervoor gekozen om intern te starten met 3D-BIM (Little BIM). De tekeningen van architect, constructeur, installateur en leveranciers zijn opgevraagd als IFC of DWG en door Pellikaan omgezet in 3D. Deze worden door Pellikaan vergeleken met het zelf aangemaakte model of dat van de architect. Hiermee houdt Pellikaan de regisseursrol bij zich. Deze rol is vanzelfsprekend vanuit de 'Design & Build'-contractvorm die Pellikaan toepast.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">BIM-toepassing</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pellikaan wilde nagaan of bouwfouten met het 3D-model vroegtijdig zijn op te lossen. • In 2010 is programmatuur gekozen (ArchiCAD) en is een medewerker opgeleid. Eind 2011 zijn de overige werkvoorbereiders opgeleid. Zij ontwikkelen een werkwijze om de modellen van de constructeur en de architect te kunnen controleren. • De eerste stap was 3D-modelleren in safe-BIM. Pellikaan heeft voor de ruwbouw een 3D-model opgezet aan de hand van de 2D-tekeningen van de constructeur en de architect. • De fundering is in 3D uitgewerkt, zodat de uitvoerder kon beschikken over de hoeveelhedenstaat. • De constructeur leverde een IFC-model aan van de constructies, voor controle van het tekenwerk van de constructeur (2D) en van Pellikaan (3D). • Er is aandacht besteed aan de knooppunten onder vloerpeil, die normaliter pas in het werk opgelost worden. Met kleurmarkeringen zijn diverse typen fundatie aan te duiden. • De 2D-staaltekeningen van de leverancier zijn gecontroleerd (vergeleken) met het 3D-model. Tevens werden prefab beton en gelamineerde liggers schematisch ingetekend om bevestigingspunten in het staal aan te geven. Het IFC-model van de staalconstructie (staalleverancier) werd door Pellikaan gecontroleerd op de hoofdmaten van het gebouw. • De installateur leverde 2D-DWG-files aan voor het kanalenwerk. De kanalen zijn ingetekend in het 3D-model, waarbij bleek dat er zich nog een aantal 'clashes' voordeden. Deze 'clashes' zijn in de vorm van pdf's teruggekoppeld naar de installateur.
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Ervaringen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pellikaan komt tot de conclusie dat een 3D-BIM-model helpt om bouwfouten te voorkomen. Vooralsnog is de toegevoegde waarde het grootste voor de ruwbouw. • De volgende stap bestaat uit de keuze van een nieuw planningsprogramma, dat aansluit op de 4D-mogelijkheden met het tekenprogramma. • De calculatoren worden betrokken om na te gaan of vanuit het BIM-model de juiste hoeveelheden kunnen worden gegenereerd. • Het is van belang om na een korte periode van uitproberen, nieuwe werkwijzen en procedures vast te leggen als bedrijfsstandaard.

4.3.7 Smit's Bouwbedrijf: omzetten gietbouwdraaiboeken in 3D en pilot drie woningen



Omschrijving project	<p>Het werkterrein van Smit's Bouwbedrijf (SBB) ligt voornamelijk in de Randstad in de sectoren woningbouw en utiliteitsbouw en nieuwbouw, renovatie en groot onderhoud. In de woningbouw worden werken uit aanbestedingen in bouwteam uitgevoerd en grote integrale woningbouwcomplexen zelfstandig ontwikkeld.</p> <p>SBB wil het primaire uitvoeringsproces en de werkvoorbereiding ondersteunen met BIM. Voor de gietbouw heeft SBB als pilot het casco van een nog te starten project 'Beethovenstraat' te Heemskerk gebruikt.</p> <p>Parallel hieraan heeft SBB drie woningen gemodelleerd om als leerproject voor het onderling uitwisselen van gegevens (Big BIM) te gebruiken. Het totale project bestaat uit 58 grondgebonden woningen in de Broekpolder, Beverwijk.</p>
Ketenpartners	<p>SBB werkt regelmatig met dezelfde onderaannemers/leveranciers. De communicatie tussen de vertrouwde partners was en is goed.</p> <p>De BIM-implementatie is gestart met de partners, zoals installateurs, kozijnenleveranciers en de aanverwante onderdelen van de ruwbouw, waaronder kalkzandsteen en prefab.</p> <p>Architect Klous en Brandjes gaat een gedeelte van een project uit de eigen projectontwikkeling in BIM uitwerken.</p> <p>Er is een start gemaakt met een project om vanuit het BIM-model van de constructeur de gietbouwproductiebladen (draaiboekbladen) te produceren.</p>
BIM-toepassing	<ul style="list-style-type: none"> • Alle gietbouwproductiebladen zullen worden uitgewerkt in een 3D-model. • Alle leerervaringen (werkwijzen, procedures) worden meteen gedocumenteerd, zodat iedereen kan nagaan wat en hoe BIM moet worden aangepakt. Deze documentatie helpt medewerkers van Smit's Bouwbedrijf om de overstap naar 3D-BIM te maken. • Het BIM-model is gebruikt voor de uitwisseling van informatie met toeleveranciers en de installatieadviseur. • Visualisatie en animatie ten behoeve van de afdeling projectontwikkeling. Zij kunnen hiervan verkoopboekjes en animatiefilmpjes voor kopers laten maken. Daarnaast visualisatie voor bouwplaatsmedewerkers. • Door de planning te koppelen aan het BIM-model bestaat de mogelijkheid om het bouwproces te visualiseren (4D). • Signaleren van aandachtspunten en 'clashes'. • Bepalen van hoeveelheden uit het 3D-model en bepalen van recepturen voor calculatie en werkvoorbereiding. • Genereren van consistente 2D-productietekeningen uit het 3D-model. • Maatvoeringgegevens uit 3D ten behoeve van 'total station'.
Ervaringen	<ul style="list-style-type: none"> • Het aanstellen van een BIM-coördinator en vrijmaken van twee tekenaars/modelleurs heeft ertoe bijgedragen dat BIM snel en effectief kon worden opgezet. • Door periodiek voortgangsbesprekingen te houden is gericht gewerkt en werd de directie op de hoogte gehouden van de voortgang. • Door het modelleren van een klein project is het mogelijk om de BIM-software te leren kennen en beheersbaar te houden. • Door de werkmethode goed te omschrijven, is het mogelijk aan de hand van deze omschrijvingen modelleurs zelf op te leiden. • Bepaalde tools van softwarepakketten bleken na het verwerken in het model minder functioneel dan werd voorgesteld. • In de aangeleverde modellen zitten vaak nog fouten. • Onderaannemers en leveranciers werken nog niet met BIM-software, maar leveren 3D-DWG-bestanden aan. Hier is redelijk goed mee te werken, maar zonder extra informatie. • Leveranciers en onderaannemers zien (nu) nog niet allemaal de noodzaak in van BIMmen.

4.3.8 Ter Steege Bouw Rijssen: De Motketel (Wehl)



Omschrijving project	<p>Ter Steege Bouw Rijssen richt zich op zowel woning- en appartementenbouw als op utiliteitsbouw. Ter Steege Bouw Rijssen is onderdeel van de Ter Steege Groep, een middelgroot familiebedrijf dat is opgericht in 1911, met de divisies vastgoed, bouw, handel en industrie.</p> <p>Het project De Motketel in Wehl bestaat uit 39 grondgebonden sociale huurwoningen en is onderdeel van het nieuwbouwgebied Heideslag. Ceres Projecten is de opdrachtgever. Er worden 12 kwadrantwoningen en 27 karakteristieke eengezinswoningen gebouwd. De kwadrantwoning is een tweelaagse starterswoning met twee slaapkamers en een tuin. De eengezinswoningen hebben twee woonlagen en een bergzolder, drie slaapkamers en een voor- en achtertuin. Een warmtepomp is warmtebron voor vloerverwarming en tapwater. De bouwperiode loopt van november 2011 tot tweede helft 2012.</p>
Ketenpartners	<p>De belangrijkste bouwpartners architect Van den Berg Architecten, installateur Van Dam en constructeur Bartels zijn geselecteerd op het kunnen toepassen van 3D. Ter Steege Bouw Rijssen heeft gekozen voor het voorschrijven van het softwarepakket. Bij alle drie stond de toepassing van 3D-BIM nog in de kinderschoenen. Vooraf zijn er afspraken gemaakt over de werkwijze en de werkvolgorde. De constructeur was de 'meest ervaren BIMmer en heeft het voortouw genomen met de eerste opzet van de templates. Vanwege de onervarenheid is besloten om niet samen in één model te gaan werken. Door tijdsdruk en onervarenheid hebben uiteindelijk niet alle partners de werkzaamheden in 3D afgerond.</p>
BIM-toepassing	<ul style="list-style-type: none"> • BIM is voor Ter Steege Bouw Rijssen 'tekenen in 3D en het maken van 2D-werktekeningen'. • Ter Steege Bouw Rijssen had de beschikking over een tekenkamer met twee BIM-modellereurs. Sinds 2010 wordt modelleerwerk echter uitbesteed. • Ter Steege Bouw Rijssen wil zelf het ontwerp kunnen raadplegen en bijvoorbeeld bouwkundige details kunnen uitwerken. • Vanuit model Artist's Impression genereren voor de verkoopbrochure en het bouwboard. • In de toekomst zal het 3D-model worden uitgewisseld met toeleveranciers (vloeren, daken, e.d.).
Ervaringen	<ul style="list-style-type: none"> • Door langlopende procedures is de voorbereiding vertraagd en ontstond onzekerheid over de voortgang. • Toen het groene licht kwam, ontstond plotseling een zodanige tijdsdruk dat 3D-BIM maar beperkt kon worden doorgevoerd. Ofschoon de toepassing van 3D-BIM een selectiecriteria was, kon de installateur zijn werktekeningen niet tijdig aanleveren in 3D. • Gedurende de voorbereidingsfase ontstond discussie over het eigendomsrecht en de uitwisseling van 3D-informatie. De installateur zou bij de overdracht van zijn 3D-model ook de door hem ontwikkelde bibliotheken moeten overdragen. Daartoe was hij op dat moment niet bereid. Hij heeft aangegeven dat hij hiertoe wel bereid is voor toekomstige projecten. • Het betrekken van toeleveranciers in een vroeg stadium betekent dat er in een vroeg stadium moet worden ingekocht. Dit kan ongunstig uitpakken. Bij volgende projecten zal dit anders worden opgepakt. • Er is een beter resultaat te bereiken door modelleers van de verschillende partners vaker één-op-één aan tafel samen aan het model laten werken. • BIMmen heeft zeker meerwaarde, maar moet door alle partijen serieus opgepakt worden om resultaat te behalen. De medewerkers moeten er 100% achterstaan, omdat het een andere aanpak vergt dan waaraan men gewend is.

4.3.9 Waal Bouw: Nesselande



<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Omschrijving project</p>	<p>Waal is woningbouwer met 120 eigen mensen, een omzet van 100 miljoen en onderdeel van ASVB. Waal heeft in 2008 WIM geïntroduceerd, het Waal Informatie Model, en zet dat in als informatiemanagementmiddel om de complexe bouwprocessen aan te sturen. Door zelf te BIMmen en zelf de informatie te beheren met eigen modelleers is Waal ervan overtuigd dat zij in staat is om ‘bouwer van waarde’ te zijn. Waal is in de pilotfase aan de slag gegaan met een samenwerkingsproces waarbij de eindgebruiker in co-creatie mee ontwikkelt aan zijn woning. In dit concept brengt Waal Lean bouwen, ketenintegratie, een teamorganisatie en BIM samen.</p> <p>Nesselande is het eerste bouwproject dat is opgepakt. Er zijn 45 woningen gebouwd, met een bouwtijd per woning van 10 weken. Er is met de architect samengewerkt in het 3D-model.</p> <p>In twee volgende projecten zijn vanuit het 3D-model productietekeningen gemaakt en is met kopers gecommuniceerd vanuit het 3D-model. Er is bij deze projecten een koppeling gemaakt naar de bepaling van hoeveelheden en de planning. Samen met de ketenpartners is een Leanplanning gemaakt, die in combinatie met het 3D-model een 3D-visualisatie van het bouwproces heeft opgeleverd. Deze visualisatie is ingezet als communicatiemiddel naar de ketenpartners.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Ketenpartners</p>	<p>Waal wil met vaste samenwerkingspartners de innovatiekracht van de keten als geheel benutten en daardoor een betaalbaar product maken. Om optimaal gebruik te kunnen maken van de voordelen van ketenintegratie is volgens Waal BIM noodzakelijk.</p> <p>De basisfilosofie hierbij is ‘alles in één keer goed’. Waal verwerkt momenteel veel informatie zelf in het 3D-model. Op termijn zullen leveranciers waarschijnlijk zelf direct in het model werken. De controle van tekeningen wordt dan overbodig en alle kennis van de producten wordt gecombineerd in een virtueel gebouw. Het gaat hierbij onder andere om de cascobouwer, de kozijnleverancier, de installateur, de architect en de constructeur. Met een aantal andere partners zijn afspraken over informatieuitwisseling gemaakt.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">BIM-toepassing</p>	<ul style="list-style-type: none"> • De koperinformatie en begeleiding komen vanuit het 3D-model. Tekeningen voor kopers worden gegenereerd vanuit het 3D-model. • Door de integraliteit is de door de koper ingevulde woning direct gekoppeld aan de productie. Hierdoor ontstaat meteen inzicht in de betaalbaarheid van de keuzes van kopers en kan foutloos worden voorzien in informatie. • Productietekeningen worden gemaakt vanuit het 3D-model. Waal bepaalt per vakgebied welke informatie nodig is en voorziet daarin op maat. • Hoeveelheden (calculatie) worden bepaald uit het 3D-model. Op termijn kan dit integraal meelopen met de keuzes die een koper maakt voor zijn of haar woning. • De factor tijd wordt aan het 3D-model gekoppeld om te kunnen visualiseren hoe het productieproces zal verlopen. Dit stelt Waal in staat om het productieproces te optimaliseren. • Waal maakt gebruik van Revit Architecture, Navisworks, Asta Powerproject, IbisTRAD, Ibis4BIM en Microsoft Dynamics Navision.
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Ervaringen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • BIM wordt pas een succes als er een duidelijke strategische keuze gemaakt wordt door de directie. • Zelf BIMmen is volgens Waal een must voor bouwers die als proceseigenaar de gefragmenteerde keten en de complexiteit van de logistiek en de techniek willen managen. • Het samenwerken in BIM is volgens Waal een behoorlijke opgave, waarbij niet eenduidig is wat men onder BIM verstaat en het niveau van verschillende partijen in de keten loopt behoorlijk uiteen. Goede afspraken over resultaten en methoden zijn belangrijk! • De toepassing van BIM door de toeleverende industrie staat nog in de kinderschoenen. De ICT die gebruikt wordt voor de aansturing van de productie bij leveranciers sluit nog niet goed aan op BIM. • Het modelleren neemt nu nog behoorlijk veel tijd in beslag door de complexe manier van modelleren die nodig is om te kunnen voldoen aan de informatiebehoefte. • Het is de kunst om functioneel te werk te gaan en zich te beperken tot datgene wat echt nodig is om aan deze informatievraag te voldoen. • Waal wil innoveren in een open relatie met ketenpartners volgens het principe van ‘Learning by doing’. Het is daarbij lastig om de balans te vinden tussen enerzijds de capaciteitsinzet in het productieproces en anderzijds de tijd die wordt geïnvesteerd in innovatie en ontwikkeling.

4.4 De ervaringen in de praktijkprojecten

“Samenwerking is voor mij de sleutel tot succes. Een project als dit realiseer je door vooraf samen een planning te maken waar alle partners zich aan conformeren. En tijdens de bouw elke ochtend een startoverleg te houden met de voormannen. Hierin namen we de vorige dag door en bespraken we waar we elkaar die dag nodig hadden om goed en efficiënt verder te komen.”

Cor de Winter, uitvoerder (Waalstand mei 2011)

De belangrijkste leerervaringen uit de praktijkprojecten:

- Een eerste stap om BIM intern goed te organiseren is de invoering van Little BIM. De BIM-werkmethodiek kan hierdoor stap voor stap worden verankerd in dagelijkse werkprocessen. Het zetten van overzienbare stappen blijkt een vruchtbare implementatiestrategie.
- De toegevoegde waarde van BIM wordt groter naarmate intensiever wordt samengewerkt met ketenpartners. Tegelijkertijd vergt dit meer van de kwaliteit van de in- en externe organisatie en de houding van medewerkers en hun bekwaamheid.
- Samenwerken in een vroeg stadium van het bouwproces levert de traditionele aannemer een dilemma op. Kun je je verbinden zonder je onderhandelingspositie bij de inkoop te verspelen?
- Door fysiek met elkaar samen te werken ('pressure cooker') neemt de meerwaarde van samenwerking toe omdat betrokkenen dan anders, coöperatiever met elkaar omgaan.
- BIM vraagt veel ICT-inzet, zoals hardware en software en juiste software-instellingen.
- De kwaliteit van een BIM-model is essentieel om de data te kunnen hergebruiken. Hiervoor is digitale modelcheck een goed hulpmiddel.
- BIM is geen doel, maar ondersteunend gereedschap in alle bouwfasen. Het is daarom raadzaam om een bewuste keuze te maken voor de mate van detail.
- Het is belangrijk om eenduidige afspraken te maken met BIM-partners om efficiënt en effectief te kunnen werken. Het BIM-uitvoeringsplan is een handige onderlegger om deze afspraken vast te leggen.
- Het is raadzaam om de opgebouwde kennis vast te leggen en te borgen, zodat deze voor vervolprojecten en opleiding expliciet vastligt.
- BIM sluit goed aan op de Lean-werkmethodiek, integrale projectaanpak, ketensamenwerking en andere innovaties in de bouw.
- De meerwaarde van BIM komt zowel naar voren door een betere communicatie met klanten en omgeving als door faalkostenreductie.
- De 'rijpheid' van partners in de bouwketen is zeer uiteenlopend. Meer samenwerking door verschillende disciplines versnelt de gezamenlijke ontwikkeling, maar levert op de korte termijn knelpunten op.
- Tijd is een van de belangrijkste knelpunten bij de invoering van BIM. Het 'commitment' van het management "in woord en daad" is een belangrijke voorwaarde om echt voortgang te maken.
- De voortgang van de bouwprojecten waar BIM wordt toegepast (los van de beschikbare capaciteit) blijkt een succesfactor. Als er geen vaart in zit, dan vervliegt het enthousiasme in het (BIM-) team.
- Medewerkers zijn bepaalde werkmethoden gewend en zijn geneigd om hierop terug te vallen als de druk hoger wordt. Desalniettemin is de overwegende opinie van de participanten dat er geen weg terug is.
- De participanten hebben ervaren dat het loont om bij elkaar in de keuken te kijken ('de kunst afkijken'). In de dagelijkse praktijk zou daar nog meer gebruik van kunnen worden gemaakt.

Deze publicatie bevat naast bovenstaande waarnemingen een groot aantal inzichten die zijn voortgekomen uit de praktijkprojecten. (zie ook tabellen 6 tot en met 9).

5 Uitgangspunten en afspraken in BIM-projecten

5.1 BIM-uitvoeringsplan

5.1.1 Starten met heldere afspraken

Een bedrijf dat aan de slag gaat met BIM, doet er goed aan om te starten met het bespreken van de verwachtingen, uitgangspunten en afspraken met alle in- en extern betrokkenen (het BIM-team). Dan is bij de start van een bouwproject waarin BIM wordt toegepast voor iedereen duidelijk wat er verwacht wordt en hoe de betrokkenen met elkaar aan het werk gaan.

Het is ook goed om de uitgangspunten en afspraken vast te leggen in een BIM-uitvoeringsplan voor het bouwproject, een gezamenlijke leidraad voor alle betrokken BIM-partners waar zij steeds op kunnen terugrijpen gedurende het proces. Op bedrijfsniveau verdient het aanbeveling om een onderlegger (sjabloon) te maken om dergelijke BIM-uitvoeringsplannen snel, eenduidig en efficiënt uit te kunnen werken.

Het BIM-uitvoeringsplan (zie *Figuur 18*) legt de volgende zaken vast:

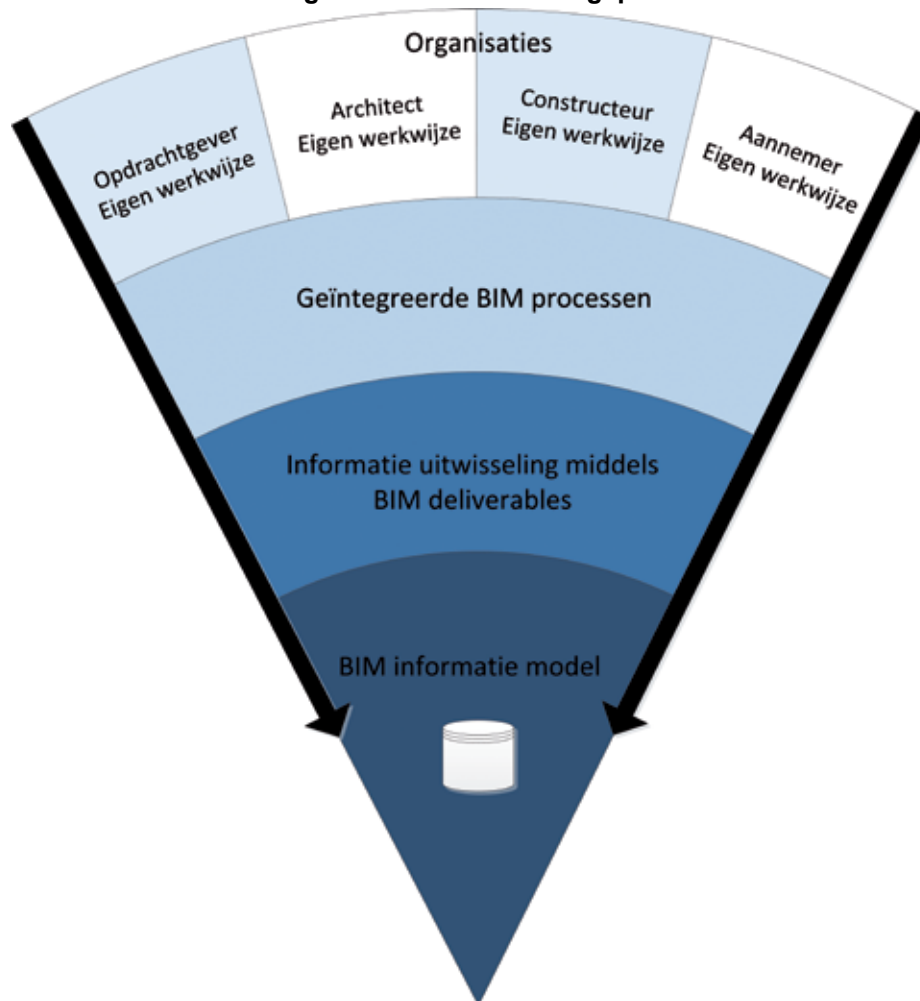
- Wat zijn de doelstellingen op het gebied van BIM (in dit bouwproject of in onze organisatie) en welke BIM-functionaliteiten horen hier bij (*paragraaf 5.5*)?
- Aan welke informatie en BIM-gegevens heeft elke betrokkene behoefte per bouwfase?
- Hoe zijn de rollen verdeeld en wie is er verantwoordelijk voor het leveren van bepaalde 'BIM-deliverables' ?
- Hoe wordt de BIM-informatie van de verschillende betrokkenen aan elkaar gekoppeld en (her) gebruikt?
- Aan welke eisen moet de uit te wisselen informatie voldoen?
- Welke eisen worden gesteld aan de inhoud en kwaliteit van het BIM-model?
- Hoe ziet de BIM-infrastructuur eruit?
- Hoe wordt het BIM-model softwarematig ingericht en gebruikt?

5.1.2 Opzet BIM-uitvoeringsplan

Voorafgaand aan een BIM-project moet voor de gezamenlijke werkwijze een aantal onderwerpen worden besproken, die tevens de opzet van een BIM-uitvoeringsplan bepalen:

- Projectinformatie: de kenmerken van het bouwwerk die relevant zijn voor BIM.
- Projectorganisatie bouwproject: de betrokken partijen, rollen, taken en verantwoordelijkheden in het bouwproject die relevant kunnen zijn voor de BIM-toepassing.
- Projectdoelen BIM: de projectdoelstellingen die in het bouwproject bereikt moeten worden door het inzetten van BIM.
- BIM-functies: de BIM-functies die in dit bouwwerk zullen worden toegepast.
- BIM-deliverables per bouwfase: de BIM-gegevens die in de verschillende fasen van het bouwproces moeten worden geleverd voor uitwisseling met andere betrokkenen.
- BIM-proces, -rollen en -bevoegdheden per bouwfase: de werkwijze op het gebied van de BIM-toepassing bij dit bouwwerk.
- BIM-modelafspraken en -modelstructuur (BIM-infrastructuur): de samenstelling van de verschillende aspectmodellen die tezamen het integrale 3D-BIM-model vormen. Bijvoorbeeld bouwkundig, constructief en E&W-installaties.
- BIM-modelcontrole en beheersing: de manier waarop in de gaten wordt gehouden of het BIM-model voldoet aan de gestelde kwaliteitseisen.

Figuur 18: BIM-uitvoeringsplan



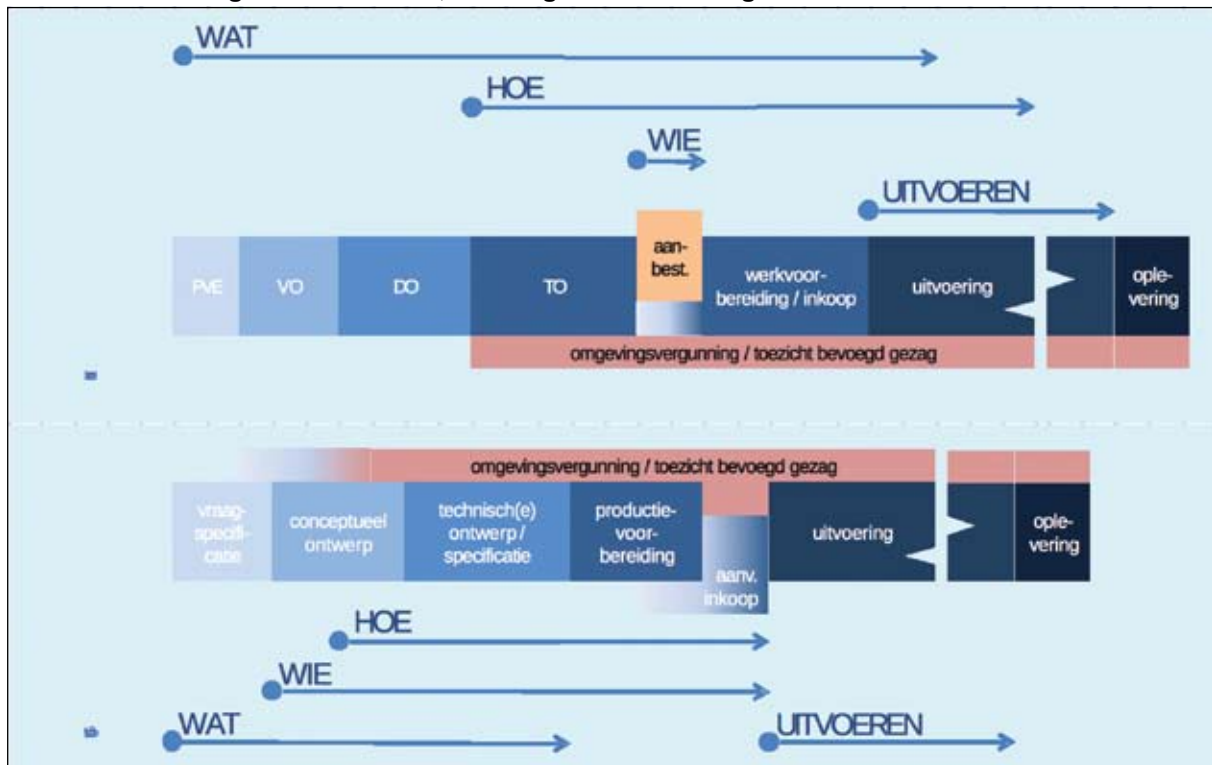
5.2 Projectinformatie

Beschrijf in het kort om wat voor een soort bouwproject het gaat, met de belangrijkste kenmerken die relevant kunnen zijn voor de BIM-toepassing.

5.3 Projectorganisatie

Voor de toepassing van BIM in het bouwproject wordt een BIM-team samengesteld. Wie er deel uitmaken van dit team en de rolverdeling is afhankelijk van de bouwfase waarin het bouwproject zich bevindt en van de bouworganisatievorm, met als belangrijkste vormen de traditionele organisatie (traditionele aanbesteding) en de geïntegreerde bouworganisatie (bijvoorbeeld Design & Build). Het gaat om alle disciplines die betrokken zijn bij de BIM-toepassing, zowel intern als extern.

Tabel 10: Bouworganisatievormen, fasering en rolverdeling



In bovenstaand schema is gevisualiseerd dat de fasering en vraagstelling van traditionele en geïntegreerde bouworganisatievormen van elkaar verschillen.

Traditionele bouworganisatie:

- Programmafase: programma van eisen en structuurontwerp.
- Ontwerpfase: voorlopig ontwerp en definitief ontwerp.
- Besteksfase: bestek en technisch ontwerp, inclusief de aanvraag van vergunningen.
- Realisatiefase: werkvoorbereiding en inkoop (tot en met de oplevering).

Geïntegreerde bouworganisatie:

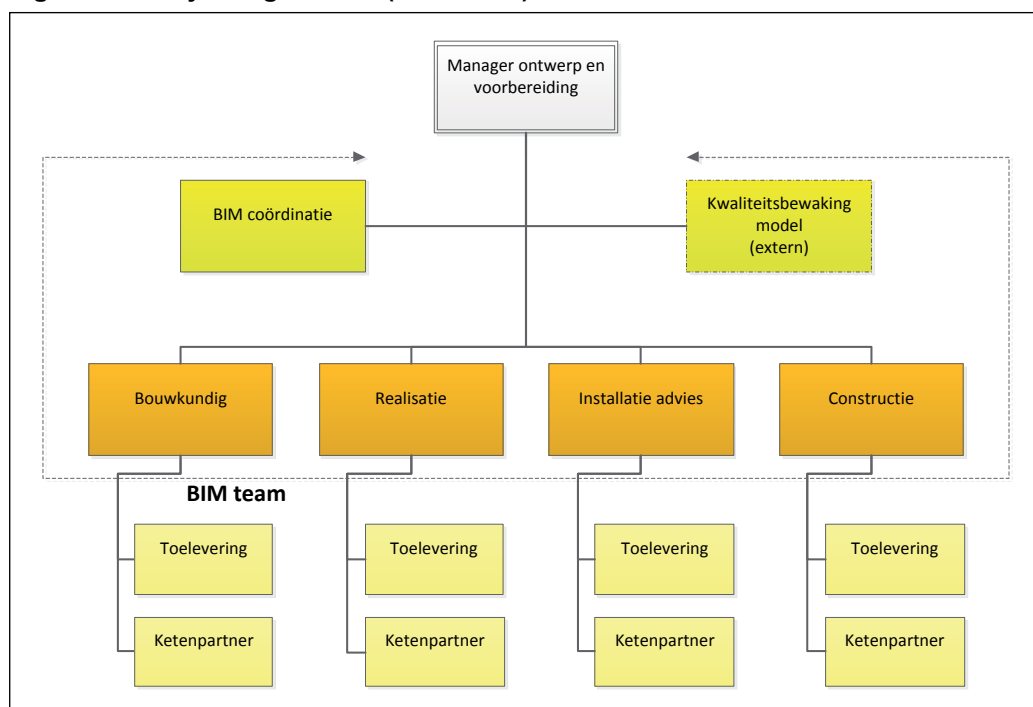
- Programmafase: programmabesluit met een functionele vraagspecificatie.
- Ontwerpfase: conceptueel ontwerp, technisch ontwerp en technische specificatie.
- Realisatiefase: werkvoorbereiding en afroep.

Bij een geïntegreerde bouworganisatievorm wordt een integrale benadering toegepast, waarbij partijen in een eerder stadium worden betrokken. In combinatie met BIM is het bouwproces efficiënter te doorlopen. Daardoor is een bouwtijdverkorting mogelijk.

De organisatievorm van het bouwproject is bepalend voor de organisatiestructuur van het bouwproject, ofwel de projectorganisatie. Geef in de projectorganisatie de positie en samenstelling van het BIM-team aan.

Afhankelijk van de bouworganisatievorm zijn er mogelijkheden om de samenwerking en rolverdeling tussen verschillende partijen effectiever in te richten. Dit kan gekoppeld worden aan procesoptimalisatie door middel van Lean Bouwen en een integrale aanpak waarbij opdrachtgever, architect, aannemer, constructeur en installateur in alle fases intensief samenwerken (Integrated Project Delivery, IPD).

Figuur 19: Projectorganisatie (voorbeeld)



5.4 Projectdoelen en BIM-toepassing

Beschrijf de doelstellingen die het BIM-team in het bouwproject wil bereiken door toepassing van BIM. Mogelijke doelstellingen zijn:

- Verhogen van de tevredenheid van huurder, koper, klant, opdrachtgever of omgeving.
- Verbeteren van de communicatie met de klant, opdrachtgever, gebruiker of omgeving.
- Verbeteren van de samenwerking tussen de verschillende disciplines in het bouwproces.
- Verkorten van de doorlooptijd van de ontwikkelfase en van de uitvoeringsfase.
- Verminderen van overbodig of dubbel werk.
- Verlagen van de bouwkosten (verminderen van de faalkosten).
- Verhogen van de kwaliteit, verminderen van het aantal opleverpunten.

Figuur 20: BIM-doelen en bijbehorende BIM-functie

Prioriteit (1-3)	Waarde verhogende doelstellingen	Potentieel toepasbare BIM functie
1-Meest belangrijk		
2	Verhogen tevredenheid belanghebbenden.	3D modelleren (DO,UO), Visualisatie.
2	Betere samenwerking, elkaars kennis beter benutten.	3D modelleren (DO,UO), Werktekeningen
1	Voorkomen fouten en faalkosten.	3D modelleren (DO,UO), Werktekeningen. Clash detectie.
3	Verkorten doorlooptijd ontwerp en realisatiefase.	4D planning.
2	Voorkomen van overbodig of dubbel werk.	Clash detectie. Ontwerpbeoordeling.
1	Verhogen van de kwaliteit.	3D modelleren (DO,UO), Simulatie, energierepresentatie.

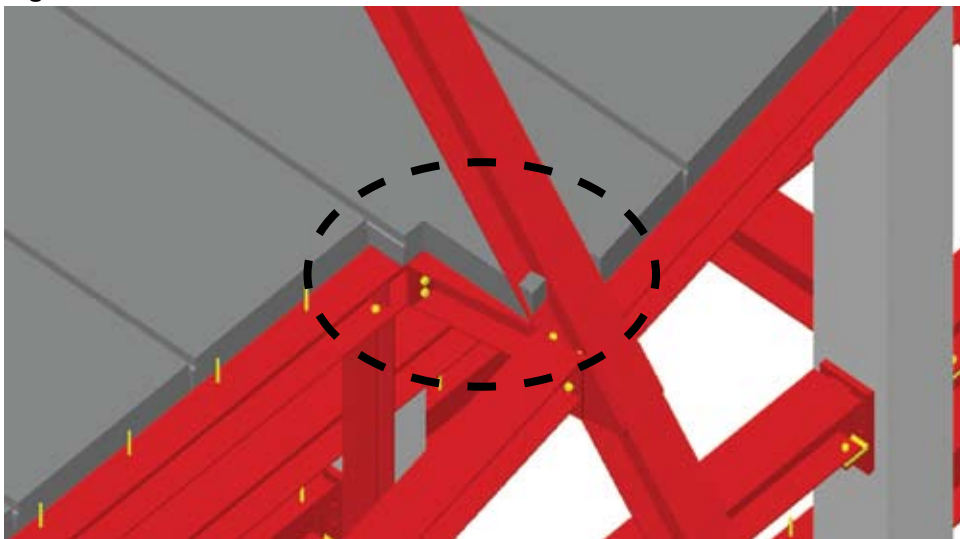
5.5 BIM-functies

Er is een scala aan BIM-functies denkbaar. De mogelijke BIM-functies¹⁴ in de ontwerp-, realisatie- en onderhoud- en beheerfase zijn onder andere:

- Functionele decompositie: het ontleden van het object in de functies die het moet vervullen, zoals woonfunctie en bedrijfsfunctie. Deze functies worden vervolgens verder ontleed en toegewezen aan de objecten.
- Massastudie, inpassing bouwvolume in de omgeving.
- Scenario onderzoek: onderzoek naar de mogelijke oplossingen.
- Fasering planning.
- Ontwerptoetsing: met een 3D-model waarin de verschillende disciplines zijn geïntegreerd of gekoppeld is 'clash'-detectie mogelijk. Het ontwerp wordt daarbij getoetst op de raakvlakken tussen disciplines (sparingen, doorvoeringen, gereserveerde ruimten). De ontwerpers sporen ontwerpfouten in een vroegtijdig stadium op en kunnen die herstellen, voordat het gebouw in productie gaat. Daardoor zijn de faalkosten lager en wordt de doorlooptijd korter.
- Technisch ontwerp voor de plantoetsing en de bouwaanvraag (vergunningen, Bouwbesluit).
- Verkoopdocumentatie en communicatie met klanten en gebruikers: een driedimensionaal gevisualiseerd gebouw biedt veel inzicht in de daadwerkelijke situatie en de ruimtelijke kwaliteit van het gebouw. Dit is niet alleen van belang voor de ontwerpende partijen, maar ook voor de opdrachtgever, gebruiker of andere betrokken partijen. Zij kunnen zich een realistischer voorstelling maken van het gebouw dat zij zullen verkrijgen, waardoor ze tijdig kunnen bijsturen en beter in staat zijn om keuzes te maken. Een realistischer beeld van het eindresultaat zal bijdragen aan de tevredenheid van de klant omdat hij daadwerkelijk verkrijgt wat hij had verwacht.
- Simulatie, 4D-planning: door koppeling van de planning aan het BIM-model kunnen 4D-simulaties van het bouwproces gemaakt worden. Een 4D-simulatie is een nabootsing van het productieproces, waarin te zien is hoe het gebouw 'groeit' in de loop van de tijd.
- Bestek of technisch programma van eisen.
- Hoeveelheden bepalen ten behoeve van begroten en calculeren tijdens ontwerp-, realisatie- of exploitatiefase. Met de 3D-modellen kunnen de hoeveelheden bouwmaterialen worden bepaald. Omdat dit in één keer kan voor alle disciplines zijn de gegevens eenduidig en wordt dubbel werk voorkomen.
- Constructies berekenen en toetsen.
- Bouwfysica, duurzaamheid en energie: door bouwfysische informatie aan het model toe te voegen, kunnen bouwfysische berekeningen en simulaties worden uitgevoerd (licht, warmte en geluid, duurzaamheid en energieprestatie).
- Risicoanalyse uitvoeren.
- Bouwmethodiek bepalen, machineaansturing.
- Werk- en productietekeningen maken: met een 3D-model kan de werkvoorbereider eenduidige, 2D-werk- en productietekeningen maken voor de ondersteuning van de uitvoeringsfase.
- Bouwplaats-inrichting uitwerken.
- Maatvoering uitzetten.
- As built: gebouwdocumentatie bij oplevering.
- Onderhoudsplanning maken.
- Schoonmaakprotocollen bepalen.
- Prestatiemonitoring.
- Facility management, ruimtemanagement.

¹⁴⁾ Zie de begrippenlijst voor een eventuele toelichting

Figuur 21: 'Clash' detectie



Het BIM-team moet een gefundeerde keuze maken welke BIM-functies voor het bouwproject van toepassing zijn. Deze keuze hangt af van de projectdoelen, de beschikbare competenties en middelen en de samenstelling en de rolverdeling van het team. Het BIM-team kan gebruikmaken van de 'BIM-functiechecklist' om de gewenste BIM-functies aan te geven, inclusief de rolverdeling en de benodigde middelen (Tabel 11).

Tabel 11: Checklist BIM-functies (voorbeeld) (Groen=voldoet, Rood=voldoet niet)

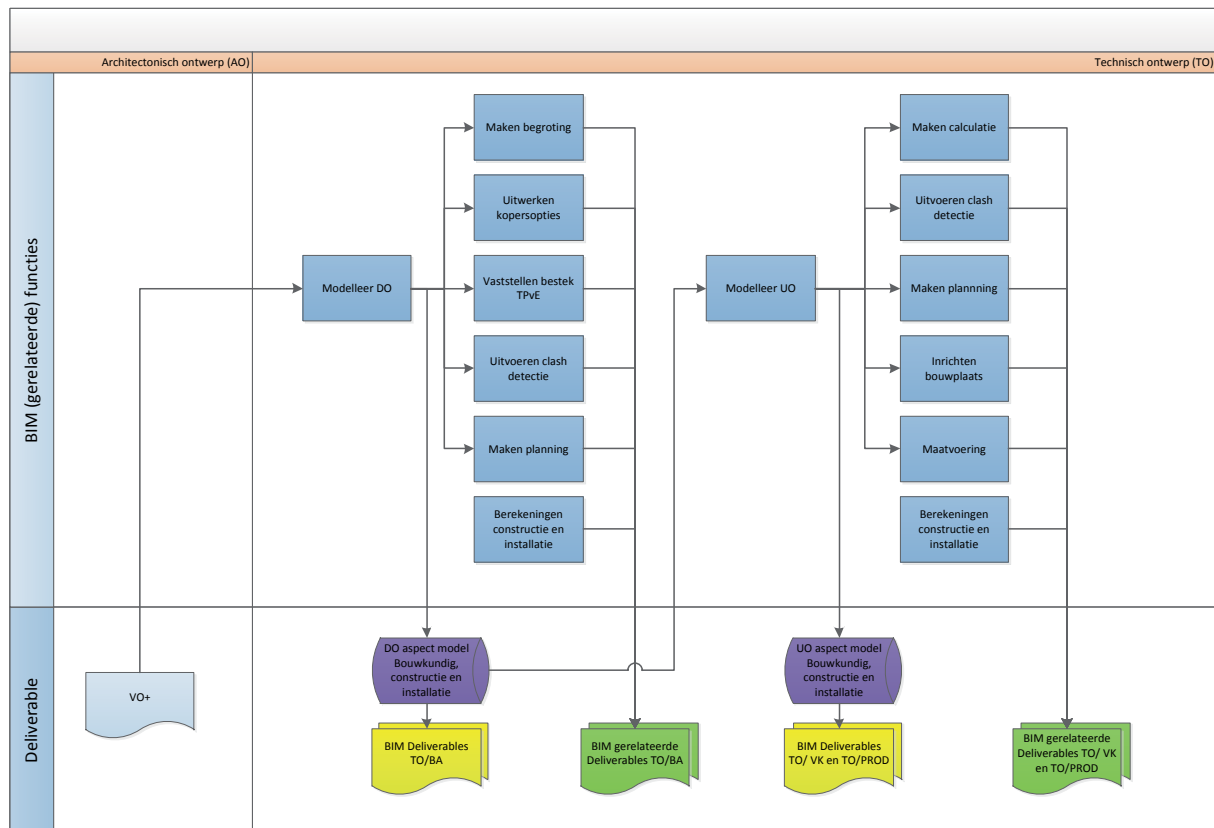
BIM functies	Toegevoegde waarde voor project	Verantwoordelijk	Toegevoegde waarde voor verantw.	Score BIM			Aanvullende middelen / competenties benodigd voor het implementeren.	Opmerkingen	BIM functie toepassen
				Middelen	Competenties	Ervaring			
www.bimguide.nl									
Technisch ontwerp / bouwaanvraag (TO/BA) en Technisch ontwerp verkoop (TO/VK)									
Technisch ontwerp (bouwaanvraag)	Hoog	Architect	Middel	🟢	🟢	🟢	nog niet bekend	Omgeving, architectuur	Ja
		Constructeur	Hoog	🟢	🟢	🟢		Bouwkundig	
		Installatie adviseur	Hoog	🟢	🟢	🟢		Wtb, E&I	
Technisch ontwerp (verkoop)	Hoog	Architect	Middel	🟢	🟢	🟢	nog niet bekend	Omgeving, architectuur	Ja
		Constructeur	Hoog	🟢	🟢	🟢		Bouwkundig	
		Installatie adviseur	Middel	🟢	🟢	🟢		Wtb, E&I	
Ontwerp beoordeling / toetsing	Hoog	Opdrachtgever	Hoog	🟡	🟢	🟢	Opdrachtgever kan model benaderen en beoordelen via viewer		Ja
Bestek / Technisch programma van eisen	Hoog	Architect	Middel	🟡	🟢	🟢	Besteksoftware niet geïntegreerd met BIM		Nee
		Installatie adviseur	Middel	🟡	🟢	🟢			
		Constructeur	Middel	🟡	🟢	🟢			
Bouwfysica, licht, warmte, geluid en lucht	Hoog	Installatie adviseur	Hoog	🟢	🟢	🟢			Ja
Constructieve berekeningen	Hoog	Constructeur	Hoog	🟢	🟢	🟢			Ja
Toetsing regelgeving	Hoog	Architect	Hoog	🟡	🟡	🟡	Software niet geïntegreerd met BIM		Nee
"VO begroting", hoeveelheden	Hoog	Architect	Hoog	🟡	🟢	🟢	Software niet geïntegreerd met BIM		Nee
		Constructeur	Hoog	🟡	🟢	🟢			
		Installatie adviseur	Hoog	🟡	🟢	🟢			
Clash detectie / raakvlak analyse	Hoog	Architect	Hoog	🟡	🟡	🟡			Ja
		Constructeur	Middel	🟡	🟡	🟡			
		Installatie adviseur	Middel	🟡	🟡	🟡			
Simulatie / 4D planning	Middel	Aannemer	Middel	🟡	🟡	🟡	Testpilot met planning software		Ja
Risico analyse	Middel	Aannemer	Middel	🟡	🟡	🟡			nee
		Constructeur	Middel	🟡	🟡	🟡			
Legenda									
		Laag		🟡			1 geen ervaring / niet beschikbaar		Ja
		Middel		🟢			2 beperkte ervaring / beperkt beschikbaar		Misschien
		Hoog		🟢			3 voldoende ervaring / voldoende beschikbaar		Nee
Toelichting: Dit document geeft een onderbouwde keuze voor het wel / niet gebruiken van een BIM functie									

5.6 BIM-deliverables

Het bouwproces wordt in verschillende bouwfases verdeeld. Het BIM-team stelt per fase vast welke 'BIM-deliverables' (overdraagbare gegevens, documenten en tekeningen) moeten worden geleverd en hoe de rolverdeling is tussen architect, constructeur, bouwer, adviseur(s) en leveranciers. Specificeer per discipline de BIM-deliverables (input) die nodig zijn en specificeer per discipline de te leveren BIM-deliverables.

Als per bouwfase bekend is welke deliverables nodig zijn, dan kan het BIM-team het BIM-proces inrichten. Het BIM-proces moet zodanig worden vormgegeven dat de gewenste deliverables ook daadwerkelijk geleverd kunnen worden. Sommige deliverables komen direct als output uit het BIM-model. Voor andere BIM-deliverables is aanvullende software nodig, die gebruikmaakt van de gegevens uit het 3D-BIM-model. Het BIM-team maakt daartoe afspraken wie welke informatie op welk moment moet aanleveren en wie verantwoordelijk is voor een bepaalde BIM-deliverable. De fasering en rolverdeling (zie Tabel 10) hangen af van het soort bouworganisatievorm.

Figuur 22: BIM-ontwerpproces met BIM-functies en 'BIM-deliverables' (voorbeeld)



Tabel 12: Deliverables per bouwfase (voorbeeld)

Projectdefinitie en Architectonisch ontwerp (PD, AO)			
Door	Discipline	L/A/C #	Omschrijving
Technisch ontwerp ten behoeve van de bouwaanvraag (TO, BA)			
Door	Discipline	L/A/C #	omschrijving
Architect	Bouwkundig	L	Situatietekening, bestemmingsplan
Architect	Bouwkundig	L	Overall plattegronden van begane grond en verdiepingsvloeren
Architect	Bouwkundig	L	Overall geveltekeningen
Architect	Bouwkundig	A	Deeltekeningen per blok, plattegronden van begane grond en verdiepingen, dak
Architect	Bouwkundig	C #	Principedetails
Architect	Bouwkundig	#	Kleur en materiaalstaat
Constructeur	Constructief	A	Palenplan per blok
Constructeur	Constructief	A	Fundering per blok
Constructeur	Constructief	A	Staalconstructie, kolommen, liggers en windverbanden per blok
Constructeur	Constructief	c #	Principe details
Installatie adviseur	Installatie	#	Brandveiligheid
Installatie adviseur	Installatie	A	Principeverloop installaties
Aannemer	Realisatie	#	Realisatieplanning
Aannemer	Realisatie	L	Bouwplaatsinrichting
Technisch ontwerp ten behoeve van verkoopstukken (TO, VK)			
Door	Discipline	L/A/C #	Omschrijving
Technisch ontwerp ten behoeve van de productie (TO, PROD)			
Door	Discipline	L/A/C #	Omschrijving

Legenda:
(L)ocatie tekeningen, (A)ssemblage tekeningen, (C)omponenttekeningen
Met # wordt aangegeven dat de 'deliverable' niet rechtstreeks uit het 3D-BIM komt, maar met behulp van aanvullende software op basis van de gegevens uit het 3D-BIM-model.

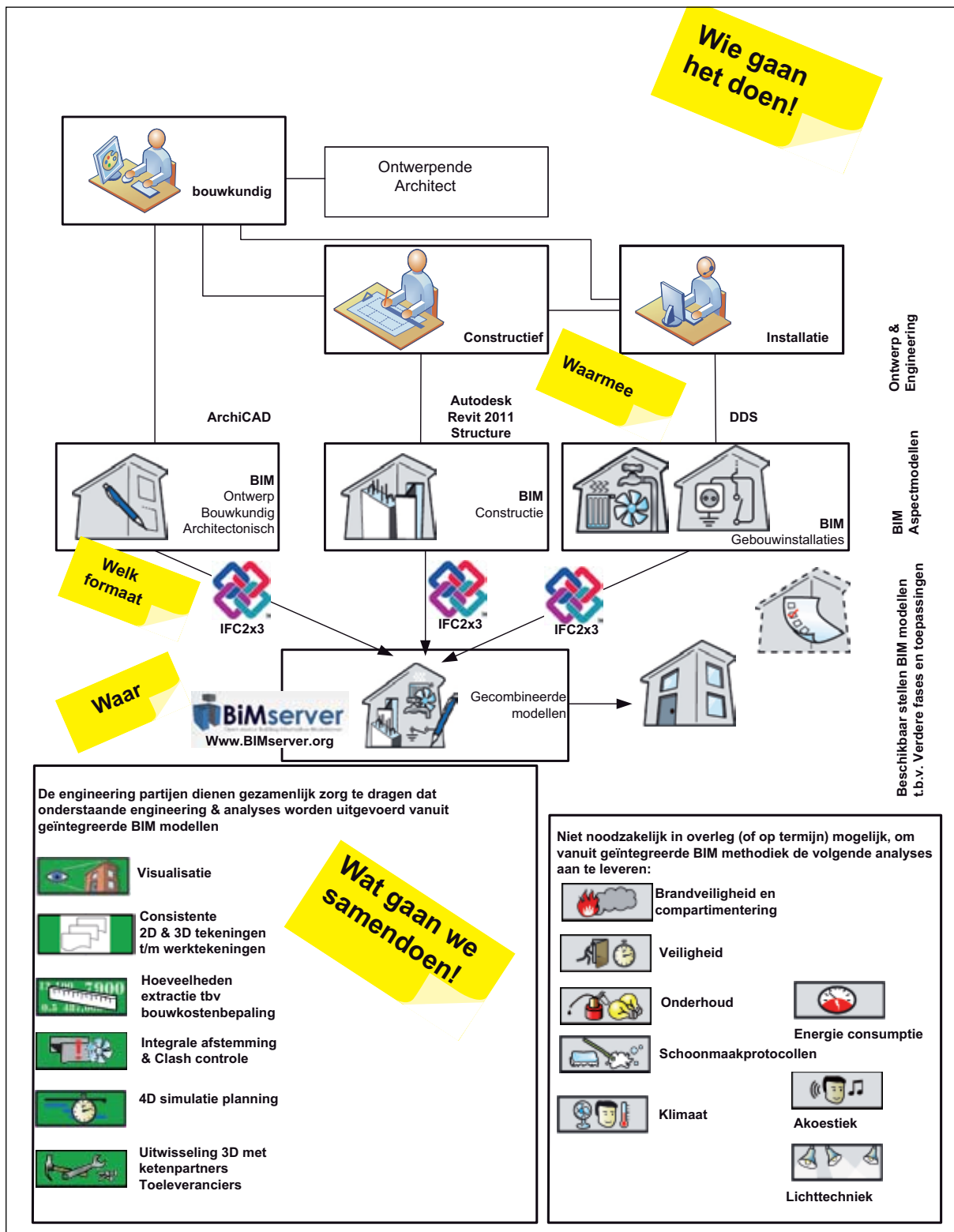
5.7 BIM-proces, -rollen en -bevoegdheden

In het BIM-team zijn naast de traditionele rollen verschillende BIM-rollen te onderscheiden:

- BIM-coördinator: verantwoordelijk voor het coördineren van BIM-gerelateerde activiteiten.
- BIM-modelleur: verantwoordelijk voor het opzetten van het BIM-model.
- BIM-modeltoetsers: verantwoordelijk voor het toetsen van de kwaliteit van het BIM-model.
- BIM-modelgebruiker: degene die de BIM-gegevens ('deliverables') uit het BIM-model gebruikt.

Elke discipline, bijvoorbeeld ontwerp, constructie of installaties, maakt gebruik van een eigen aspectmodel. Elk lid van het BIM-team krijgt een rol en de verantwoordelijkheid toegewezen voor een bepaalde discipline, het bijbehorende aspectmodel en de daaruit gegenereerde output (*Tabel 13*). Deze BIM-verantwoordelijke coördineert het correct opbouwen van het eigen aspectmodel. Hij is aanspreekpunt voor andere partijen binnen het ontwerpteam. Hij gaat voor zijn eigen discipline en bijbehorende, achterliggende ketenpartners na welke BIM-deliverables hij moet leveren en welke BIM-deliverables hij daarvoor nodig heeft van andere disciplines.

Figuur 23: Wie vervult welke BIM-functies (www.bimguide.nl)



Tabel 13: Samenstelling BIM-team en contactgegevens (voorbeeld)

Naam	Organisatie	Functie en rol in het bouwproject	E-mail	Telefoon
J. Jansen	Opdrachtgeven Virvare	BIM- modelgebruiker	j.jansen@vivare.net	010-2875000
K. Klaasen	Klaasen Constructeurs	Contracteur / BIM- Modelleur	k.klaasen@constructeurs.nl	020-3587400
P. Tauw	Architectenbureau Mooi	BIM-coördinator, BIM-toetsen en BIM-modelleur bouwkundig	p.tauw@mooi.nl	015-5600000
W. Willems	Adviesbureau Klimaatgevel	BIM-modelleur installaties	w.willems@klimaatgevel.eu	015-4510000
P. Graag	Bouwbedrijf Jansen	BIM- modelgebruiker	p.graag@jansen.nl	010-9898980
J. Sterk	Installatiebedrijf ACV	BIM- modelgebruiker	j.sterk@acv.nl	020-1010100

In de verschillende fasen moeten keuzes worden gemaakt en beslissingen worden genomen. In een BIM-proces is het van belang dat voor iedereen helder is wie hiertoe bevoegd is en wie er om advies moet worden gevraagd. Tegelijkertijd is slagvaardigheid gewenst en moeten er knopen kunnen worden doorgeslagen. Bijvoorbeeld als de verschillende disciplines in een 'pressure cooker' samenwerken.

Voor de verschillende fasen zijn BIM-resultaatgebieden benoemd. Voor elk resultaatgebied wordt een verantwoordelijke benoemd door de projectleider, in overleg met het BIM-team. De verantwoordelijke behoudt te allen tijde zijn verantwoordelijkheid, maar kan een ander wel mandateren om beslissingen te nemen. De gemandateerde krijgt de bevoegdheid (het recht) om bepaalde beslissingen te nemen en om bepaalde activiteiten te (laten) verrichten (*Tabel 14*).

Het gaat om de volgende bevoegdheden of adviesplichten:

- Volledig bevoegd: de gemandateerde is verantwoordelijk en volledig aanspreekbaar op de resultaten, zoals benoemd in het resultaatgebied.
- Bevoegd met meldingsplicht: de gemandateerde is bevoegd om zelfstandig te beslissen, maar heeft de plicht om dit snel te rapporteren ('act & report'). Dit wordt toegepast in een situatie waarin de verantwoordelijke nog weinig ervaring heeft.
- Adviesplicht: het ontwerpteam heeft de plicht om de betrokkene om advies te vragen.
- Advies met coördinatieplicht: het ontwerpteam heeft de plicht om de adviezen van andere betrokkenen in het eigen advies te betrekken.

Tabel 14: BIM-resultaatgebieden, verantwoordelijkheden en bevoegdheden

Resultaatgebied	BIM-coördinator	Constructeur	Bouwkundige uitwerking	Installatie-ontwerp	Aannemer	Externe adviseur
BIM-structuur afspraken beschikbaar	●	□	□	□	□	■
BIM-infrastructuur beschikbaar	●	□	□	□	□	■
BIM operationele modelleerafspraken beschikbaar	●	□	□	□	□	□
Samengesteld BIM-model TO-/BA-fase beschikbaar	●	□	□	□	□	=
Samengesteld BIM-model TO-/VK-fase beschikbaar	●	□	□	□	□	=
Samengesteld BIM-model TO-/PROD-fase beschikbaar	●	□	□	□	□	=
BIM-submodel toelevering en co-makers beschikbaar (ieder voor eigen discipline)	□	●	●	●	●	=
Samengesteld BIM-model in realisatiefase beschikbaar	●	□	□	□	□	=
Kwaliteitsbeheersing, bewaken consistentie BIM-model	=	=	=	=	=	●

● = Volledig bevoegd; ○ = Bevoegd met meldingsplicht
 □ = Adviesplicht; ■ = Advies met coördinatieplicht

5.8 BIM-model afspraken

Tijdens het bouwproces wordt alle relevante grafische informatie verwerkt in een 3D- BIM-model met objecteigenschappen. Alle gegevens die in het 3D-model zijn vastgelegd, kunnen worden uitgewisseld, wat dubbel werk voorkomt. Voor uitwisseling, afstemming en coördinatie moeten de aspectmodellen bij elkaar worden gevoegd en besproken. Dat kan effectief in ‘pressure cooker’-sessies. Het ontwerpteam overlegt dan in een werksessie waarin alle betrokkenen aanwezig zijn en maakt daarbij zoveel mogelijk gebruik van de 3D-modellen.

5.8.1 Samenwerking

De volgende uitgangspunten zijn van toepassing voor samenwerking in het BIM-team:

- Alle betrokkenen moeten inzicht hebben in de redenen waarom in 3D-BIM wordt gewerkt. Ze moeten op de hoogte zijn van de BIM-doelstellingen in het bouwproject.
- De betrokkenen werken bij voorkeur in een open, transparant proces met duidelijke afspraken en op basis van gelijkwaardigheid. Belanghebbenden (ontwerp- en realisatiedisciplines, toeleveranciers) worden in een vroeg stadium ingeschakeld voor het creëren van betrokkenheid.
- Alle betrokkenen hebben een haal- en brengplicht van informatie en gegevens vanaf het internetprojectportaal. De betrokkenen brengen de informatie naar de ontvanger, ook al wordt er niet gerappelleerd. Als de ontvanger geen informatie heeft ontvangen, dan haalt hij het zelf op. Dit voorkomt op elkaar wachten.
- Samenwerken met gegevens van anderen vergt een adequate tijdsplanning en een afstemming van het tempo, zodat iedereen ook daadwerkelijk met de juiste gegevens werkt. De status van het BIM-model moet voor iedere betrokkene op elk moment duidelijk zijn.
- Het succes van de samenwerking schuilt erin dat beslissingen expliciet worden gemaakt, gedocumenteerd en gepubliceerd, inclusief de argumenten op basis waarvan beslissingen zijn genomen.

5.8.2 Werkafspraken

De volgende werkafspraken zijn van toepassing voor het gebruiken van het BIM-model:

- Alle informatie wordt zoveel mogelijk uitgewisseld via een centraal internet-projectportal.
- Meerdere disciplines maken gebruik van het BIM-model en hebben specifieke eisen en wensen voor de opbouw van het BIM-model. Er moeten afspraken worden gemaakt over wie welke informatie aan het model toevoegt en wie, wanneer, welke informatie controleert of uit het BIM-model haalt.
- De betrokkenen in het BIM-team moeten "naast de contractuele afspraken" overeenkomen hoe de digitale bronbestanden binnen het BIM-team kunnen en mogen worden gebruikt.
- De engineeringpartners dragen zelf zorg voor hun 3D-BIM software. Zij maken naar elkaar toe duidelijk met welke software zij werken.
- De engineeringpartners dragen zelf zorg voor het genereren van consistente tekeningen (2D en 3D) uit het BIM-model en geven de wijzigingen aan ten opzichte van de vorige versie.
- De optimalisatie van het ontwerp vindt plaats op basis van het integrale 3D-model en niet op basis van de aspectmodellen afzonderlijk.
- Er wordt gemodelleerd vanuit de visie dat het ontwerp maakbaar moet zijn in de bouwpraktijk.

5.9 BIM-modelstructuur

5.9.1 Consistente 2D- en 3D-tekeningen genereren uit 3D-modellen

De aspectmodellen worden opgezet volgens het metrisch stelsel, in de eenheid millimeters. Het genereren van de tekeningen uit het 3D-BIM-model dient op consistente wijze te gebeuren, zodat de juistheid tussen de 2D-tekeningen en het 3D-model gewaarborgd is (*Kader 16*). Annotaties zoals extra teksten, maatvoering en 'tags' (labels) moeten consistent worden aangebracht. Het is wenselijk om per 2D-tekening ('Sheet') minimaal één 3D-impressie van hetzelfde bouwdeel weer te geven om meer inzicht te hebben in de betreffende 2D-gegevens.

Als referentie gelden de NEN-normen, zoals NEN 2574, NEN 2560 en NEN 2634, de publicatie 'Kwaliteit van tekenwerk in de bouw', RRBouw-rapport 130 en de 'RGD BIM norm'(2011).

Kader 16: Consistente tekeningen en 3D-BIM-model

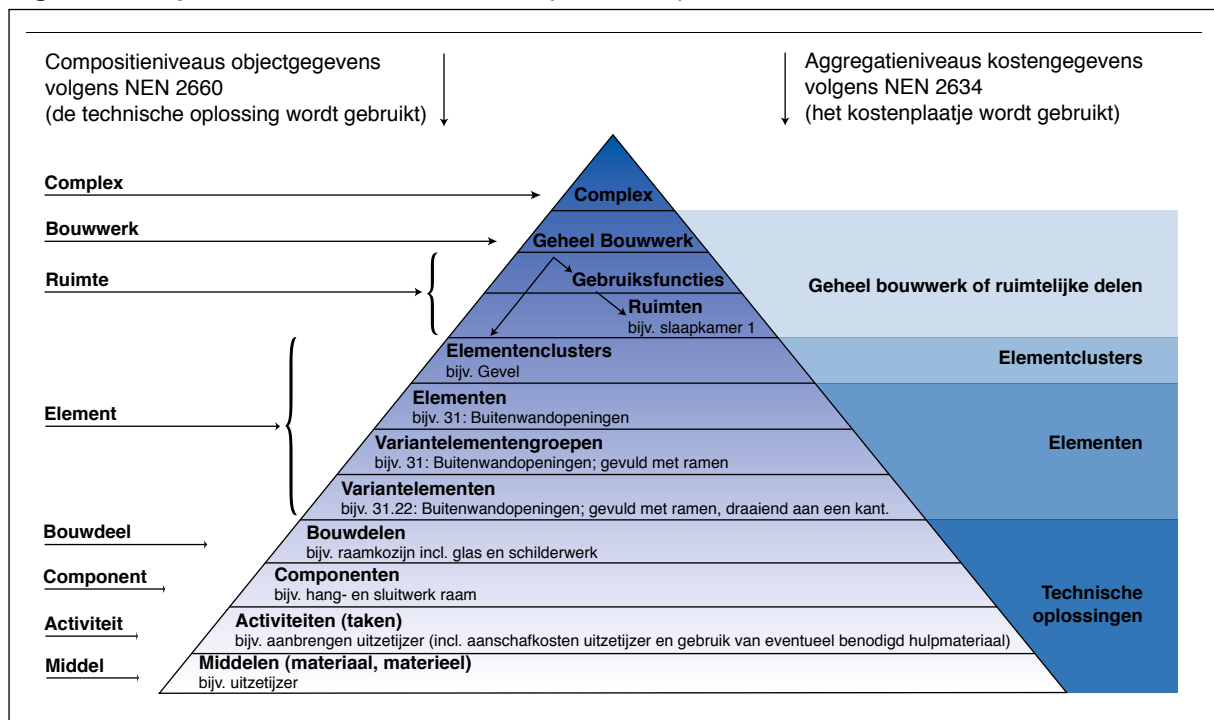
Het consistent genereren van tekeningen uit het 3D-BIM-model betekent dat de betrokkenen niet ('voor het gemak') handmatig wijzigingen mogen aanbrengen in deze automatisch gegenereerde tekeningen. Het is niet toegestaan om bijvoorbeeld een stramenmaat van 6 meter in de tekening, in de bijbehorende tekst te veranderen in 5 meter, zonder dat de maatvoering in het 3D-model daadwerkelijk wordt aangepast. De database (het 3D-model) zou daardoor namelijk niet meer kloppen.

5.9.2 Mate van detail per fase

Het 3D-gebouwmodel wordt per fase op een passend detailniveau ('Level of Development') opgebouwd. Figuur 24 geeft een indruk van het gewenste detailniveau. Het detailniveau moet zodanig zijn dat de gewenste BIM-deliverables (tekeningen) minimaal voldoen aan NEN 2574 'Tekeningen in de bouwindeling van gegevens op tekeningen voor gebouwen'. De 3D-informatie moet tevens geschikt zijn om de hoeveelheden te kunnen bepalen voor kostenramingen volgens NEN 2634 'Termen, definities en regels voor het overdragen van gegevens over kosten en kwaliteitsaspecten voor bouwprojecten'.

Iedere ontwerpdiscipline bouwt in beginsel zijn eigen aspectmodel. Voordat de betrokkenen starten met het tekenwerk van een (ontwerp)fase, dienen zij de demarcatie van de gebouwmodellen specifiek en duidelijk af te spreken en vast te leggen. Voor het uitvoeren van 'clash'-detectie, visualisatie en het bepalen van hoeveelheden worden de aspectmodellen gecombineerd, gesynchroniseerd en ten opzichte van elkaar gecontroleerd op consistentie.

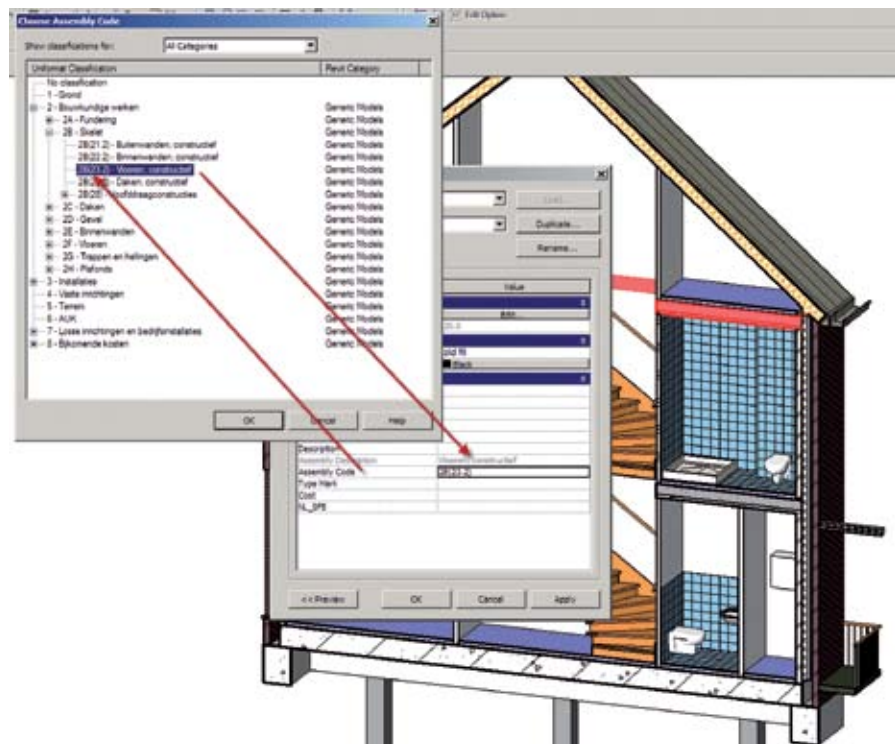
Figuur 24: Impressie van de detailniveaus (NEN 2634)



5.9.3 Codering en demarcatie van objecten

De verschillende disciplines werken met eigen aspectmodellen die periodiek worden samengevoegd en gesynchroniseerd. Dit kan alleen foutloos indien de objecten worden voorzien van een uniforme codering (classificatie) en demarcatie. www.BIM-guide.nl bevat hiervoor een handreiking. Bij het indelen van BIM-objecten kan gebruik worden gemaakt van bijvoorbeeld NL/SfB, NEN 2634 en STABU-Element.

Voor het gestructureerd indelen van middelen, zoals materiaal, arbeid, materieel en onderaanneming, kan gebruik worden gemaakt van een eigen codering of classificatie die is afgestemd op de ERP-applicatie en toepassingen. De STABU2 werksort-indeling wordt bij bouwbedrijven als kapstok gebruikt voor een middelencodering.



Figuur 25: Impressie van de toewijzing van de codering door middel van 'assembly code' (REVIT-model)

Figuur 26: Codering (classificatie) en demarcatie 3D-objecten (voorbeeld)

1: geheel bouwwerk of ruimtelijke delen (vgl. NEN 2634 tabel 6)						
2: Elementenclusters (vgl. NEN 2634 tabel 7)						
3: Elementen (vgl. NEN 2634 tabel 8 / tabel 1 Elementenmethode 2005)						
Classificatie			Voorbeeld Rolverdeling disciplines			
Code	Aanbevolen omschrijving		Bouwkundig INBO	Constructief Pieters	Installaties ABT	Overige ERA
1	Grond	1				
1A	Verwerving	3				
1B	Infrastructurele voorzieningen	3				
1C	Bouwrijp maken	3				
2	Bouwkundig werken	1				
2A	Fundering	2				
2A (11)	Bodemvoorzieningen	3				
2A (11.0)	Bodemvoorzieningen, algemeen	4				ERA
2A (11.1)	Bodemvoorzieningen, grond	4				ERA
2A (11.2)	Bodemvoorzieningen, water	4				ERA
2A (13)	Vloeren op grondslag	3				
2A (13.0)	Vloeren op grondslag, algemeen	4		Constructeur		
2A (13.1)	Vloeren op grondslag, niet constructief	4		Constructeur		
2A (13.2)	Vloeren op grondslag, constructief	4		Constructeur		
2A (16)	Funderingsconstructies	3				
2A (16.0)	Funderingsconstructies, algemeen	4		Constructeur		
2A (16.1)	Funderingsconstructies, voeten en balken	4		Constructeur		
2A (16.2)	Funderingsconstructies, keerwanden	4		Constructeur		
2A (17)	Paalfunderingen	3				
2A (17.0)	Paalfunderingen, algemeen	4		Constructeur		
2A (17.1)	Paalfunderingen, niet geheid	4		Constructeur		
2A (17.2)	Paalfunderingen, geheid	4		Constructeur		
2B	Skelet	2				
2B (21)	Dragende buitenwanden	3				
2B (21.0)	Buitenwanden, algemeen	4		Constructeur		
2B (21.2)	Buitenwanden, constructief	4		Constructeur		
2B (22)	Dragende binnenwanden	3				
2B (22.0)	Binnenwanden, algemeen	4		Constructeur		
2B (22.2)	Binnenwanden, constructief	4		Constructeur		

5.9.4 Eenduidig nulpunt en gebouwrotatie ('Shared coordinates')

De partijen in het BIM-team moeten onderling afspreken welk nulpunt en welke gebouwrotatie zij zullen hanteren bij de gegeven locatie en positie. Zij zijn er vervolgens zelf voor verantwoordelijk dat zij het afgesproken nulpunt en de gebouwrotatie correct overnemen in hun aspectmodellen. Hierdoor zal het integrale 3D-model correct worden opgebouwd als de aspectmodellen worden gekoppeld.

5.9.5 Naamgeving van objecten, openBIM-conventies

Om de koppeling van aspectmodellen mogelijk te maken en informatie uit te wisselen, wordt gebruikgemaakt van 'openBIM', ofwel open standaarden zoals IFC. Onder 'openBIM' verstaan we een transparante aanpak waarmee alle belanghebbenden elkaar informeren met behulp van 3D-objectmodellen met kenmerken en gebruikelijke data en resultaten, zonder de noodzaak of verplichting om voorgescreven software te gebruiken.

De BIM-objecten en -bestanden dienen gestructureerd te worden op een logische, betekenisvolle, herkenbare, inzichtelijke, begrijpelijke en consistente wijze. Zij moeten voorzien worden van een unieke naamgeving. Dit is onder andere van belang bij het samenvoegen van de aspectmodellen en om miscommunicatie over een bepaald object te voorkomen.

5.10 BIM-kwaliteitsbeheersing

5.10.1 Urenbudget en planning

Het BIM-team moet afspraken maken over de tijdsinzet van de betrokkene en de manier waarop eventuele kosten kunnen worden gedeclareerd. Tevens maken de leden afspraken over de tijdplanning, met bijbehorende mijlpalen.

5.10.2 Kwaliteitscontrole en keuringsplan

In het op te stellen keuringsplan wordt per fase expliciet aangegeven op welke keuringsmomenten de aspectmodellen en het integrale 3D-BIM-model worden getoetst op de vereiste kwaliteit. Tevens wordt de aard van de controles aangegeven en wie deze controles uitvoert (*checklist Tabel 15*). Hierdoor is voor alle BIM-partners inzichtelijk door wie, wanneer, hoe en op basis waarvan controles zullen worden uitgevoerd.

Voor de aard van de controle wordt onderscheid gemaakt in drie soorten:

- 'Hold point': de modelleur meldt tijdig aan de controleur dat het 'hold point' binnenkort zal worden bereikt. De controle wordt uitgevoerd zodra het 'hold point' is bereikt. De werkzaamheden mogen pas worden hervat nadat de controle is uitgevoerd. Deze controle moet verifieerbaar zijn.
- 'Witness point': de modelleur meldt tijdig aan de controleur dat het 'witness point' binnenkort zal worden bereikt. De controle kan plaatsvinden naar eigen inzicht van de controlerende partij. De werkzaamheden kunnen worden voortgezet, ook al is de controle nog niet uitgevoerd.
- 'Spot check': er vindt geen melding plaats wanneer dit punt zal worden bereikt. De controlerende partij controleert op een willekeurig tijdstip.

Tabel 15: Keuringsplan (voorbeeld)

	Deliverables	Eisen	Verificatie	Controlerende partij					
				Opdrachtgever	Aannemer	Architect	Constructeur	Installatie adviseur	Derden
1	BIM-afspraken	Dit rapport	Goedkeuring op BIM-uitvoeringsplan	W		H			
2	Architectonisch ontwerp	Programma van eisen	Goedkeuring	H					
3	Technisch ontwerp t.b.v. bouwaanvraag	Programma van eisen	Goedkeuring						H
4	Aspect model installatie	BIM-uitvoeringsplan	Aantekening in logboek			S			
5	Principe routing installatie	Programma van eisen installatie	Goedkeuring		H			H	
6	Principe details	SBR details	Goedkeuring		H				
7	Palen plan	Constructieve berekening	Goedkeuring				H		
Etc									

H = 'hold point', W = 'witness point', S = 'spot check'


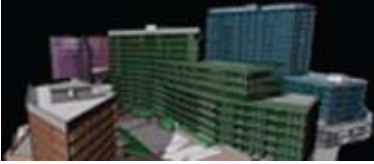


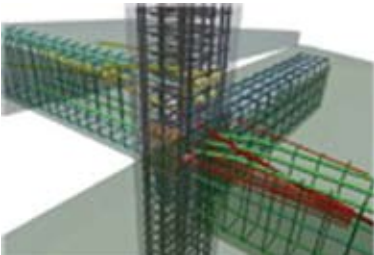
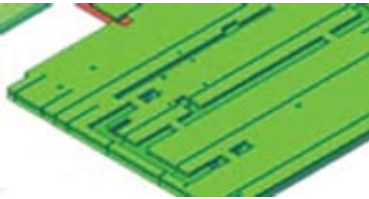

5.10.3 Risicoanalyse in relatie tot BIM

Het BIM-team benoemt vooraf gezamenlijk de risico's en bijbehorende beheersmaatregelen. De kans op een ongestoord verloop van het ontwerp- en realisatieproces wordt daarmee vergroot. (zie tabel 16).

Tabel 16: Risicoanalyse (voorbeeld)

Risico	Fase	Kans	Gevolg	Mogelijke Maatregel
Centraal delen van één model met alle gebruikers op verschillende locaties. Model te groot, performance laag.	TO	Groot	Groot	Preventief: decentrale oplossing kiezen middels WAFS, Citrix of hybride oplossing.
Onvoldoende kennis / draagvlak bij een of meerdere betrokken partners t.a.v. toepassing 'clash'-detectie. Toegevoegde waarde van 'clash'-detectie in TO-fase neemt af.	TO	Middel	Middel	Preventief: betrokken partijen committent laten uitspreken. Preventief: software aanschaffen, opleiden 'key user'. Correctief: bij calamiteiten uitbesteden aan derden.
Geringe bereidheid tot het beschikbaar stellen en delen van alle relevante projectinformatie op internet-projectportaal of BIM-model met partners, co-makers en toeleveranciers.	TO	Klein	Middel	Preventief: informatiebehoefte definiëren, spelregels communiceren, verantwoordelijke rollen benoemen, committeren!
Capaciteit en beschikbare kennis 3D-modelleren verschillende disciplines kan of wil niet door projectpartners worden geleverd.	TO	Klein	Groot	Preventief: selectie partners op basis van competenties. Correctief: inhuren van derden voor het modelleren van eventuele 2D-gegevens in 3D-BIM-model.
Verschillende interpretatie en verwachting van informatieniveaus. Gedetailleerdheid en rijkheid van informatie in het BIM-model sluiten niet aan bij de behoeften.	TO	Middel	Groot	Preventief: splitsen van het gebouw in delen en afspraken maken over objectdefinities en rijkheid aan informatie. Preventief: gedurende het proces continu kwaliteit van het model toetsen ('model check').
Project-uitvoeringsplan vervalt tot een papieren tijger. Geen drive tot structurele verbetering.	TO	Middel	Middel	Preventief: meer operationele afspraken maken. Druk op de ketel houden en regelmatig evalueren.
Samenwerking op BIM-gebied met co-makers die geen deel uitmaken van het BIM-team verloopt slecht.	TO	Middel	Groot	Preventief: als co-makers in het BIM-team benoemen en behandelen. BIM-behoeften helder vooraf communiceren.

Bijlage 1: Mate van detail, Level of Development

Impressie IAI algemeen	Voorbeeld	Toelichting
		<p>LOD 100 -</p> <p>Ruimtelijke delen, structuurontwerp, het BIM-model bestaat uit de totale bouw-massa en per verdieping de ruimtelijke delen met BVO-oppervlak. Dit om analyses te kunnen uitvoeren van gehele gebouw middels volume, oriëntatie van het gebouw, de kosten per vierkante meter, etc. NEN2574 Fase: Initiatief, haalbaarheidsstudie, projectdefinitie, structuurontwerp.</p>
		<p>LOD 200 -</p> <p>Gelijk aan voorlopig ontwerp. Het model bestaat uit 'algemene systemen of samenstellingen met geschatte hoeveelheden, grootte, vorm, locatie en oriëntatie'. Toepassingen zijn onder meer 'de analyse van geselecteerde systemen door toepassing van de algemene prestatiecriteria'. NEN2574 Fase: Voorlopig ontwerp.</p>
	 <p>Kanaalplaatvloer, dik 200 mm. Geometrie exact, W-installatie bekend</p>	<p>LOD 300 -</p> <p>Modelobjecten zijn geschikt voor het genereren van traditionele tekeningen volgens NEN2574. Als zodanig, analyse en simulatie is bevoegd voor gedetailleerde elementen en systemen. NEN2574 Fase: Definitief ontwerp, bestek, prijsvorming.</p>
 <p>Courtesy of Mortenson Construction</p>	 <p>Kanaalplaatvloer elementen BIM-model, productie gereed</p>	<p>LOD 400 -</p> <p>Dit detailniveau is geschikt voor de werktekeningen en hoeveelheden voor fabricage en assemblage. NEN2574 Fase: Werkvoorbereiding.</p>
		<p>LOD 500 -</p> <p>Het uiteindelijke niveau van BIM-detailontwikkeling vertegenwoordigt het project zoals het is gebouwd -de 'as built' situatie. Het model is geschikt als virtuele gegevensbron voor onderhoud en het gebruik van het gebouw. NEN2574 Fase: Uitvoering, Oplevering.</p>

Opmerking: Bovenstaande beschrijvingen zijn vertaalde fragmenten uit originele AIA E202 documenten-ten ('AIA E202 - 2008 BIM Protocol Exhibit' is van toepassing in de RGD BIM-norm; www.aiacontractdocuments.org)

Bijlage 2: Little BIM en Big BIM

Aspect	Little BIM (beperkte meerwaarde)	Big BIM (grote meerwaarde)
Organisatie en management	<ul style="list-style-type: none"> • Visieontwikkeling, vertaling in doelstelling intern op toepassen • Rollen: Modelleurvaardigheden voor zijn specifieke discipline • Bevoegdheidsverdeling voor de eigen organisatie vastleggen (ISO handboek) • Vooral goed toepasbaar in traditionele contractvormen. • Strategische keuze zelf modelleren of uitbesteden voor één BIM-functie • Kleine impact, eenvoudig terug kunnen vallen op traditionele werkmethodeken 	<ul style="list-style-type: none"> • Visieontwikkeling, vertaling in doelstelling op toepassen en samenwerken • Rollen: Modelleur, integraal, multidisciplinaire blik, BIM-regisseur/-coördinator, BIM-manager, BIM-modelkwaliteitsbewaker • Bevoegdheidsverdeling voor de samenwerkingsvorm vastleggen (BIM-uitvoeringsplan) • Verdienmodel/contractvorm afgestemd op gezamenlijke lasten en lusten. • Meer geschikt voor integrale contracten/aanpak • Aandacht voor juridische aspecten • Belang van vaste relaties, partnerships • Noodzaak van heldere vraagstelling aan de modelerende partij (specificaties/BIM-uitvoeringsplan) • Strategische keuze zelf modelleren of uitbesteden voor integraal toegepaste BIM-functies • Grote impact, onomkeerbaar
Mentaliteit en cultuur	<ul style="list-style-type: none"> • Persoonlijke opbouw van kennis • Draagvlak op de werkvloer, solist • Ervaring beperkt tot techniek 	<ul style="list-style-type: none"> • Samenwerkingsvaardigheden, communiceren, open houding om informatie uit te wisselen op basis van dialoog • Kennisdelen/kennismanagement • Houding en gedrag, hogere eisen aan samenwerking en transparantie • Draagvlak in alle lagen van de organisatie, teamsport • Ervaring groot t.a.v. de vier aspecten om efficiënt samen te werken • Uniform kunnen en willen denken en werken • Expliciet maken van werkprocessen en inrichting model, kennis delen
Informatiestructuur en Informatiestromen	<ul style="list-style-type: none"> • Beperkte afspraken om uitwisseling intern te kunnen realiseren • Visie BIM vertalen in eigen informatiestructuur • Eigen objectbibliotheek • Scope van informatieuitwisseling beperkt zich tot afdelingen binnen het bedrijf 	<ul style="list-style-type: none"> • Tekenafspraken b.v. conform kwaliteit voor tekenwerk in de bouw RRBouw rapport 130 • Visie BIM vertalen in open BIM eigen informatiestructuur • Standaardisering opzet model, toetsbaar maken voor (her) gebruik door partners (BIM-uitvoeringsplan) • Toepassen meerdere aspectmodellen i.v.m. juridische aspecten • Informatiestromen tussen partijen expliciet maken op basis van (open) standaarden • Gestructureerde opbouw van het model. Eenduidige afspraken omtrent detailniveau opbouw model (LOD), deliverables per fase, naamgeving, coderingen. (BIM-uitvoeringsplan/RGD BIM-norm) • Extra informatie vastleggen in het kader van de toepassing in de keten • Een objectbibliotheek die gebaseerd is op logische, betekenisvolle, herkenbare, inzichtelijke, begrijpelijke objecten die op consistente wijze zijn gestructureerd en benoemd • Scope van informatieuitwisseling is gericht op de keten over projecten en bedrijven • Locatie van het aspectmodel afgestemd, nulpunt gekoppeld aan GEO-informatie)
Techniek en toepassing	<ul style="list-style-type: none"> • Relatief eenvoudig om meer BIM-functies in te zetten • BIM is afgestemd op het proces • Model staat lokaal (LAN) 	<ul style="list-style-type: none"> • Centrale of decentrale modelserver voor het kunnen delen van het model • Projectportal om het BIM-proces te faciliteren • Versiebeheer op het BIM-model • Het proces is afgestemd op BIM • Beschikbaar stellen van het model aan partners via afgestemde technologie (Citrix, WAFS, ftp, Buzzaw, PIM etc.) • Definiëren van modelstructuur, aspect modellen, central file of linked files • Software moet open BIM-principes faciliteren • Performance hardware afgestemd op omvang van de modellen • Snel kunnen communiceren van grote hoeveelheden data over LAN/WAN

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

Effect en moeilijkheidsgraad (1 = laag 5 = hoog)

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

Bijlage 3: Verantwoording

Het programma 'Virtueel Bouwen, gewoon doen!' had tot doelstelling bouwbedrijven instrumentarium aan te reiken om de randvoorwaarden te creëren voor het ontwikkelen van nieuwe producten, diensten en markten en voor het verbeteren en optimaliseren van de procesbeheersing door medewerkers kennis en ervaring op te laten doen met BIM.

Het doel van dit programma:

- Het in de bedrijfsprocessen en het bouwproces integreren van BIM in middelgrote en grote bouwbedrijven in de burgerlijke en utiliteitsbouw en in de grond-, weg- en waterbouw.
- Methodieken voor de invoering van BIM ontwikkelen en gereedmaken voor toepassing.
- Deze methodieken bij pilotbedrijven toepassen, beproeven en evalueren.

Het beoogde resultaat van dit project bestaat uit deze publicatie met een beschrijving van het ontwikkelde instrumentarium en de methodieken. Dit instrumentarium is geïllustreerd aan de hand van ervaringen in de praktijk (pilotprojecten).

Over de tussentijdse resultaten en inzichten is regelmatig gepubliceerd in vakbladen (Bouwformatie, Cobouw en de huisbladen van Bouwend Nederland). Er is enkele keren overlegd met de Bouw Informatie Raad over het inbrengen van de resultaten in de activiteiten van de BIR.

Begin 2010 is gestart met tien bedrijven die aan de slag wilden met BIM. Negen daarvan hebben tot het einde van het programma (december 2011) enthousiast gewerkt aan hun eigen BIM-ontwikkeling, met ondersteuning van Balance & Result en deBIMspecialist.

De in deze publicatie ontwikkelde methodieken (BIM Quick Scan, Roadmap, BIM-uitvoeringsplan) zijn in de verschillende bedrijven geheel of gedeeltelijk toegepast. De bedrijven hebben hierbij zelf steeds de regie gehouden. Ze hebben immers niet meegewerkt aan een onderzoek, maar aan een reële BIM-implementatie. De gevolgde onderzoeksmethodiek laat zich daarom het best omschrijven als 'Action Research'.

Ongeveer één keer per kwartaal zijn de bedrijven in het Bouwhuis te Zoetermeer bij elkaar gekomen om ervaringen uit te wisselen, visies te delen en elkaar feedback te geven. Deze werksessies waren in hoge mate interactief. De eerste werksessie was een gezamenlijke sessie van directieleden van de betrokken bedrijven en degenen die verantwoordelijk waren voor de BIM-implementatie. Daardoor werd een hoge mate van 'commitment' gecreëerd bij zowel de BIM-coördinator als zijn leidinggevende. Dit heeft doorgewerkt in het gehele programma; in elke werksessie was elk pilotbedrijf vertegenwoordigd met één tot drie personen.

Voor het tot stand komen van deze publicatie is veel dank verschuldigd aan de deelnemers. Zonder hun enthousiasme, inzet en openhartigheid was deze publicatie nooit tot stand gekomen.

(zie bijlage 4)

Bijlage 4: Betrekken organisaties en personen

Bedrijf

Dura Vermeer
 Dura Vermeer
 Dura Vermeer
 Era Contour
 Era Contour
 Era Contour
 Era Contour
 Heddes Bouw & Ontwikkeling
 Heddes Bouw & Ontwikkeling
 Heddes Bouw & Ontwikkeling
 Hendriks Bouw en Ontwikkeling
 Hendriks Bouw en Ontwikkeling
 Hendriks Bouw en Ontwikkeling
 Holland Virtueel
 Mertens Bouwbedrijf
 Pellikaan Bouwbedrijf
 Pellikaan Bouwbedrijf
 Pellikaan Bouwbedrijf
 Pellikaan Bouwbedrijf
 Smit's Bouwbedrijf
 Smit's Bouwbedrijf
 Smit's Bouwbedrijf
 Smit's Bouwbedrijf
 Ter Steege Bouw Rijssen
 Ter Steege Bouw Rijssen
 Ter Steege Bouw Rijssen
 Waal Bouw
 Waal Bouw
 Waal Bouw
 deBIMspecialist
 Bouwend Nederland
 Bouwend Nederland
 Bouwend Nederland
 Balance & Result
 Balance & Result

Betrokkene

Edwin de Boer, projectmanager, BIM-coördinator
 Jurjen Haitsma, adjunct-directeur, BIM-manager
 Rob van der Jagt, directeur
 Henk Homberg, directievoorzitter
 Herman Kraamwinkel projectengineer
 Jeroen Pat, procesleider BIM, planontwikkelaar
 Jurgen Weerdenburg, planontwikkelaar
 Boaz de Boer, projectcoördinator
 Paul Beemster, hoofd bedrijfsbureau
 Richard Smit, projectcoördinator
 Cyrille Pennavaire, projectleider, BIM-manager
 Richard van der Burgt, BIM-modelleur
 Rob Haarmans, directeur
 Pim Feijen, projectleider
 Leo Janssen, hoofd bedrijfsbureau
 Joep de Louweren, projectcoördinator
 Marcel van Bavel, projectleider, BIM-modelleur
 Philip Spoelstra, projectcoördinator
 Roy Pellikaan, directeur
 Jan Kets, directeur
 Tom Stam, adjunct-directeur
 André Tito, adjunct-directeur
 Ton van Zijtveld, BIM-coördinator
 Arjan van 't Hul, adjunct-directeur
 Erik Dommerholt, BIM-coördinator
 Johan Riezebos, directeur
 Ebert van der Wal, directeur
 Jelle Schreurs, 3D-engineer
 Joris Raaijmakers, teamleider en BIM-manager
 Hans Hendriks, directeur/adviseur
 Paul Schumacher, adjunct-directeur
 Arjan Walinga, beleidsmedewerker
 Bob Gieskens, hoofd brancheontwikkeling
 Willem Pel, partner/adviseur
 Jan Straatman, directeur/adviseur

Bijlage 5: Begrippenlijst

- **BIM:** is samenwerken en informatie delen, zodanig dat alle relevante informatie gedurende de levenscyclus wordt opgeslagen, gebruikt en beheerd en die ondersteund wordt door een en/of meerdere digitale (3D) gebouwmodellen. Alle bij het bouwproces betrokken partijen werken met dezelfde informatie en zien van elkaar wat er gebeurt. De informatie is altijd actueel en continu voor alle betrokken partijen beschikbaar.
Om spraakverwarring te voorkomen, wordt onderscheid gemaakt in een BIM-methodiek, een BIM-model en BIM-datadefinitie:
- **BIM-methodiek (het proces):** de toepassingen van het BIM-model, werkprocessen en modelleermethodes om specifieke, herhaalbare en betrouwbare gegevens uit de modellen te halen.
- **BIM-model (het product):** een of meer digitale (3D) gebouwmodellen waarin alle data gedurende de levenscyclus zijn vastgelegd. De gegevens hebben betrekking op de fysieke en functionele kenmerken van het bouwwerk. Het BIM-model fungeert als gedeelde kennis- en informatiebron ten behoeve van beslissingen gedurende de levenscyclus van het bouwwerk.
- **BIM-datadefinitie (de informatiestructuur):** de eisen en normen aan de toepassing van BIM en de uitwisseling van gegevens. Deze zorgen ervoor dat zowel zender als ontvanger de uitgewisselde gegevens kunnen begrijpen en interpreteren.
- **Little BIM:** het BIM-model ingezet ter ondersteuning van het interne bedrijfsproces.
- **Big BIM:** het BIM-model ingezet als instrument voor de ondersteuning van de ketensamenwerking.
- **BIM-functies:** de functies die middels programmatuur kunnen worden gerealiseerd op basis van data beschikbaar in het BIM-model en die resulteren in specifieke informatie.
- **Aspect-BIM-model:** een specifiek 3D-model ten behoeve van een discipline, bijvoorbeeld ontwerp, constructies of installaties.
- **Aggregate-BIM-model:** de aspectmodellen van verschillende disciplines, die zijn samengevoegd tot één 3D-BIM-model, dat gebruikt wordt voor de integrale beoordeling van het ontwerp. Bijvoorbeeld voor 'clash'-detectie.
- **BIM-deliverables:** de informatie die in de vorm van vooraf gespecificeerde documenten, tekeningen en data die uit het 3D-model worden afgeleid ten behoeve van de overdracht aan derden. Bijvoorbeeld voor besluitvorming of vergunningaanvraag.
- **BIM-infrastructuur:** de BIM-infrastructuur is het geheel aan voorzieningen dat nodig is voor dataopslag, datatransport en dataverwerking met betrekking tot het BIM-model.
- **BIM-modelserver:** de specifieke software die de opslag en synchronisatie van de verschillende BIM-modellen regelt op een centrale locatie, zodat de versies van modellen van verschillende herkomst met elkaar kunnen worden gecombineerd en vergeleken. Zie <http://bimserver.org>.
- **Bouw Informatie Raad (BIR):** een raad met vertegenwoordigers uit de bouw (opdrachtgevers, opdrachtnemers) die zich inzet voor de transitie naar bouwen met BIM. De BIR houdt zich vooral bezig met het tot stand brengen van bedrijfsover-stijgende oplossingen, zoals objectbibliotheken en standaarden. Zie www.bouwinformatieraad.nl.
- **BuildingSMART:** internationale organisatie die de interoperabiliteit in het bouw-proces faciliteert middels de open standaarden, IFC datamodel, IFD library en IDM process. Zie www.buildingsmartalliance.org, www.buildingsmart.com en www.buildingsmart.nl.
- **'Clash'-detectie:** toetsing van het ontwerp op ontwerpfouten ('clashes' door verschillende 3D-modellen (aspectmodellen) te combineren en vergelijken. Vroeger gebeurde dit door handmatige controle van tekeningen. Met BIM kan dit met speciale software, zoals Navisworks en Solibri. Zie www.ifcbrowser.com.

- **COINS** (Constructieve Objecten en de Integratie van processen en Systemen): een initiatief om te komen tot een standaardaanpak om BIM-standaarden met elkaar te verbinden. COINS-systeematiek levert de afspraken voor de inrichting van een Bouwwerk Informatie Model, het COINS-container uitwisselingsformaat en de COINS Engineering Methode (CEM), een verzameling werkmethoden die van belang is voor de integratie van het bouwproces. Zie www.coinsweb.nl.
- **Disciplinemodel**: zie aspectmodel.
- **ETIM** (Europees Technisch Informatiemodel): een bibliotheek met objecten voor de installatiesector. Deze bibliotheek bestaat uit een artikelenclassificatie en communicatiestandaards. Zie www.etim.nl.
- **Faseafronding**: de afsluiting van een fase in het bouwproces. Hierbij worden fasedocumenten, in de vorm van deliverables beschikbaar gesteld en wordt veelal het eigenaarschap van het BIM-model overgedragen.
- **Functionele decompositie**: een manier om het ontwerp van een systeem te analyseren. Een functionele decompositie is een hiërarchische verzameling van (deel)functies. Functionele decompositie streeft ernaar soortgelijke bewerkingen onder te brengen in één algemeen bruikbare functie en soortgelijke bewerkingen daarbinnen weer in andere functies enzovoorts. Bij gebouwen wordt het object (gebouw) ontleed in de functies die het moet vervullen, zoals woonfunctie en/of bedrijfsfunctie. Deze functies worden vervolgens verder gerelateerd aan de functievervullers, in de vorm van objecten (bouwdelen).
- **Functioneel ontwerpen**: een proces voor het beschrijven van de functies, de werking van een product.
- **GeoBIM**: Geografische Bouw Informatie Modellen waarin geo-informatie zoals leidingen, wegen en gebieden zijn geïntegreerd met BIM-informatie. Zie www.geobim.org.
- **IFC model**: de Industry Foundation Classes (ISO 16739) is een open en productonafhankelijke specificatie van bouwkundige objecten. Deze specificatie wordt geleverd in een bestandsformaat voor het uitwisselen en delen van bouw-informatie dat niet gebonden is aan softwarepakketten. Met IFC kan de bouwkolom communiceren met dezelfde intelligente data zonder gegevensverlies (mits IFC wordt ondersteund door het softwarepakket). Het IFC-formaat wordt beheerd door de International Alliance for Interoperability (IAI). Zie www.ifcwiki.org of www.iaitech.org.
- **IFD library**: de International Framework for Dictionaries (ISO 12006-3) is een raamwerk voor het beschrijven van de kenmerken van objecten (bouwproducten).
- **IDM process**: de Information Delivery Manual is een beschrijving van het proces en de specificatie van de gegevens die partijen elkaar moeten leveren in een bepaalde fase van het bouwproces. Het gaat hierbij om afspraken om te bevorderen dat de uitgewisselde informatie juist is. Zie www.iai.no/idm en www.buildingsmart.nl.
- **Massastudie**: onderzoek welk bouwvolume op een locatie wenselijk en mogelijk is.
- **Model View Definitions (MVD)**: de manier waarop een bepaalde gebruiker naar een BIM-model kijkt. Het zijn min of meer filters voor bepaalde gebruiksfuncties.
- **Object**: een fysiek onderdeel van een bouwwerk; een object kan ook een samenstelling zijn van andere objecten (ofwel bouwdelen).
- **Objectattribuut**: de eigenschappen van een object.
- **Objectenbibliotheek**: databestanden met objecten (bouwdelen, bouwproducten) en hun kenmerken. De bibliotheken worden door verschillende partijen samengesteld (productleveranciers, brancheorganisaties, softwareleveranciers, gebruikersgroepen en organisaties als Buildingsmart), zie www.bouwconnect.nl en www.stabu.org.
- **Pressurecookeraanpak**: een werksessie waarbij verschillende disciplines fysiek bij elkaar komen om met elkaar het ontwerp te realiseren, ondersteund met één BIM-model.
- **Virtueel Bouwen**: zie BIM.

Bijlage 6: Informatiebronnen en literatuur

Informatiebronnen:

- www.bouwendnederland.nl
- www.bimladder.nl
- <http://bimserver.org>
- www.bir.nl
- www.buildingsmartalliance.org
- www.buildingsmart.com
- www.buildingsmart.nl
- www.bouwinformatieraad.nl
- www.coinsweb.nl
- www.digitalehuis.nl
- www.etim.nl
- www.geobim.org
- www.ifcbrowser.com
- www.ifcwiki.org
- www.iai.no/idm
- www.iai-tech.org
- www.ibim.nl
- www.icis.org/index.php?page=tc/index.php
- www.ifd-library.org
- www.visi.nl

Literatuur:

'Ik bim, jij bim-t, wij bim-men; ICT-golven in de bouwwereld', Centre for Process Innovation in Building and Construction, 2008

'De menskant van veranderen; Spiral Dynamics in de praktijk', Erik Koenders, Peter Nientied, 2011

'Lerend organiseren en veranderen; als meer van hetzelfde niet helpt', André Wierdsma, Joop Swieringa, 2011

'Aan de slag met Virtueel Bouwen; verkenning', Balance & Result, Sven van Dijk, Willem Pel en Jan Straatman, Balance & Result, 2009

'Virtueel Bouwen – BIM; Peiling van de stand van toepassing en behoefte aan kennis en informatie', Balance & Result, Jan Straatman, Willem Pel, Hans Hendriks, 2010

'Virtueel Bouwen – BIM; Peiling van de stand van toepassing', Balance & Result, Jan Straatman, Willem Pel, Hans Hendriks, Matthijs Pot, 2011

'Een richtlijn voor de invoering van ICT in bouwprojecten; Geleerde lessen uit zes praktijksituaties', Arjen Adriaanse, Universiteit Twente, 2010

BIM-woordenboek, TNO (<http://www.slideshare.net/berlotti/20100719-bimwoordenboek2edrukdefinitief>)



Stichting Research Rationalisatie Bouw
Postbus 340 2700 AH Zoetermeer