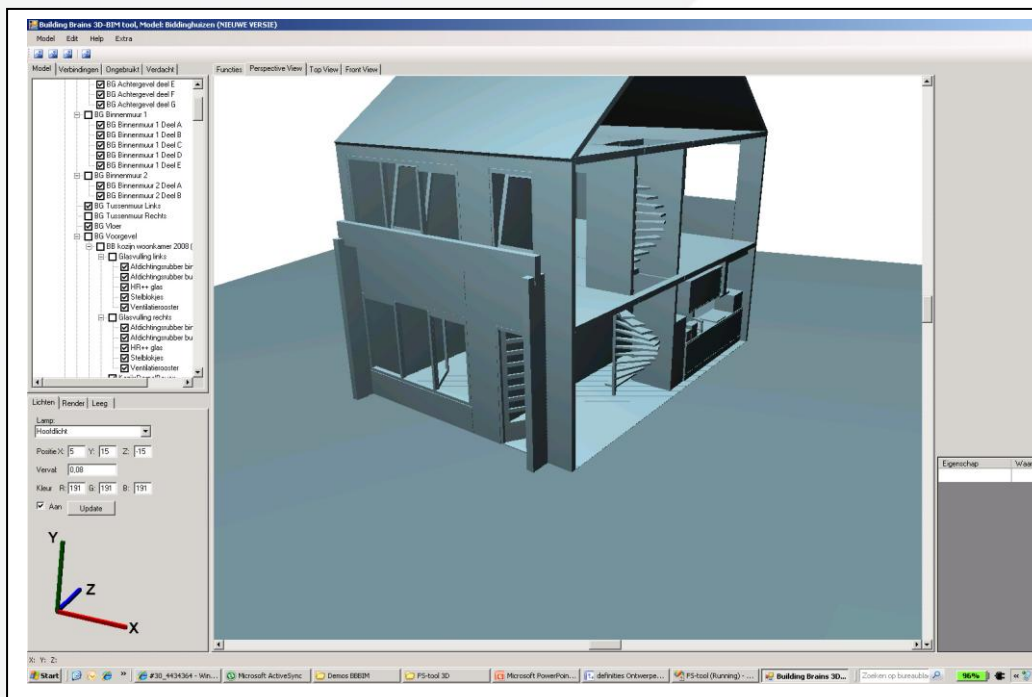


## Op weg naar werken met BIM



Versie 2.1, april 2012

Auteurs: Ir. H.J. Fikkers, Van de Bunt Adviseurs  
Ing. L.R. Nieuwenhuizen, CUR Bouw & Infra  
Drs. J.P.J. Nijssen, Nijssen Management & Advies  
Ir. H.A. Schaap, Gobar Adviseurs

Kenmerk: H514-4\_S\_11\_45286

CUR Bouw & Infra  
Postbus 420  
2800 AK Gouda

## Inhoudsopgave

1.	Over deze leidraad.....	3
2.	Inleiding: het belang van informatie en samenwerken in de bouw.....	4
3.	Wat is een Bouwwerk Informatie Model (BIM) en wat betekent het voor de organisatie? .....	6
3.1	Algemeen.....	6
3.2	Voor- en nadelen van het gebruik van BIM.....	6
3.3	Wat betekent BIMmen voor de medewerkers in de organisatie? .....	7
4.	Adoptie van het Bouwwerk Informatiemodel.....	9
4.1	Inleiding .....	9
4.2	Overwegingen vanuit algemeen bedrijfsperspectief .....	9
4.3	Overwegingen bij partners in het bouwproces.....	10
5.	Implementatie van het Bouwwerk Informatiemodel.....	12
5.1	Inleiding .....	12
5.2	Bedrijfsniveau .....	12
5.3	Projectniveau .....	13
5.4	Keuze proefprojecten en bepalen scope .....	15
5.5	Organisatie van de samenwerking .....	15
5.6	Keuze van informatienormen.....	16
5.7	Gebruik van bibliotheken .....	17
5.8	Gebruik van Bouwwerkinformatiesysteem en applicaties.....	17
5.9	Informatiebeheer.....	17
5.10	Vastleggen van werkmethode in BIM-handboek en informatielevering-specificaties .....	18
5.11	Opleidingen .....	18
6.	Keuze van het ICT-instrumentarium .....	19
6.1	Algemeen.....	19
6.2	Het bouwproces.....	19
6.3	Functies van de 'BIM'-systemen .....	21
6.4	Belangrijke feiten van BIM-systemen .....	25
6.5	Matrices .....	26
7.	Juridische aspecten .....	27
8.	Praktijkprojecten/showcases.....	28
9.	Hoe nu verder? (links, literatuur, onafhankelijke adviseurs) .....	30

## 1. Over deze leidraad

Deze leidraad over de implementatie van het Bouwwerk Informatie Model is samengesteld onder auspiciën van de Bouw Informatie Raad (BIR). De leidraad is één van de onderdelen van het servicepunt van de BIR.

Deze leidraad is een 'levend document', dit houdt in dat de inhoud van dit document wordt aangepast c.q. aangevuld als dat nodig is. Dit op basis van ervaringen die met de implementatie en met het werken met een BIM zijn opgedaan in de sector. Ook nieuwe ontwikkelingen op het gebied van het gebruik van standaarden en bibliotheken zullen leiden tot aanvulling van dit document.

De structuur van de leidraad is als volgt:

- De leidraad begint (hoofdstuk 1) met een uiteenzetting over het belang van het gebruik van innovatieve ICT in de bouw, dit toegespitst op de rol van het BIM.
- In hoofdstuk 2 wordt in het kort uitgelegd wat een BIM is, zowel in instrumentele zin, als wat het gebruik van een BIM betekent voor mens en organisatie.
- Vervolgens zijn in hoofdstuk 3 overwegingen gegeven waarom bedrijven en organisaties zouden moeten overstappen op het gebruik van een BIM.
- In hoofdstuk 4 wordt uitgebreid ingegaan op de implementatie van het BIM in bedrijf of organisatie. Het voorlaatste hoofdstuk bevat (selectie) criteria voor de keuze van het ICT-instrumentarium.
- Het laatste hoofdstuk geeft verwijzingen naar tal van andere publicaties en sites die van belang zijn voor het werken met een BIM.

## 2. Inleiding: het belang van informatie en samenwerken in de bouw

De gehele bouwsector heeft veel te winnen bij verdere integratie van het bouwproces: met meer efficiëntie kunnen hogere winstmarges worden behaald. Is dit onder de knie, dan staat de weg naar waardetoevoeging open. Voor opdrachtgevers gaan de kwaliteit en transparantie omhoog en ontstaat een beter overzicht over de hele lifecycle van het bouwwerk.

ICT is een onmisbaar hulpmiddel bij het verder integreren van het bouwproces. Het werken met een Bouwwerk Informatie Model (BIM) gaat nog een stap verder, want dit gaat over het hele bouwproces en vergt een andere, objectgerichte werkwijze. Deze leidraad geeft duidelijkheid over de consequenties van invoering van het BIM in een bedrijf. Het hoofdstuk over adoptie is bestemd voor hen die implementatie van een BIM overwegen. Het hoofdstuk Implementatie geeft houvast bij het daadwerkelijk overgaan op werken met een BIM.

Omdat ontwikkelingen snel gaan, is dit geen statisch maar een levend document, dat regelmatig zal worden aangepast aan de hand van ervaringen van gebruikers.

Het bouwen van woningen, kantoren, bruggen, viaducten, wegen enzovoort is een essentieel onderdeel van de economie. In grote lijnen ingedeeld in de Burgerlijke en Utiliteitssector (inclusief installatiesector) en GWW biedt de bouw werk aan 400.000 tot 500.000 mensen, verdeeld over 80.000 bedrijven. Met een omzet van 60-80 miljard is de sector goed voor 4-6 % van het BNP. De winstgevendheid van bouwbedrijven moet echter omhoog, en meer efficiëntie van het proces (in één keer goed) is daarbij noodzakelijk. Publieke en private opdrachtgevers verlangen op hun beurt dat hun geld efficiënt besteed wordt.

Sectoren in de bouw verschillen: de GWW heeft relatief veel publieke opdrachtgevers en relatief weinig bouwpartners zoals (onder)aannemers, toeleveranciers. Grote publieke opdrachtgevers zijn vaak tevens deskundig, en gaan steeds meer over tot functioneel specificeren. Geïntegreerde contracten met design-build-finance-maintenance constructies zijn in opmars. Hierbij treedt de opdrachtgever terug en beperkt deze zich tot functioneel specificeren, het is aan de opdrachtnemer om een ontwerp te maken dat aan die eisen voldoet en dit ontwerp uit te voeren, soms inclusief onderhoud voor een bepaalde termijn.

De B&U sector kent een grotere diversiteit aan partijen bij het bouwproces, deze is daardoor relatief meer gecompliceerd: een diversiteit aan opdrachtgevers, architecten, adviesbureaus, (onder)aannemers, (veel) toeleveranciers. Al die partijen moeten samen een gebouw realiseren.

Ook hier zijn trends aan te wijzen zoals lean, geïntegreerde contracten en ketenintegratie.

### *Meer efficiëntie*

Wat beide sectoren gemeen hebben, is dat ICT het voortbrengingsproces efficiënter kan maken. Software moet uitwisseling van gegevens breder mogelijk maken en werkprocessen stroomlijnen, waardoor meer geïntegreerd gewerkt kan worden en versnippering en de daarmee gepaard gaande inefficiëntie en fouten worden teruggedrongen. Ook in de bouw wordt de tijd rijp om de voordelen van ICT, voor alle keten partners veel beter te gaan benutten. Snelheid, transparantie, reproduceerbaarheid van data en systematische archivering maken dat ICT in alle fasen van het bouwproces voordeel biedt. Sterker nog: ICT maakt vernieuwing van de bouw mogelijk; een vernieuwing waar andere sectoren als scheepsbouw en vliegtuigbouw ons al voorgingen. Ook al is daar meer sprake van seriematige productie, de bouw kan hiervan leren.

Bij het invoeren van een BIM gaat over het hele bouwproces, niet over het informatiseren van onderdelen daarvan. Verdere integratie van het bouwproces is een voorwaarde om de voordelen van het werken met een BIM tot hun recht te laten komen. Voor het doorvoeren van veranderingen zijn ook de nodige obstakels te overwinnen. Elk bedrijf heeft zijn eigen werkwijze, bedrijfsvoering en software-omgeving. Een factor die wellicht nog belangrijker is, is de impact die werken met een BIM heeft op de organisatie en de individuele werknemer. In deze leidraad wordt ingegaan op zowel deze 'zachte' als de 'harde' kanten van de invoering van een BIM. Het gaat om mensen, hun werkzaamheden en de gereedschappen die daarbij gebruikt worden.

### *Transitie*

Bedrijven moeten zelf bepalen of zij mee willen gaan met de transitie die het 3D objectgericht denken en werken met zich meebrengt. Deze leidraad helpt u op weg en geeft tips waardoor bedrijven sneller hun weg kunnen vinden en kunnen leren van de ervaringen van anderen.

Wat betekent implementatie van een BIM voor de verschillende doelgroepen in de bouw?

*Bestuurders (incl. directeur/eigenaar van bouwbedrijven):*

Zij moeten een visie op werken met een BIM ontwikkelen: wel of niet doen. Zo ja: aan hen de taak om de voorwaarden te scheppen om deze andere werkwijze in te voeren en erin te investeren.

*Managers:*

Zij zijn verantwoordelijk voor de invoering van de andere wijze van werken op de werkvloer. Zij sturen hun medewerkers aan en zorgen dat alle randvoorwaarden zijn vervuld om het werken met BIM mogelijk te maken.

Om dit extra te stimuleren moeten zij mensen eigenaar maken van de nieuwe wijze van werken en uitdragen dat dit ten goede komt aan de hele organisatie en aan hun professionaliteit.

Het daadwerkelijk invoeren van een BIM vergt een andere manier van werken, een transitie. Alvorens dat te doen moet het bedrijf een visie formuleren op het werken daarmee. Die ontwikkeling is niet los te zien van de professionele ontwikkeling van de individuele werknemers: die start met bewustwording van de voor- (én nadelen) van het werken met een BIM. De omslag vergt ook nieuwsgierigheid, scepsis overwinnen, op een kritische manier open staan voor nieuwe ontwikkelingen.

### 3. Wat is een Bouwwerk Informatie Model (BIM) en wat betekent het voor de organisatie?

#### 3.1 Algemeen

Een BIM wordt als volgt gedefinieerd:

Een digitale representatie van functionele en fysieke karakteristieken van een bouwwerk, dat een uitgangspunt is voor en ondersteunend is aan activiteiten en besluitvorming in de levenscyclus van een bouwwerk en dat wordt gedeeld door de verschillende belanghebbenden in het bouwproces.

Een BIM is in feite het virtuele bouwwerk, dat veel meer data bevat dan alleen maar geometrie. De kern van het BIM is een 3D model, maar het omvat ook relevante projectdata die niet in dat model kunnen worden opgeslagen. Het BIM gaat in theorie de hele levensduur van het betreffende bouwwerk mee en waarschijnlijk nog veel langer, omdat het na de sloop van het echte bouwwerk kan worden gearchiveerd. Het BIM is tijdens de levensduur een belangrijke referentie en gegevensbron voor ontwerp, realisatie, onderhoud, facility management, asset management en reconstructies. Het ondersteunt dus in potentie alle werkzaamheden.

In het BIM wordt de informatie opgeslagen in een database, gekoppeld aan de onderscheiden objecten of 'dingen' die in een bouwwerk voorkomen. Het betreft niet alleen geometrische informatie, maar ook informatie over de niet-geometrische kenmerken van de objecten (bijvoorbeeld materiaal, gewicht, capaciteit, prijs, fabricaat enz.). Een 3D model is daardoor veel rijker aan informatie dan alleen de geometrie. Het grafische 3D model is slechts één van de mogelijke representaties van (een selectie van) de informatie uit de onderliggende database. Het 3D model bevat bovendien niet alle informatie die van belang is voor het vastleggen van het project. In ieder project komen documenten voor - specificaties, berekeningen, simulaties, documentatiemateriaal, garanties, schema's, afbeeldingen, aanvullende 2D tekeningen enz. - die geen onderdeel zijn van het 3D model, maar die wel op een gestructureerde manier moeten worden opgeslagen en overgedragen. Het 3D model en de aanvullende informatie samen noemen we in deze leidraad het BIM.

#### 3.2 Voor- en nadelen van het gebruik van BIM

Voordelen van een BIM

- snelheid van werken neemt toe;
- er is eenduidigheid van informatie;
- het 'goed geïnformeerd' kunnen blijven werken aan een bouwwerk gedurende de hele levensduur
- integratie van het bouwproces wordt bevorderd;
- minder fouten, minder faalkosten, minder vertragingen, ook door 'clash-detectie';
- meer winst voor de ketenpartners;
- transparantie: je weet wat andere partners in het bouwproject doen;
- opdrachtgever/beheerder gebruikt BIM-gegevens voor beheerfase;
- goed voor het imago van het bedrijf dat BIM toepast;
- meer aantrekkelijk als werkgever, met name voor jongeren;
- normalisatie van gegevens en werkprocessen.

Nadelen van een BIM

- invoering van BIM vergt een forse investering: per werkplek minstens € 10.000. De investering gaat niet alleen over de aanschaf van softwarepakketten, de IT infrastructuur en hardware, maar ook over training en opleiding van het personeel en aanpassing van de werkwijze en het samenwerken;
- 'BIMmen' is nog in ontwikkeling: nog niet alle software is beschikbaar, BIM voor de hele levenscyclus van bouwwerken is een wenkend perspectief, maar zover is het nog niet. Momenteel werken verschillende disciplines nog met hun eigen 'deel-BIM';
- veel bedrijven wachten af totdat de concurrent het doet, waardoor de voordelen van een BIM (in de ketensamenwerking) nog niet (meteen) gerealiseerd worden en de terugverdientijd van de investering langer wordt;

- samenwerken aan een BIM impliceert transparantie, waarbij een ieders toegevoegde waarde aan het proces inzichtelijk wordt, sommigen ervaren dit als een nadeel;
- met een BIM worden zaken als meer- en minderwerk transparant en controleerbaar door andere partijen.

Bedrijven die de invoering van BIM in hun organisatie overwegen moeten daarbij wel bedenken dat grote opdrachtgevers in B&U en GWW-sector, respectievelijk de Rijksgebouwendienst, ProRail en Rijkswaterstaat werken met een BIM verplicht stellen of dat binnenkort gaan doen. Het ligt voor de hand dat ook andere (publieke) opdrachtgevers hiertoe over zullen gaan.

### 3.3 Wat betekent BIMmen voor de medewerkers in de organisatie?

Het gaan werken met een BIM heeft gevolgen voor de medewerkers. Het op deze andere manier gaan werken betekent ook veranderen van gedrag.

Bij de invoering van het BIM zijn de volgende kernpunten van verandering van belang:

- integratie van alle vakdisciplines en aspecten;
- de gehele levenscyclus in beschouwing (design, construct, maintain);
- één bouwwerkinformatiesysteem;
- rollen en verantwoordelijkheden;
- de (voor)oordelen over macht, schuld, "wij - zij", meer- en minderwerk, eigen belang boven gezamenlijk belang, etc. maken plaats voor samenwerken met een gezamenlijk belang;
- werkorganisatie: het kantelen van het hiërarchisch denken naar gezagsdenken in netwerken en allianties;
- werken op basis van vertrouwen (i.p.v. wantrouwen), op hoofdlijnen (i.p.v. bestekken en details), communicatie en gezamenlijk doel (synergie en foutvoorkoming);
- het leren denken en handelen in (organiseren naar) dienstverlening op basis van rollen;
- meer moeten denken over het geheel en ook op een hoger abstractieniveau.

Om het BIMmen ingevoerd te krijgen, zodanig dat er sprake is van routine zowel bij leidinggevende en medewerker als bij de organisatie zijn de volgende aspecten van belang:

- commitment en sponsorship van de top;
- concrete verwachtingen omtrent verhoudingen(werkrelaties);
- gedrag van leiding en medewerkers in het alledaagse leven van de organisatie.

De top van de organisatie is eindverantwoordelijk voor de implementatie. De direct leidinggevende is de primaire veranderaar, omdat deze in direct contact staat met de medewerkers. De leden van het hoger management stellen de kaders, steunen de direct leidinggevenden, zien toe op naleving van afspraken en zijn primair verantwoordelijk voor het trekken van consequenties, zodra leidinggevenden hun verantwoordelijkheid niet aankunnen of ontwijken.

De verandering spitst zich toe op de wijze van (integraal) samenwerken, het met elkaar omgaan passend bij de omschreven rollen en verantwoordelijkheden. Het gaat vooral om het ontwikkelen van een andere manier van kijken en organisatiecultuur, verschuivend van een machtsoriëntatie naar een gelijkwaardigheid in samenwerking, ondersteund door een gemeenschappelijke 'eigen taal' en begrippenkader, zowel intern als extern.

Organisatiecultuur is daarbij op te vatten als de gemeenschappelijke verstandhouding (basiswaarden, ideeën, gevoelens etc.) van de leden over hoe het in de dagelijkse praktijk toegaat en hoe een sector behoort te presteren. Daarmee onderscheidt de ene organisatie zich van de andere. De keuze van deze basiswaarden en normen zal het bedrijf een eigen gezicht geven en het optreden intern en naar de partners in de bouwketen versterken. Effectief (inspirerend) leiderschap is hierbij voorwaarde: de cultuur zal zich in de gewenste richting moeten ontwikkelen. De basiswaarden bij het werken met BIM zijn andere dan die in het traditionele estafettemodel.

Doe je dit, dan kan de Nederlandse bouwsector zich ook internationaal profileren en een blijvende voorsprong opbouwen. De agrosector en de baggersector zijn ons daarin al voorgedaan: geen marktlijders maar marktlijders!

Een kernverantwoordelijkheid van een leidinggevende is het tot stand brengen van veranderingen. De veranderingen die het gevolg zijn van het implementeren van BIM zijn van een verschillende orde. De organisatie en de medewerkers zullen moeten leren te werken met BIM. Het gaat om zowel operationeel leren, bijvoorbeeld het leren werken met een 3-D pakket, als om het conceptueel leren. Wat het laatste betreft gaat het om het werken vanuit een andere manier van kijken, bijvoorbeeld van “tegenwerken” (estafette-model) naar “samenwerken”. Voor het laatste is nodig om zowel een nieuwe bedrijfsfilosofie inclusief normen te ontwikkelen als om het leren werken volgens deze normen. Belangrijk is het dus te onderkennen dat het tot stand brengen van de verandering naar BIMmen verschillende soorten leerprocessen met zich mee brengt.

Bij het coachen van leer- en veranderprocessen, is het essentieel een onderscheid te maken in deze niveaus waarop geleerd moet worden. Samengevat:

Het binnen de bestaande denkkaders en principes aanleren van vaardigheden en het werken volgens andere procedures of richtlijnen noemen we operationeel leren.

Het leren werken vanuit andere principes en benaderingen vereist het onderzoeken van de *eigen persoonlijke aannames*. Het gaat erom het ineffektieve (‘oude’) gedrag om te zetten in effectief ‘nieuw’ gedrag. Dit noemen we conceptueel leren. De leidinggevendenden moeten zich ervan bewust zijn dat dit een veranderkundige aanpak vergt.

Belangrijk is te onderkennen dat het tot stand brengen van de verandering naar BIMmen leerprocessen met zich mee brengt van en op verschillende niveaus. Om het leidinggeven aan de verandering effectief te maken volgt hierna een toelichting op ontwikkelen en leren.

Bij het coachen van leer- en veranderprocessen, is het essentieel een onderscheid te maken in de niveaus waarop geleerd moet worden:

- Weet een leidinggevende nog niet *hoe* iets moet of hoe effectief gedrag eruit ziet, dan spreken we van **enkelslags leervraag**. Dat is het zoeken naar oplossingen en het leren van vaardigheden binnen de bestaande denkkaders en principes. Het leren werken met 3D modellering valt onder dit punt.
- Wanneer een leidinggevende in principe weet hoe iets moet, maar toch op momenten niet oogst wat hij of zij had verwacht, is er sprake van een **dubbelslags leervraag**. Leren op dit niveau betekent het onderzoeken van de *eigen aannames*. Dit vraagt om onderzoek van eigen casuïstiek en lastige situaties: waarom is het spannend voor de medewerker en wat zijn de achterliggende verlangens en angsten die het ineffektieve gedrag in gang zetten? Het ‘oude’ gedrag wordt vervangen door effectief ‘nieuw’ gedrag. Het samenwerken vanuit een gezamenlijk belang in plaats van vanuit een eigen belang valt hieronder.
- Leren op het diepste niveau heet **drieslagsleren**. Dat is gericht op het ter discussie stellen van bestaande *principes*. Drieslagleren is gericht op het ontwikkelen van nieuwe principes zoals het werken met het estafette-model vervangen door het samenwerkingsmodel.



## 4. Adoptie van het Bouwwerk Informatiemodel

### 4.1 Inleiding

Oprachtgevers, architectenbureaus, adviseurs, bouwbedrijven of toeleveranciers die overwegen om te gaan werken met een BIM kunnen bij die beslissing niet over één nacht ijs gaan. Wat betekent dat voor de organisatie en (zelfs) voor de toekomst van het bedrijf?

In dit hoofdstuk zijn nadere overwegingen opgenomen waarom bedrijven of organisaties zouden moeten overstappen op BIM in de primaire procesgang.

Daarbij wordt een eerste onderscheid gemaakt in overwegingen op bedrijfsniveau, op projectniveau en op het niveau van de individuele medewerker.

Een tweede onderscheid is gemaakt op basis van de aard van het bedrijf of organisatie, en zijn plaats in de bouwketen

### 4.2 Overwegingen vanuit algemeen bedrijfsperspectief

#### 4.2.1. Bedrijfsniveau

Het gebruik van het BIM in de bouwsector is in opmars. Steeds meer bedrijven gaan over tot het gebruik van het BIM voor ondersteuning van het primaire proces. De invoering van het BIM in organisaties kan leiden tot verbetering en versnelling van het (gedeelte van het) bouwproces waarvoor de organisatie verantwoordelijk is. Invoering van het BIM raakt de hele organisatie en kan leiden tot een meer vooraanstaande positie van het bedrijf in de bouwketen. Beide noties zijn van belang bij de vraag of invoering van het BIM relevant kan zijn. Een en ander moet wel in een breder perspectief worden geplaatst. Punten hierbij zijn:

- de financiële positie, de omvang van het (te verwachten) werkpakket, economische vooruitzichten;
- de cultuur van de organisatie, is deze veranderingsgezind? De leeftijd en aard van het personeelsbestand spelen daarbij een rol. Het karakter van de organisatie: is dit informeel en niet-directief of formeel met veel discipline?
- heerst er een top-down cultuur of staat men juist open voor initiatieven vanaf de werkvloer, met name op ICT-gebied?
- de positie van de directie of bestuur, is dit defensief of wordt elke uitdaging als een kans gezien?
- de positie van de organisatie in de keten. Is deze bepalend of volgend?
- de naaste concurrentie. Is bij deze organisaties het BIM al geïmplementeerd of zijn er plannen hiertoe?

#### 4.2.2. Projectniveau

Het BIM is van essentieel belang bij de uitvoering van projecten. Overwegingen om te kunnen beoordelen of het gebruik van het BIM een toegevoegde waarde heeft zijn:

- zijn er veel routinematige projecten of zijn de projecten veelal uniek? Het profijt van het gebruik van het BIM is het grootst bij routinematige projecten, maar ook bij de vele 'unieke' bouwwerken heeft een BIM meerwaarde;
- is het projectaandeel van de organisatie in het totale project groot of is de projectbijdrage relatief klein, m.a.w. hoe groot is de vrijheidsgraad om het BIM in de eigen organisatie naar eigen inzicht te kunnen implementeren?
- is de bereidheid om te veranderen bij de projectmedewerkers en het middenkader groot?
- is er voldoende kwaliteit (in potentie) bij de projectmedewerkers aanwezig om de noodzakelijke andere wijze van werken te kunnen invoeren?
- het werken met het BIM veroorzaakt eenduidigheid in het proces, de bijdrage van elke individuele projectmedewerker wordt transparant. Dit kan op weerstanden stuiten bij werknemers en een belemmering vormen in de werkuitvoering;
- zijn er veel of weinig vakdisciplines uit de eigen organisatie bij de projecten betrokken, door meer betrokken disciplines wordt het project complexer en zal, als het werken met het BIM geheel en goed is ingevoerd, meer rendement opleveren.

#### 4.2.3. De medewerker

Het werken met een BIM is vernieuwend. Het biedt extra ontplooiingskansen aan (jonge) medewerkers

De toegevoegde waarde van het werken met een BIM voor deze doelgroep kan zijn:

- de medewerker krijgt meer plezier in zijn werk;
- door het formeel moeten samenwerken met collega's krijgt zijn bijdrage een extra dimensie;
- de medewerker vergroot zijn 'marktwaarde';
- het aantrekken van jonge medewerkers is makkelijker als er een modern ICT-gedreven instrumentarium op basis van een BIM in de organisatie wordt gebruikt;
- als medewerkers tevreden communiceren over modern ingerichte bouwprocessen draagt dat bij aan een beter imago van de organisatie.

Echter, ook ervaren medewerkers moeten mee. Zij zijn de kennisdragers. Het is de uitdaging om hen enthousiast te krijgen in BIM-processen, ook al zitten zij niet zelf te modelleren.

### 4.3 Overwegingen bij partners in het bouwproces

#### 4.3.1. Algemeen

De afweging om wel of niet over te gaan als organisatie of bedrijf op het werken met een BIM is ook afhankelijk van de positie die de organisatie in de bouwketen inneemt. In deze paragraaf wordt in dit verband nader ingegaan op vier categorieën, namelijk opdrachtgevers, adviseurs, bouwers en toeleveranciers.

#### 4.3.2. Opdrachtgevers

De opdrachtgever staat aan het begin van de bouwketen. Vanuit die positie kan deze bepalend zijn voor het verder uitvoeren van het bouwproces met gebruikmaking van een BIM. Voordat wordt ingegaan op overwegingen om het BIM in te voeren in de eigen organisatie, worden eerst vanuit deze bepalende positie voor de hele keten enkele opmerkingen gemaakt. Dit zijn:

- de opdrachtgever wil een transparant bouwproces en een gerealiseerd bouwobject dat voldoet aan de aspecten tijd, kwaliteit en budget. Het toepassen van een BIM kan hier aan bijdragen;
- de opdrachtgever heeft baat bij een bouwproces in de keten, dat qua structuur en wijze van werken van alle bouwpartners, langs een uniforme lijn verloopt. Daarvoor zijn standaard afspraken nodig. Deze afspraken maken het mogelijk werken met een BIM, door alle partners in de keten, te stroomlijnen. Daardoor behoeven de spelregels voor beheersing en communicatie niet bij elke 'start-up' van een bouwobject te worden vastgesteld. Het is van belang dat (publieke) opdrachtgevers gezamenlijk de totstandkoming hiervan regisseren en stimuleren;
- het voorschrijven van deze nieuwe, op het werken met een BIM gebaseerde werkwijze, zal een belangrijke push zijn voor transparantie in de uitvoering van bouwprocessen;

Het invoeren van een BIM in de eigen (opdrachtgevende) organisatie hangt af van een aantal factoren en omstandigheden. In het navolgende wordt hier op ingegaan:

- de opdrachtgeverrol is divers en wordt door organisaties verschillend ingevuld. Er zijn opdrachtgevers die slechts functionele specificaties leveren op basis waarvan een object moet worden gerealiseerd. Andere opdrachtgevers zetten contracten op de markt waarin het te realiseren object in technische zin (bijna) volledig is uitgewerkt. In het eerste geval zal de opdrachtgevende organisatie niet zelf een BIM gaan toepassen, maar er alleen voor zorgen dat de systematiek van het functioneel specificeren aansluit op de eerder beschreven standaard werkwijze. In het tweede geval kan het werken met een BIM het specificatieproces goed ondersteunen en kan het BIM in de volgende processtappen worden (her)gebruikt.
- als de opdrachtgever ook de latere beheerder wordt van het gerealiseerde bouwobject, heeft deze er alle belang bij om over actuele en betrouwbare informatie te beschikken van het bouwobject, om dit goed te kunnen (laten) beheren. Met een BIM, waarin alle relevante gegevens gestructureerd, betrouwbaar en actueel zijn vastgelegd, kan deze (as-built) informatie in de beheerfase steeds weer worden gebruikt. De gegevens van het bouwwerk, met alle aangebrachte veranderingen tijdens de hele levenscyclus, zijn steeds op orde.

- opdrachtgevers waarbij de te realiseren objecten onderdeel zijn van een veel grotere (infra)structuur hebben er belang bij dat elk gerealiseerd object past in deze structuur. Dit stelt eisen aan de uniformiteit van het ter beschikking krijgen van de informatie over de as-built situatie.

#### 4.3.3. Adviseurs

De ingenieursbureaus, installateurs en architecten vormen een (al dan niet grote) schakel in de keten, als het gaat om het realiseren en beheren van bouwwerken. Door hun positie in het bouwproces, enerzijds het uitvoeren van opdrachten en anderzijds het doorgeven van dit resultaat aan de partijen die belast zijn met de uitvoering, de werkelijke realisatie, zal het in de toekomst onvermijdelijk zijn om het werken met een BIM in te voeren in hun organisatie. Ook voor hen is het van groot belang dat een uniforme en op standaarden gebaseerde werkwijze in de bouwsector is ingevoerd. Wanneer er telkens bij wisselende bouwpartners sprake is van een verschillende systematiek van samenwerken, leidt dit tot een grote inefficiëntie van werken en derhalve tot hoge kosten.

#### 4.3.4. Bouwers

Bouwbedrijven zijn een zeer belangrijke schakel in de bouwketen. Zij zijn verantwoordelijk voor het fysiek realiseren van het bouwobject en de later aangebrachte veranderingen daarin, maar moeten tevens zorgen voor een goede informatieoverdracht van de as-built situatie van het bouwwerk. Overwegingen om (snel) over te gaan tot invoering van het gebruik van een BIM in hun organisatie zijn:

- opdrachtgevers zullen het gebruik van een BIM met de onderliggende uniforme wijze van samenwerken steeds meer voorschrijven;
- het gebruik van een BIM kan zorgen voor een goede overdracht van informatie m.b.t. de as-built situatie, maar dit is wel afhankelijk van de discipline waarmee as built info in het model wordt verwerkt;
- het gebruik van een BIM is een absolute randvoorwaarde om tal van andere processen gerelateerd aan de bouw te faciliteren en te ondersteunen. Het gaat hier om logistiek en asset management;
- sluit aan / maak mogelijk dat zij voor langere tijd het object beheren volgens DC(F)M-contracten.

#### 4.3.5. Toeleveranciers.

Deze organisaties in de bouwketen kunnen pas tot invoering van het gebruik van het BIM overgaan, als de eerder in het proces betrokken ketenpartners dit reeds hebben gedaan. Ook zij hebben dan belang bij een uniforme, door de bouwsector gedragen, werkwijze. Daardoor behoeft slechts te worden geïnvesteerd in een systematiek die deze werkwijze ondersteunt. De installatiesector is hierin overigens verder dan de bouwsector en dit geldt ook voor de staalindustrie.

## 5. Implementatie van het Bouwwerk Informatiemodel.

### 5.1 Inleiding

In hoofdstuk 3 zijn overwegingen opgenomen waarmee mede kan worden bepaald of implementatie en invoering van werken met het BIM zinvol is voor de organisatie. Als besloten is om hiertoe over te gaan, volgt er een traject van implementatie en invoering. Dit hoofdstuk bevat aanbevelingen voor de implementatie van het BIM in de organisatie. Hierbij wordt ook weer onderscheid gemaakt in aanbevelingen op bedrijfsniveau, op projectniveau en op het niveau van de medewerker c.q. gebruiker.

De bestuurders zijn verantwoordelijk voor het vaststellen van de principes van de andere wijze van werken, de introductie en implementatie van het BIM in hun organisatie. De bestuurders dragen zorg voor de besluitvorming en zien erop toe dat genomen besluiten worden uitgevoerd.

De managers zijn verantwoordelijk voor de invoering van de andere wijze van werken op de werkvloer. Zij sturen hun medewerkers aan en zorgen dat alle randvoorwaarden worden vervuld om de nieuwe wijze van werken met het BIM mogelijk te maken. Het middenkader vormt hierin vaak nog wel een probleem.

De gebruikers moeten leren werken met de nieuwe methoden en technieken, gebaseerd op de andere geïntroduceerde werkwijze.

### 5.2 Bedrijfsniveau

#### 5.2.1. Algemeen

In onderstaande paragrafen komen de navolgende onderwerpen aan de orde die van belang zijn voor de ontwikkeling van een implementatie- en invoeringstrategie. De onderwerpen zijn:

- het opstellen van een 'roadmap';
- invoering bottom-up of top-down;
- geleidelijke invoering of bedrijfsbreed;
- proef- of praktijkprojecten:
- organisatorische aspecten;
- de cultuur van de organisatie.

#### 5.2.2. Roadmap

Van belang is dat de directie resp. het bestuur zorgt voor de totstandkoming van een roadmap waarin de implementatie- en invoeringsstrategie is vastgelegd. De roadmap is gebaseerd op de visie op de verdere ontwikkeling van de organisatie in de toekomst. De gewenste positie van de organisatie in de bouwketen, de hierbij behorende organisatievorm en het hierop toegesneden personeelsbeleid met de vereiste cultuur.

In een aan de visie gekoppeld activiteitenplan stelt het bestuur, de centrale directie vast wie waarvoor verantwoordelijk is bij de invoering van de veranderingen en welke middelen daarvoor beschikbaar zijn. In het plan wordt ook de communicatie strategie en -uitvoering vastgelegd. Visie, strategie en uitvoering zullen uiteraard van bedrijf tot bedrijf verschillen.

Omdat de invoering van het werken met een BIM een niet geheel voorspelbaar proces zal zijn met vele leermomenten, positieve en negatieve ervaringen, moeten in het invoeringsproces telkens momenten worden gepland voor evaluatie op basis waarvan de loop van het invoeringsproces kan worden bijgesteld.

#### 5.2.3. Bottom-up of top-down

In vele gevallen zal deze keuze niet digitaal zijn. Vaak bestaan binnen een organisatie reeds 'kernen' van medewerkers waar in een zekere vorm reeds geëxperimenteerd wordt met het op basis van BIM introduceren van een andere manier van werken. Het is sterk aan te bevelen de visie, vastgelegd in de roadmap, te laten aansluiten op wat er in de organisatie al gebeurt ten aanzien van het gebruik van het BIM. Echter, centrale aansturing vanuit de top van de organisatie op basis van de roadmap is nodig. Dat moet niet rigide gebeuren, maar op een dusdanige wijze dat de uitvoerenden het commitment ervaren van de leiding, maar ook nog voldoende vrijheden hebben om hun innovativiteit te kunnen etaleren.

#### 5.2.4. Geleidelijk of bedrijfsbreed

Een volledig bedrijfsbrede invoering van het werken met een BIM komt, zeker bij (middel)grote organisaties, nauwelijks voor. Vaak wordt gekozen voor een geleidelijke, stap voor stap invoering van het werken met een BIM. Het op beperkte schaal beginnen kan op een aantal manieren. Dit zijn:

- beperk het gebruik van het BIM tot een aantal BIM-aspecten, bijv. alleen 3D ontwerpen in relatie met het bepalen van hoeveelheden;
- beperk het gebruik van het BIM tot een type object, bijv. een gemaal, een leiding enz.;
- laat het gebruik van het BIM starten binnen een (kleine) organisatorische eenheid;
- start met de invoering alleen met de eigen organisatie, het betrekken van bijv. de opdrachtgever of andere ketenpartners kan in een later stadium plaatsvinden.

De keuze die hierin moet worden gemaakt is sterk afhankelijk van de navolgende aspecten:

- het type organisatie (opdrachtgever, ingenieursbureau of bouwbedrijf);
- de grootte van de organisatie;
- het veranderingsvermogen van de medewerkers;
- het voorhanden hebben van geschikte (proef)projecten. (zie ook 4.2.5);
- het reeds beschikbare instrumentarium in termen van hardware, software en de reeds bestaande vaardigheden in het gebruik ervan;
- de wensen van de opdrachtgever.

#### 5.2.5. Praktijkprojecten

Een andere keuze die moet worden gemaakt is of de invoering geschiedt door 'droogzwemmen', waarbij het werken met een BIM wordt gesimuleerd aan de hand van een reeds uitgevoerd project of dat direct wordt gestart met een werkelijk project. Met de keuze voor de eerste optie worden risico's vermeden, maar de vraag hierbij is of deze methode het meest effectief is. De tweede optie kan goed werken als de tijdsdruk op het project niet hoog is en de consequenties van mislukken niet te groot zijn. Dit vraagt wel om een investering door het bedrijf, een investering die ingecalculeerd moet worden.

#### 5.2.6. Organisatorische aspecten

Zoals reeds in het eerste hoofdstuk van deze leidraad is aangegeven zijn de organisatorische consequenties van het gaan werken met een BIM zeer groot. Bestaande werkprocessen gaan volledig op de schop. Bij de invoering ontstaat behoefte aan andere functieprofielen met andere verantwoordelijkheden. Ook de communicatie binnen het project zal drastisch veranderen; er is veel meer real time interactie bij het werken met een BIM.

#### 5.2.6. Cultuur van de organisatie

Het werken met een BIM zorgt voor transparantie. De bijdrage van iedere 'rol' in het proces wordt geformaliseerd en bekend. Het proces verandert van kenmerk, van hiërarchie naar gelijkwaardigheid en van 'domein-denken' naar een houding van partnerschap bij de uitvoering van de taken. Transparantie kan vaak een belemmering zijn voor medewerkers om de nieuwe wijze van werken te omarmen. Bij de start van de invoering dient de leiding zich hier bewust van te zijn.

### 5.3 Projectniveau

#### 5.3.1 Algemeen

Voor de invoering van bouwwerkinformatiemodellen in de organisatie vormt de managementlaag (lijnmanagement en projectleiders) een cruciale rol. Zij hebben een spilfunctie. Enerzijds hebben zij de taak het door het bestuur/directie geformuleerde beleid ten aanzien van de invoering van een BIM te 'vertalen' naar een reëel (en praktisch) invoerings- en implementatieplan. Anderzijds moeten zij de werkvloer 'mobiliseren' om dit plan te gaan uitvoeren.

In dit hoofdstuk komen de navolgende onderwerpen aan de orde.

- opstellen van een BIM-implementatieplan;
- keuze voor proefprojecten en het bepalen van de scope;
- organisatie van de samenwerking;
- keuze van informatienormen;
- gebruik van bibliotheken;
- gebruik van bouwwerkinformatiesysteem en applicaties;

- informatiebeheer;
- vastleggen van werkmethode BIM-handboek en informatie levering - specificaties;
- opleidingen.

#### 5.3.2 Opstellen van een BIM-implementatieplan

De eerste stap die naar aanleiding van geformuleerde beleid wordt genomen, is het opstellen van een implementatieplan (op basis van de roadmap). Hierin worden de werkzaamheden, kosten, capaciteit en voorwaarden gepland die gemoeid zijn met het operationaliseren van het BIM. De kosten worden inzichtelijk gemaakt en in relatie gebracht met te verwachten opbrengsten. In het implementatieplan wordt een stappenplan opgenomen voor meerdere jaren. Het stappenplan moet ten minste de volgende sporen omvatten:

- ontwikkelen;
- implementeren (invoeren);
- organisatorisch verankeren.

In het implementatieplan komen de volgende onderwerpen aan de orde.

#### 5.3.3 Ambities van het BIM-programma

Beschrijf wat het streefbeeld is over een aantal jaren. Geef ook aan welke groeistrategie gevolgd wordt. Denk bijvoorbeeld aan varianten in 'snelle verbreding op toepassingsgebieden' of 'snelle opbouw in toepassing in projecten'. Beschrijf de streefbeelden op tussenliggende jaren.

#### 5.3.4 Aanpak, samenhang en fasering

Vertaal de groeistrategie naar een concrete aanpak en beschrijf welke fasering voorgesteld wordt. Beschrijf ook hoe de samenhang gerealiseerd wordt tussen Ontwikkelen, Implementeren en Verankeren. Beschrijf de samenhang van het BIM-programma met andere relevante interne of externe ontwikkelingen.

#### 5.3.5 Ontwikkelspoor

Beschrijf het ontwikkelspoor. Geef een lijst van producten die uit het ontwikkelspoor voortkomen. Denk aan informatieafspraken, uitwisselstandaarden, BIM-gereedschappen, uitwissel-programmatuur, beveiligingsafspraken, informatieleverings-specificaties, enzovoort.

#### 5.3.6 Implementatiespoor

Het implementatiespoor is gericht op de voorbereiding van de feitelijke invoering (implementatie) van het BIM in de organisatie. Beschrijf hier hoe de producten uit het ontwikkelspoor beproefd worden in proefprojecten, hoe de toetsing plaatsvindt en hoe de organisatiebrede invoering voorbereid wordt (overdracht aan de lijn).

#### 5.3.7 Verankerspoor

Het verankerspoor is gericht op het gereedmaken van de organisatie om BIM op een routinematige wijze te kunnen toepassen.. Het betreft zowel de menselijke, veranderkundige kant als de organisatorische en technische aspecten. Denk aan: aanpassen van de rollenpatroon, functies en administratieve organisatie, aanpassen van het kwaliteitshandboek, aanpassen van richtlijnen en normen, aanpassing van de inrichting van gegevensbeheer en applicatiebeheer, beschikbaar maken van software en trainingen, inrichten van monitorprogramma voor de BIM-toepassing en procedures voor verbetering.

#### 5.3.8 Planning

In de voorgaande hoofdstukken zijn de inspanningen benoemd voor de BIM-implementatie. In dit hoofdstuk worden de inspanningen vertaald naar activiteiten die in beperkte werkblokken kunnen worden uitgevoerd. Op deze manier wordt bereikt dat het programma effectief bewaakt en gestuurd kan worden.

#### 5.3.9 Organisatie en besturing

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de organisatie en besturing van het BIM-programma verloopt. De formele en informatielijnen worden beschreven en tevens hoe de verankering naar de rest van de organisatie geborgd wordt. Tevens wordt de samenstelling van het programmteam beschreven.

#### 5.3.10 Kosten en baten

Beschrijf de te verwachten kosten voor de ontwikkeling, implementatie en verankering. Beschrijf ook de beoogde baten. Zet kosten en baten uit over de tijd.

### 5.4 Keuze proefprojecten en bepalen scope

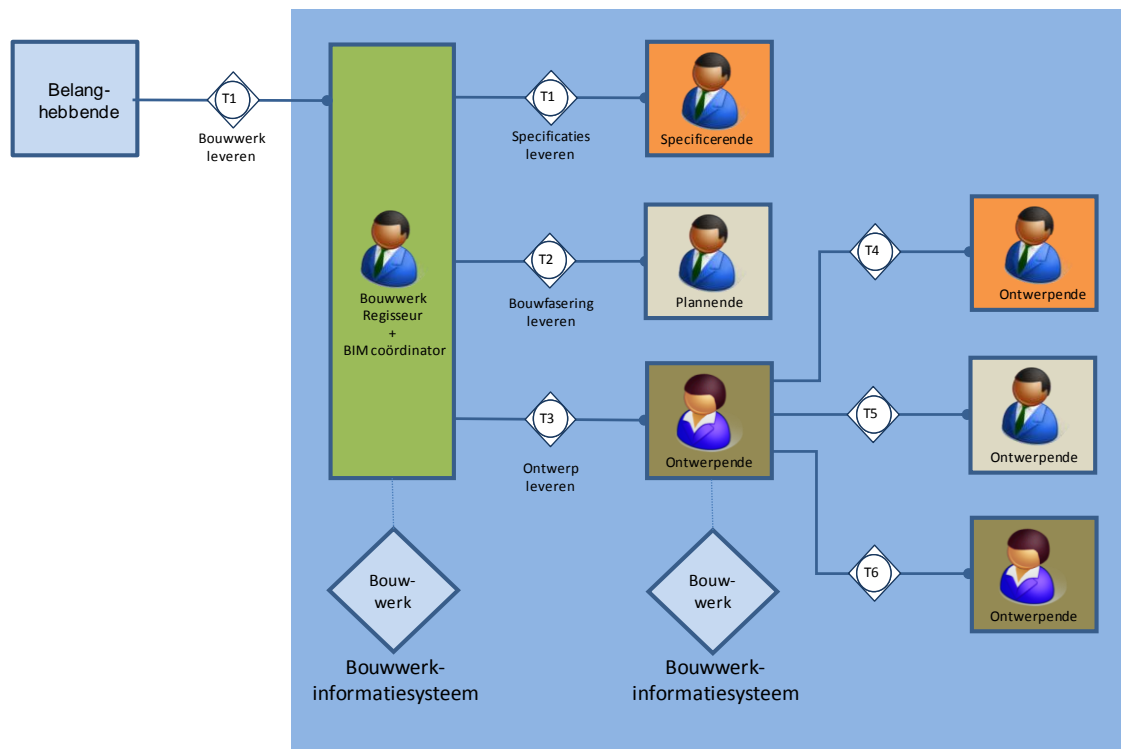
Het beproeven van BIM in projecten is essentieel om een geschikte werkwijze te vinden en te verbeteren. Proefprojecten moeten zorgvuldig worden gekozen. Daarbij zijn de volgende aandachtspunten van belang:

- de keuze voor het (type) projecten over een langere periode wordt bij voorkeur vastgelegd in het implementatieplan; daarmee is ook de koppeling gelegd met de producten die uit ontwikkeling komen en in de desbetreffende projecten beproefd zullen worden;
- in een project dat in aanmerking komt voor proefproject, dient ruimte te zijn om te experimenteren. Een project waar spanning op zit, bijvoorbeeld door tijdsdruk of complexiteit, is minder geschikt;
- leg voor een proefproject de scope voor de BIM-werkwijze helder vast; bijvoorbeeld door de betrokken rollen aan te wijzen en de te gebruiken software-tools; handhaaf het traditionele proces buiten de scope;
- voor een proefproject is het van belang dat het team open staat voor vernieuwing;
- leden binnen het team dat het proefproject gaat uitvoeren moeten kennis en vaardigheden hebben, dan wel opgeleid worden om gewenste werkwijze en te gebruiken software-tools te kunnen toepassen;
- een project dat meerdere malen uitgevoerd moet worden (repetitie), kan als proefproject voordelen bieden: een BIM-werkwijze kan sneller getoetst worden en is eenvoudiger uit te rollen.

### 5.5 Organisatie van de samenwerking

Het idee achter BIM is het realiseren van een integrale werkwijze. De samenwerking tussen de rollen in een project is daarvoor het fundament. De organisatie van de samenwerking dient daarom nauwkeurig ingericht te worden. Aandachtspunten zijn de volgende:

- een integrale werkwijze vereist dat de informatie die betrokkenen nodig hebben voor de uitvoering van hun taken, op een centrale plek beschikbaar en toegankelijk is;
- een integrale werkwijze betekent niet dat een ieder alles mag wijzigen; dan wordt het een janboel. Een duidelijke en ondubbelzinnige afbakening van verantwoordelijkheden is nodig;
- de volgende figuur geeft een eenvoudig voorbeeld van een samenwerking in de vorm van een interactiediagram (overeenkomstig ISO 29481-2). Het diagram toont de betrokken rollen en laat zien welke relaties er zijn tussen rollen als het gaat om interactie en informatieoverdracht. In dit voorbeeld wordt vanuit de specificerende, plannende en ontwerpende rol relevante informatie geleverd aan het bouwwerkinformatiesysteem, dat onder regie is van de Bouwwerkregisseur (zie afbeelding op de volgende pagina);



*Samenwerking tussen rollen in de vorm van een interactiediagram*

- gebruik een methodiek om de samenwerking tussen rollen vast te leggen, bijvoorbeeld volgens de open standaard VISI ([www.visi.nl](http://www.visi.nl)) en de overeenkomstige norm ISO 29481-2;
- breng de rollen in kaart;
- leg voor iedere rol de verantwoordelijkheden vast, in het bijzonder met betrekking tot communicatie en informatieoverdracht;
- zorg ervoor dat de verantwoordelijkheid voor de totstandkoming van het projectresultaat goed geregeld is, bijvoorbeeld door middel van de centrale rol van een bouwwerkregisseur;
- zorg ervoor dat de verantwoordelijkheid voor het beheer van de bouwwerkinformatie wordt vastgelegd. Dit beheer houdt o.a. in: toezien op de naleving van informatienormen en toezien op de actualiteit van de informatie van het bouwwerk. Breng die verantwoordelijkheid bijvoorbeeld onder de hoede van de bouwwerkregisseur of creëer daarvoor een aparte rol. Die kan in de loop van het bouwproces door andere mensen worden ingevuld;
- leg de relaties tussen rollen vast;
- voor een specifiek project kunnen de rollen worden toegekend aan afdelingen/personen.

## 5.6 Keuze van informatienormen

Voor het succesvol verlopen van een integrale werkwijze is het nodig dat de informatie die de ene rol aanlevert, hergebruikt kan worden door een andere rol. Het is daarom van belang dat de participanten uitgaan van gemeenschappelijke afspraken over de uit te wisselen informatie. Het opstellen van deze afspraken is specialistisch werk en kan tijdrovend zijn. Het is efficiënt om te kunnen verwijzen naar beschikbare informatienormen. Enkele relevante normen zijn:

- VISI, een Nederlandse standaard ([www.visi.nl](http://www.visi.nl)), onder beheer van CROW, voor:
  - het vastleggen van de samenwerking tussen rollen in het bouwproces
  - de uitvoering van communicatie tussen partners in het bouwproces
- ISO/CD 29481-2 Information Delivery Manual, Part 2 Interaction framework, een ISO norm die gebaseerd is op de Nederlandse VISI-standaard;
- IFC, staat voor Industry Foundation Classes, een internationale standaard voor de uitwisseling van 3D-geometrie data (vooral gericht op de B&U) ([www.buildingsmart.com](http://www.buildingsmart.com));
- IFD staat voor International Framework for Dictionaries, er wordt gewerkt aan deze internationale standaard voor de inrichting van objectbibliotheken ([www.ifd-library.com](http://www.ifd-library.com));



- COINS, staat voor Constructieve Objecten en INtegratie van Systemen, een Nederlandse standaard rondom gebruik van bouw-informatie, onder beheer door CUR Bouw & Infra. Elementen van deze standaard zijn opgenomen in ISO 29481-1.
- Rijksgebouwendienst (RGB, zie [www.rgd.nl/onderwerpen/diensten/bouwwerk-informatie-modellen-bim](http://www.rgd.nl/onderwerpen/diensten/bouwwerk-informatie-modellen-bim))
- NLCS, de 2D CAD-Standaard van de Nederlandse GWW-sector, zie [www.nlcs-gww.nl](http://www.nlcs-gww.nl))
- GB Cas, CAD-Afsprakenstelsel primair bedoeld voor gestructureerd tekenwerk van 2D CAD-tekeningen en informatie-uitwisseling. Deze norm is echter minder ver uitgewerkt dan NLCS en laat veel ruimte voor eigen initiatief, wat bij overdracht en aggregatie van informatie tot verwarringen kan leiden (zie [www.gbcas.nl](http://www.gbcas.nl))

### 5.7 Gebruik van bibliotheken

Het gebruik van bibliotheken kan een nuttig hulpmiddel zijn. Bijvoorbeeld voor:

- efficiënt hergebruik van eerder vastgelegde informatie over componenten;
- het standaardiseren van te gebruiken onderdelen voor een project (projectcatalogus);
- het leggen van verbindingen met branche bibliotheken en toegang verkrijgen tot leveranciers informatie (voorbeeld van een beschikbare branche bibliotheek is ETIM voor de installatiebranche ([www.etim.nl](http://www.etim.nl))).

Let op dat niet iedere bibliotheek zomaar passend is; een bibliotheek moet o.a. passen bij de gekozen informatienormen en werkwijze.

### 5.8 Gebruik van Bouwwerkinformatiesysteem en applicaties

Een BIM is een digitale vastlegging van de relevante informatie van een bouwwerk. Het BIM is een middel om gedurende de gehele levenscyclus van het bouwwerk, partijen te voorzien van de juiste informatie. Het BIM wordt vastgelegd in een informatiesysteem. Een dergelijk informatiesysteem noemen we een bouwwerk informatiesysteem. Het bouwwerk informatiesysteem vormt het hart van het BIM. Aandachtspunten zijn:

- kan de voorziening informatie importeren in overeenstemming met de toe te passen informatienormen?
- kunnen verschillende bijdragen van partners samengebracht worden in één bouwwerk informatiemodel?
- kunnen versies en wijzigingen bijgehouden worden?
- kunnen delen van het model geëxporteerd worden voor gebruik door partners?
- beschikt de voorziening over een interface (API) om eigen software te koppelen?
- is de voorziening geschikt voor meerdere gelijktijdige gebruikers?

Applicaties zijn de softwaretools die er in allerlei soorten en maten zijn. Bijvoorbeeld om 3D-modellen te maken, berekeningen uit te voeren, of rapporten te genereren. Let bij de toepassing van applicaties op:

- de beschikbaarheid van een interface om informatie te importeren in overeenstemming met de toe te passen informatienormen;
- de beschikbaarheid van een interface om informatie te exporteren in overeenstemming met de toe te passen informatienormen.

### 5.9 Informatiebeheer

Bij een BIM werkwijze krijgt de informatie van een bouwwerk een complexe vorm bestaande uit bijvoorbeeld eisen, functies, documenten, objecten, taken, bibliotheekonderdelen, enzovoort. Het traditionele documentbeheer volstaat niet meer. Aandachtspunten zijn:

- houd er rekening mee dat de eisen aan informatiebeheer zwaarder worden;
- introduceer de principes voor informatiebeheer als gemeenschappelijke afspraken voor alle partners;
- maak bijvoorbeeld gebruik van de afspraken die opgenomen zijn in de COINS-systematiek, zie [http://www.coinsweb.nl/wiki/index.php/Informatieoverdracht#De\\_COINS-principes\\_voor\\_informatiebeheer](http://www.coinsweb.nl/wiki/index.php/Informatieoverdracht#De_COINS-principes_voor_informatiebeheer);

- belangrijke onderdelen van informatiebeheer zijn:
  - wijzigingenbeheer;
  - het gebruik van baselines om de informatie van een project bij bepaalde mijlpalen te bevrozen en te gebruiken als vaste referentie voor vervolgstappen;
  - de toestand (Life Cycle stage) van een object;
  - het proces van vrijgeven van informatie;
  - autoriseren voor gebruik en wijzigen van informatie.

### **5.10 Vastleggen van werkmethode in BIM-handboek en informatielevering-specificaties**

Voor de toepassing van de BIM is een nieuwe werkmethode nodig die zorgvuldig gehanteerd moet worden door alle partners. Het is van belang om de afspraken vast te leggen in een BIM-handboek. Op het grensvlak tussen twee rollen kunnen de afspraken aangevuld worden met specificaties informatielevering. Aandachtspunten zijn:

- maak zoveel mogelijk gebruik van verwijzingen naar beschikbare informatienormen (zie 5.6):
- mogelijke onderwerpen die in het BIM-handboek behandeld worden, zijn o.a.:
  - samenwerkingsmodel (rollen, verantwoordelijkheden, interacties);
  - gemeenschappelijk informatiemodel;
  - principes voor informatiebeheer;
  - toe te passen bestandsformaten;
  - toe te passen coderingen;
  - richtlijnen voor de inrichting van modellen (bijv. 3D-modellen);
  - voor ieder raakvlak tussen rollen, een specificatie van de informatielevering (ook kortweg ILS genoemd, Informatieleverings-specificatie). In de ILS ligt vast welke informatie op welk moment en met welke kwaliteit geleverd dient te worden.

### **5.11 Opleidingen**

De toepassing van de BIM-werkwijze vraagt nieuwe kennis en vaardigheden van betrokkenen. Breng deze benodigde kennis en vaardigheden in kaart. Check bij ieder project of de bemanning voldoet aan de gestelde wensen. Denk aan onderwerpen die in het BIM-handboek behandeld worden (zie hiervoor), maar ook aan vaardigheden om software te gebruiken en vaardigheden om informatie in de juiste vorm over te dragen. Neem actie om leemtes in te vullen.

## 6. Keuze van het ICT-instrumentarium

### 6.1 Algemeen

Het werken met een BIM, wil dit profijt opleveren, vergt een goede ondersteuning van ICT-instrumenten. In dit hoofdstuk van de leidraad wordt een handreiking gegeven om te komen tot een keuze van het juiste ICT-instrumentarium, anders gezegd het meest passende ICT-systeem.

De navolgende zaken komen in dit hoofdstuk aan de orde:

- Een beschrijving van het bouwproces, om op basis daarvan te kunnen vaststellen welke functies van de ICT-systemen in welke fase in het bouwproces van belang zijn.
- Een inventarisatie van de functies die door ICT-systemen kunnen worden ondersteund.
- Een opsomming van belangrijke te kennen algemene feiten van de ICT-systemen.

### 6.2 Het bouwproces

#### 6.2.1 Verschillende processen, functies en disciplines

Bij een eerder literatuuronderzoek naar de beschikbare BIM-systemen in de bouwsector wordt geconstateerd dat in een ontwerp-bouw-beheerproces verschillende processen en functies betrokken zijn die elk een eigen methodiek van informatiebeheer en informatiegebruik hebben.

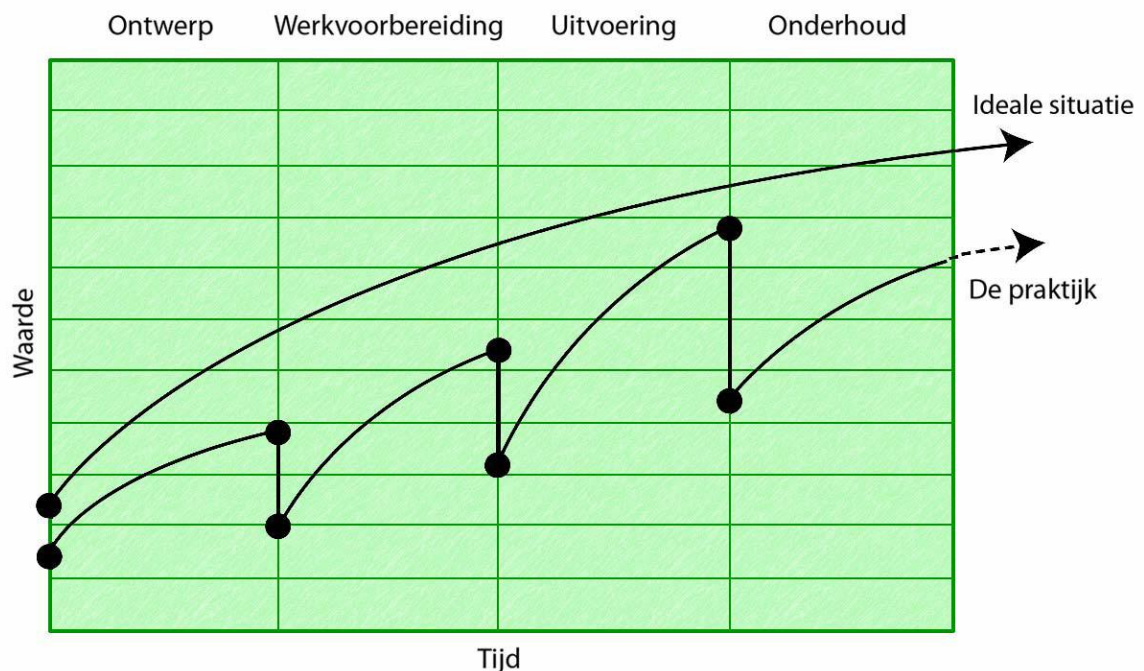
Derhalve is eerst het bouwproces in kaart gebracht, zijn de verschillende functies in het proces beschreven en zijn de functies van BIM-systemen geïnventariseerd.

#### 6.2.2 De fasen in het bouwproces

##### 6.2.2.1 Algemeen

Om de toepasbaarheid van de verschillende 3D-systemen in het totale bouwproces te kunnen toetsen, is het nodig dat dit bouwproces in kaart gebracht wordt. We zoeken immers naar de mogelijkheid om middels 3D-systemen dit bouwproces meer te integreren.

Het bouwproces is een proces waarbij in een groot aantal fasen waarde wordt toegevoegd, zodat uiteindelijk een bouwwerk ontstaat dat gedurende een bepaalde periode moet worden onderhouden en dat uiteindelijk weer moet worden gesloopt.



De bouwsector kenmerkt zich door het bestaan van een groot aantal spelers in de waardeketen (opdrachtgever, architect, ingenieursbureau, hoofdaannemer, onderaannemer, installateur, leverancier, beheerder, eigenaar). Elk van deze spelers voegt waarde toe aan een specifieke fase in het bouwproces en draagt informatie over aan de volgende speler in de waardeketen. Probleem daarbij is dat de informatieoverdracht vaak nog analoog plaatsvindt, en als toch digitale overdracht plaatsvindt, is deze veelal tweedimensionaal en beperkt van waarde. Deze wijze van overdracht resulteert in waardeverlies tijdens de overdracht. Een ander probleem is dat spelers in de waardeketen elk verantwoordelijk zijn voor hun eigen deelproces van het totale proces. Informatie wordt 'over de muur gegooid' van de ene speler naar de andere, waardoor additioneel waardeverlies optreedt.

Om een juist beeld te kunnen krijgen waar en hoe in het totale bouwproces integratie mogelijk is en waar dit eventueel al wordt toegepast is voor dit onderzoek het bouwproces in de volgende fasen onderverdeeld:

Initiatief/ontwikkeling - ontwerp - werkvoorbereiding - uitvoering - onderhoud

Hierna worden deze fasen kort omschreven.

#### *6.2.2.2 Initiatief/ontwikkeling*

Bij de start van een project heeft men vaak te maken met een sterk itererend proces, waarbij ideevorming, beeldvorming en planvorming vaak leiden tot een conceptueel plan waaraan de haalbaarheid wordt getoetst. BIM-systemen kunnen in deze fase al vroeg worden ingezet om de algemene beeldvorming van een plan te kunnen ondersteunen.

BIM-systemen worden in deze fase dan ook veelal gebruikt als communicatiemiddel naar betrokkenen en belanghebbenden. Het resultaat bestaat veelal uit visualisaties (al dan niet bewegend) welke inzicht geven in het plan en helpen in het overtuigen en enthousiasmeren van de betrokkenen.

Kenmerk van de inzet van BIM-systemen in deze fase is dat men werkt met weinig detail, snelle wijzigingen wil kunnen doorvoeren, meestal gericht op massastudies en puur het visueel aspect van het plan benadrukken. Diverse systemen zijn in staat de massastudie - modellen uit de initiatief fase te gebruiken in latere fasen van het bouwproces.

#### *6.2.2.3 Ontwerp*

Het ontwerpproces zelf is veelal ook weer op te delen in een aantal fasen: Voorlopig Ontwerp (VO), Definitief Ontwerp (DO), Bestek, Begroting. In deze beschrijving wordt uitgegaan van een geïntegreerde fase.

In de ontwerpfase is de rol van BIM-systemen uiterst belangrijk. Alhoewel er nog steeds zeer veel 2D gewerkt wordt, is het volledig in 3D opzetten en tekenen van het ontwerp meer en meer standaard in het proces.

In deze fase wordt een ontwerp gedetailleerd opgezet, waardoor het ontwerp direct te gebruiken is - en massastudies) voor het berekenen van constructies, het maken van basiscalculaties (oppervlakte en uiteraard het in detail visualiseren (communiceren) van het ontwerp. Hier wordt de basis gelegd voor een 3D-model dat door het gehele proces gebruikt kan worden. Het is dan ook uiterst belangrijk dat dit model zorgvuldig en exact wordt opgezet. Het is aan te bevelen om in dit stadium reeds rekening te houden met de verschillende disciplines, zodat het 3D-model ook zonder (veel) moeite gebruikt kan worden.

#### *6.2.2.4 Werkvoorbereiding*

In de werkvoorbereidingsfase wordt een project definitief gecalculeerd, wordt de planning gemaakt, wordt het ontwerp vertaald naar een uitvoeringsplan en de bijbehorende resources (mensen, machines en materieel) gealloceerd (coördinatie).

Een BIM-model kan uiterst behulpzaam zijn in deze fase. Als alle objecten kwaliteiten en kwantiteiten juist zijn gedefinieerd in een 3D-model, dan is dit direct te koppelen aan een bijbehorende actie. Hier komt zelfs een nieuwe dimensie in beeld: 4D oftewel de dimensie tijd. In een 3D-model is het ook mogelijk om de bouwvolgorde van een project te definiëren, zodat we ook de planning hieraan kunnen

koppelen. Het extraheren van kosten (begroting / calculatie) uit het model wordt ook wel als 5D gekenmerkt.

#### *6.2.2.5 Uitvoering*

De bouwplaats is nog nauwelijks geautomatiseerd. Het gebruik van 3D-systemen op de bouwplaats zelf wordt sporadisch toegepast. Wel zijn er ontwikkelingen op dit vlak, met name op het gebied van intelligente PDA's met verschillende mogelijkheden.

Het gebruik van 3D-systemen in deze fase zijn er vooral in planning, coördinatie, kostenbewaking, voortgangsrapportage, machine aansturing en processimulatie. Over het algemeen activiteiten die meer in de bouwkeet plaatsvinden dan op de bouwplaats.

Toch kunnen we spreken van een koppeling tussen bouwplaats en kantoor. Data die op de bouwplaats wordt gegenereerd, zoals bestede uren, detailplanning, rapportages, voortgangsregistratie en registratie van gebruikte materialen worden direct vanaf de bouwplaats ingevoerd en gekoppeld aan het BIM-model. Bijvoorbeeld middels digitale fotografie kan de werkelijke voortgang worden getoetst aan het virtuele BIM-model. Eventuele wijzigingen tijdens het bouwproces kunnen ook direct worden doorgevoerd in het BIM-model, zodat ook bij oplevering een correct en up-to-date (as-built) BIM-model beschikbaar is voor gebruik tijdens de beheerfase. Hierdoor ontstaat een compleet geïntegreerde Supply Chain.

#### *6.2.2.6 Nazorg/beheer*

In de beheerfase heeft een BIM-systeem een voorname rol bij het asset management.

Een compleet 3D-systeem van een project geeft alle informatie over de huidige status van het object. Tevens kan men hieraan informatie koppelen over werkgegevens van de apparatuur en de bouwstenen, garantiebepalingen, wat is waar aangeschaft, signalering voor onderhoud en de planning van onderhoud.

### **6.3 Functies van de 'BIM'-systemen**

#### *6.3.1. Algemeen*

Naast de verschillende processen of fasen in een bouwproces kan men ook verschillende functies definiëren die moeten worden uitgevoerd en evt. gebruik (kunnen) maken van de BIM-systemen.

Om de verschillende functies goed samen te kunnen laten werken, moet een methodiek worden ontwikkeld waarbij het te realiseren bouwwerk eerst als driedimensionaal model (3D-CAD) wordt gerealiseerd. Daarbij wordt het bouwwerk in objecten (funderingspalen, landhoofden, brugliggers, etc.) gedecomposeerd en wordt informatie toegevoegd aan deze objecten. De objecten en informatie worden in een centraal productmodel of Bouw Informatie Model opgeslagen.

Uit dit centraal productmodel kan informatie worden geëxtraheerd en informatie worden teruggeplaatst. Denk daarbij aan het simuleren en controleren van de planning (4D), het maken van calculaties en begrotingen (5D), het uitvoeren van constructieve berekeningen, het visualiseren van het bouwwerk, het genereren van 2D-werktekeningen en het coördineren tussen verschillende disciplines.

Om inzicht te krijgen in de mate waarin en op welke wijze 3D-systemen kunnen worden ingezet om de samenwerking tussen de functies te bevorderen en zodoende de waardevermeerdering in de keten te optimaliseren, zijn deze functies eerst beschreven.

#### *6.3.2 Tekenen/modelleren*

Een plan begint veelal met een simpele tekening of schets. Vingeroefeningen om een beeld te vormen van het plan en om de uitgangspunten te kunnen definiëren en vastleggen.

Het tekenen wordt steeds gedetailleerder naarmate het project vordert.

In de traditionele bouw gebeurt het tekenen veelal nog op basis van 2D informatie en worden plattegronden, aanzichten en doorsneden gemaakt. In een 2D systeem zijn geen relaties tussen de plattegronden, aanzichten en doorsneden en dit is vaak een bron van fouten die in de praktijk (uitvoering) resulteren in faalkosten.

De onderzochte systemen zijn alle in staat om te gaan met zogenaamde informatie die in 3 dimensies wordt vastgelegd (3D systemen). We spreken bij de bediening van deze systemen veel meer over modelleren dan over tekenen.

Elk systeem heeft een eigen modelleertechniek. Er zijn systemen die met solid models werken en op basis van booleaanse operaties het model opbouwen (veelal in machinebouw, auto-industrie). Andere systemen werken met 3D objecten zoals ramen en deuren, die eigenschappen bezitten aan de hand waarvan intelligente objecten ontstaan. Weer andere systemen gaan nog uit van de 2D teken techniek en laten de gebruiker in 2D werken, terwijl er direct een 3D model wordt opgebouwd.

### *6.3.3 Rekenen/engineering*

Naast het ontwerpen van een plan, moet dit plan ook op alle gebieden in detail worden uitgewerkt. Sterkteberekeningen, volumeberekeningen, diverse constructiemogelijkheden, elk facet wordt zorgvuldig gedetailleerd. Hierbij komen verschillende disciplines samen in het totaalontwerp. Een goed integraal gebruik van het ontwerp is dan ook essentieel voor het uiteindelijke plan. De mate waarop de verschillende disciplines kunnen samenwerken in het model zal ook sterk de kwaliteit en efficiëntie van het gehele project bepalen.

In de huidige systemen worden de mogelijkheden van deze constructieve analyse als belangrijk gezien. Producten hebben verschillende uitgangspunten bij de koppeling naar systemen voor constructieve analyse. Zo zijn er producenten die ervoor zorgen dat er een goede koppeling beschikbaar komt met één belangrijk rekensysteem. Andere producenten zorgen voor een open interface naar rekensystemen. Weer andere zorgen op basis van acquisities dat de constructieve analyse functionaliteit in het eigen pakket beschikbaar komt.

### *6.3.4 Visualisatie*

Visualiseren kan op vele manieren. In deze paragraaf worden de verschillende methodieken van visualiseren en de wijze waarop een visualisatie kan worden beleefd, beschreven.

#### Stills

Met behulp van CAD-tekenprogramma's wordt tegenwoordig veel direct driedimensionaal getekend en ontworpen. Een groot voordeel hiervan is dat men ook in staat is om snel en eenvoudig een driedimensionale tekening uit de computer te laten komen welke gebruik kan worden voor presentatie.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen twee soorten 3D-tekeningen: Een draadmodel en een vlakkenmodel.

Een draadmodel geeft alleen de lijnen aan tussen twee (hoek)punten. Er kan dus ook altijd door een draadmodel heen gekeken worden alsof het transparant is. Soms is dit zeer handig, omdat op deze manier snel een overzicht wordt verkregen van het ontwerp. Een nadeel van een draadmodel is dat bij complexe ontwerpen het overzicht verloren kan gaan door de enorme hoeveelheid lijntjes in beeld.

Een vlakkenmodel komt vaak beter overeen met de manier waarop we de werkelijkheid beleven. De vlakken tussen de punten (facetten) worden daadwerkelijk opgevuld, zodat we een muur ook als een vlak zien. Er kan niet door de muur heen gekeken worden en ervaren dus het computermodel zoals we de echte wereld ook ervaren.

Een enorm voordeel van 3D-ontwerpen is dat we elk gewenst standpunt een plaatje kunnen maken. Dit plaatje kan worden uitgeprint en als presentatiemiddel worden gebruikt.

Het is zelfs mogelijk om in een 3D-computermodel belichtingseffecten, schaduwwerking e.d. te verwerken. Hierdoor kan ook veel sfeer in een ontwerp worden gebracht. Voor de invulling van de individuele vlakken kan gebruik gemaakt worden van texturen. Dit zijn foto's van verschillende materialen zoals, hout, stof, stucwerk e.d. Met deze texturen kunnen de vlakken worden "beplakt" zodat ook hiermee weer een hogere mate van realisme kan worden bereikt.

De kwaliteit van een still is onder meer afhankelijk van de resolutie die bij de berekening van de beelden wordt opgegeven.

Een still kan eenvoudig worden aangepast. Wijzigingen worden in het model doorgevoerd en er kunnen nieuwe prints worden gemaakt.

#### Animatie

Een logisch vervolg op een 3D-computertekening is een animatie. Een animatie is een serie computertekeningen achter elkaar geplaatst zodat deze kunnen worden afgespeeld als een filmpje.

Dit is hetzelfde principe van de endoscoop, namelijk een dynamische ruimtelijke beleving van iets wat in werkelijkheid nog niet bestaat.

## VR

- Virtual reality (VR) is een nieuwe computertechnologie waarmee het mogelijk is om een (nog) niet bestaande (of niet meer bestaande) driedimensionale wereld te creëren en welke vervolgens real-time en interactief kan worden ervaren. De wijze waarop deze virtuele wereld wordt ervaren is afhankelijk van het beoogde doel. We onderscheiden dan ook verschillende vormen van VR:
- Immersive VR: deze vorm van virtual reality is het meest bekend. Immersive (ondergedompeld) geeft aan dat we volledig in de virtuele wereld worden opgenomen. Zoveel mogelijk van onze zintuigen worden geprikkeld, zodat de virtuele wereld als bijna echt worden ervaren. Bij deze vorm van VR wordt veel gebruik gemaakt van de bekende VR-Helm oftewel HMD (Head Mounted Display) in combinatie met positiebepalers (tracking devices).
- Augmented Reality: hierbij wordt combinatie gemaakt tussen een werkelijke omgeving en een virtuele omgeving. Bij dit hybride systeem wordt d.m.v. een half doorzichtige HMD een niet bestaande situatie geprojecteerd in een bestaande ruimte.
- CAVE: de CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) is een VR-projectiemethode waarbij de gebruiker is omringd door vier grote projectieschermen welke kubusvormig zijn opgesteld. Door middel Integratie van het bouwproces door middel van stereoprojectie en speciale stereobrillen heeft de gebruiker het gevoel midden in de virtuele wereld te staan.
- Desk-Top VR: bij Desk-Top VR wordt gebruik gemaakt van normale PC's of werkstations, eventueel in combinatie met stereobrillen. Deze vorm van VR stijgt in populariteit omdat de rekenkracht van een standaard PC enorm stijgt en zodoende VR in de gewonde werkomgeving kan worden geïntegreerd.

### Specifieke kenmerken van VR:

Vergeleken met eerder beschreven visualisatietechnieken heeft VR een aantal unieke en specifieke kenmerken. In het algemeen kan worden gesteld dat VR een volledig nieuwe interface is tussen mens en machine (computer). Met behulp van de computer kunnen al reeds lange tijd verregaande simulaties worden gecreëerd, als mens kunnen we deze simulaties echter alleen via een toetsenbord en later via de muis manipuleren. Een zeer onnatuurlijke manier van beleving van de gesimuleerde werkelijkheid. Daarnaast konden we nauwelijks spreken van interactie. Bij een wijziging in een model kostte het al snel enkele minuten om het gevolg van deze wijziging te kunnen tonen. En zelfs dan wordt nog naar een enkel statisch en zelfs 2-dimensionaal plaatje gekeken. Hierbij kan nog niet echt gesproken worden van een artificiële werkelijkheid.

### 3D:

Een specifiek kenmerk van VR is het feit dat gebruik wordt gemaakt van een driedimensionale representatie van de werkelijkheid. Dit is een absolute voorwaarde om enige mate van realisme te verkrijgen. De mens ervaart de werkelijke wereld immers ook driedimensionaal. De derde dimensie kan door apparatuur als HMD's en Stereobrillen worden ervaren.

Er wordt in een virtuele wereld vaak gebruik gemaakt van texturen. Deze texturen worden op oppervlakten geplakt zodat deze de uiterlijke structuur van het materiaal krijgen. Bij het opplakken van texturen is vaak geen sprake meer van 3D. Er wordt immers een plat plaatje op het oppervlakte geplakt. De mate waarop dit gebeurt bepaald de mate van realisme. Als bijvoorbeeld de textuur (afbeelding) van een volledig gebouw op een vlak wordt geplakt zal dit niet reëel overkomen. Wordt deze textuur echter in stukken geknipt en vervolgens in stukjes op een in 3D uitgewerkt model geplakt ontstaat een beeld dat meer voldoet aan onze werkelijke beleving.

### Object georiënteerd:

Een VR-model dient uit afzonderlijke objecten te bestaan. Dit houdt in dat elk object, bijvoorbeeld tafel, stoel, knopje, e.d. dat afzonderlijk moet kunnen worden gemanipuleerd ook als los element in de virtuele wereld moet worden gedefinieerd. Op deze manier wordt bereikt dat naast het aanschouwen van de virtuele wereld ook interactie met de afzonderlijke objecten wordt gerealiseerd. Tevens wordt het mogelijk om elk object afzonderlijk eigenschappen en gedrag toe te kennen.

#### Real-time interactie:

Een voorwaarde om een virtuele wereld te ervaren is dat we real-time interactie met deze wereld kunnen hebben. Real-time interactie betekent dat handelingen die worden verricht in de virtuele wereld direct worden verwerkt en dat ook direct het effect of resultaat van deze handelingen wordt "ervaren". Direct is hierin een relatief begrip. Onze menselijke hersenen zien 24 statische beeldjes aangeboden binnen een (1) seconde als een dynamisch proces. We zullen in dit geval de visuele perceptie hebben van een natuurlijke reactie op onze beweging. Dat de beelden ook grafisch echt moeten lijken voor een volledig natuurlijke visuele perceptie zal duidelijk zijn.

Het vergt enorm veel computerkracht om met de bovengenoemde snelheid de computer te laten berekenen wat het resultaat is van ons handelen.

Afhankelijk van de toepassing kan een meer of minder geavanceerde visualisatie methode worden gebuikt voor de ervaring van een virtuele wereld.

De meest bekende en meest gebruikte methode is een beeldscherm. We kunnen bij het gebruik van een beeldscherm echter nauwelijks spreken van immersie (onderdompeling).

Voor veel VR-toepassingen wensen we over het algemeen een groter gezichtsveld (75° tot 120°. Met een HMD kan deze beeldhoek worden bereikt, echter de scherpte van een HMD is vaak aanzienlijk minder dan een normaal beeldscherm.

Een andere mogelijkheid om een grotere beeldhoek te verkrijgen is het monteren van verschillende schermen aaneen zoals bijvoorbeeld een CAVE.

#### *6.3.5 Coördineren*

Omdat er binnen een bouwproject veel verschillende werkzaamheden door veel verschillende disciplines wordt uitgevoerd is coördinatie tussen deze disciplines van zeer groot belang. Coördinatie van het gehele proces dient centraal te gebeuren. Een objectgeoriënteerde 3D-model lijkt een perfect gegeven om alle input van de verschillende disciplines te verenigen. Hierdoor kan men ook vanuit het 3D model analyses uitvoeren op wijzigingen. Als er in het 3D model een relatie ligt tussen alle objecten in het model, wordt ook het effect van een wijziging zichtbaar op andere objecten.

Coördinatie in een 3D model gebeurt voor een groot deel op basis van grafische informatie. Aangezien de gemodelleerde objecten intelligentie bezitten kunnen zogenaamde "interference checks" of "clashes" worden gedetecteerd in het model. Zo kan bijvoorbeeld gedetecteerd worden dat een ventilatiekoker dwars door een betonnen balk is gemodelleerd.

Daarnaast vindt coördinatie ook plaats op basis van tekstuele informatie in bijvoorbeeld e-mails, memo's, faxen, spreadsheets, etc. Deze documentatie die het model in meer detail beschrijft wordt vastgelegd in document management of product data management (PDM) systemen. De huidige 3D CAD systemen die voor de GWW sector geschikt zijn spelen steeds meer in op de mogelijkheden voor het vastleggen van deze tekstuele informatie gerelateerd aan objecten in het model.

#### *6.3.6 Calculeren*

Als een ontwerp juist is uitgewerkt en alle individuele objecten voldoende informatie en intelligentie bezitten kan dit een enorme toegevoegde waarde hebben in het calculatieproces.

In de systemen zijn objecten gemodelleerd en op basis van de toegekende eigenschappen bezitten de objecten intelligentie. Daarnaast zijn de meeste systemen ook in staat om zogenaamde "niet gemodelleerde objecten" vast te leggen in het systeem. Dit is in het geval van een begroting of calculatie van groot belang, omdat niet alle onderdelen van het project in detail hoeven te worden uitgewerkt.

Daarnaast werken een groot aantal systemen met zogenaamde recepturen voor objecten op basis waarvan een gedetailleerde begroting kan worden gemaakt. Deze recepturen gebruiken lengte-, oppervlakte- en volume-gegevens van de objecten om de totale kosten voor het realiseren van het object te bepalen. Voor de realisatie van een betonnen wand is immers niet alleen een hoeveelheid beton nodig, maar ook wapeningsstaal, afstandhouders, bekisting, arbeid en machines.



### 6.3.7 Plannen

Planning is van essentieel belang in een bouwproces. Als een project goed in 3D is opgezet kan het model ook dienen als plannings- en simulatietool.

Diverse tijdgerelateerde gegevens kunnen worden gekoppeld aan de objecten, bijvoorbeeld de datum waarop een object gerealiseerd wordt, maar ook wanneer een object op de bouwplaats geleverd moet worden, wanneer een object onderhoud nodig heeft, etc. Op basis van deze gegevens kan een simulatie gemaakt worden van het realisatieproces, kan beoordeeld worden of bouwkransen op de beste locatie worden geplaatst en kunnen besluiten worden genomen over eventuele planningswijzigingen.

Daarnaast kan gedacht worden aan het efficiënter inplannen van leveranties op de bouwplaats (Just in Time delivery). Door de toeleverancier inzicht te geven in het model en de planning kan de supply chain worden geoptimaliseerd.

## 6.4 Belangrijke feiten van BIM-systemen

De navolgende aandachtspunten zijn hier van belang.

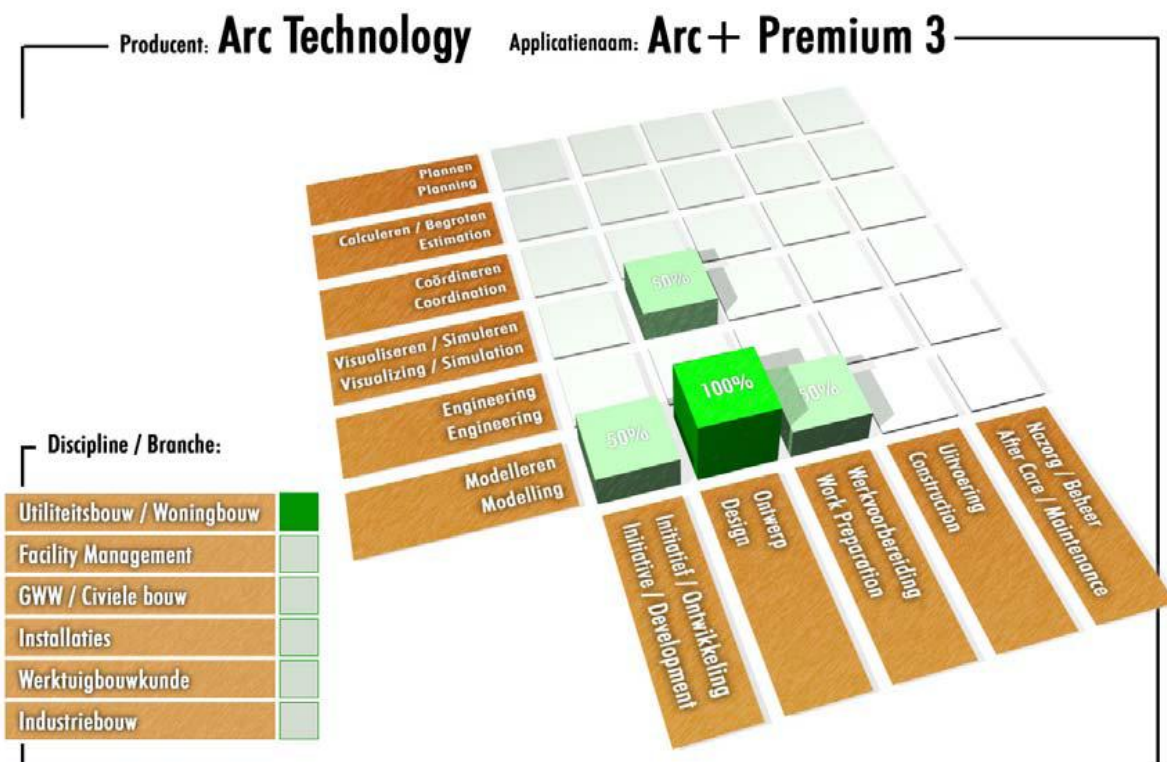
Voor het literatuuronderzoek is een set gegevens gedefinieerd aan de hand waarvan elk onderzocht 3D-systeem is beschreven. De tabel hierna beschrijft deze gegevens.

Producent	Wie is de officiële producent van het systeem
Applicatiennaam	De naam die de producent aan het systeem heeft gegeven
Korte omschrijving	Korte omschrijving van het systeem
Land van origine	Vestigingsplaats van de producent van het systeem
Belangrijkste functie	Functionaliteit van het systeem waarin een link gelegd wordt met de functies binnen een GWW-project
Belangrijkste discipline	In welke discipline wordt het systeem het meest gebruikt
Laatste versie	Wat is het laatst bekende versienummer van het systeem
Website	Website van het systeem of producent van het systeem
Lokale website	Evt. website van Nederlandse leverancier
Leveranciers NL	Gegevens Nederlandse Leverancier(s)
Uitwisselingsformaten	Bestandsformaten die door het systeem worden ondersteund
Integratie met andere systemen	Met welke andere producten heeft dit product al standaard een koppeling, zodat de systemen integraal gebruikt kunnen worden.
Gebruikersgroep NL	Bestaat er een gebruikersgroep in NL
# Gebruikers NL	Aantal gebruikers in NL (totaal en in de bouw)
# Gebruikers Europa	Aantal gebruikers in Europa (totaal en in de bouw)
# Gebruikers Wereld	Aantal gebruikers wereldwijd (totaal en in de bouw)
Kosten per werkplek	Geschatte kosten per werkplek, gebaseerd op licentieprijs per seat en het jaarlijkse onderhoudsbedrag

### 6.5 Matrices

Om een juist beeld te kunnen krijgen van de toegevoegde waarde van BIM-systemen in de verschillende fasen van het bouwproces is een analyse-matrix ontwikkeld. In deze matrix kan elk BIM-systeem individueel belicht worden doordat de fasen van het bouwproces worden geconfronteerd met de beschikbare functies (zoals beschreven in paragraaf 6.3) van de systemen.

Voorbeeld:



Aan de hand van deze matrix kan snel een beeld worden verkregen welke systemen meer of minder geschikt zijn voor het beoogde doel.

## 7. Juridische aspecten

Prof.mr. dr. Monika Cao-Duivis, o.a. directeur van het Instituut voor Bouwrecht te Den Haag en hoogleraar bouwrecht aan de TU Delft heeft een artikel geschreven over juridische implicaties van het werken met BIM. Daarin gaat zij in op de gevolgen die het werken met BIM heeft voor het intellectuele eigendom, de aansprakelijkheid voor fouten in het uiteindelijke ontwerp en het gebruik van de bekende bouwcontractmodellen.

Zij stelt daarin dat BIM een methode is om samenwerken te faciliteren, maar dat het geen nieuwe intellectuele eigendomsvragen oproept. Hetzelfde geldt voor de aansprakelijkheid voor fouten, waarbij uiteraard geldt dat eventuele fouten veel sneller zullen worden onderkend, ook omdat de deskundigheid van de uitvoerende partij veel eerder in het proces wordt ingebracht.

Het artikel stelt wel dat geïntegreerde contractmodellen als de UAV-GC vaker zullen worden gebruikt. Geconcludeerd wordt dat het werken met BIM ten principale niet anders is dan het werken met andere technische methoden. Toch is het wel aan te raden een aantal op het werken met BIM toegespitste afspraken te maken.

In een presentatie over dit onderwerp concludeert de auteur dat het recht BIM nog niet faciliteert, maar ook geen belemmering vormt. Wel acht zij het absoluut noodzakelijk om:

- een set van algemene voorwaarden toegesneden op deze problematiek te gebruiken als annex/addendum op UAVm DNR en UAV-GC 2005,
- deze algemene voorwaarden breed gedragen te laten worden door de sector.

## 8. Praktijkprojecten/showcases

Veel bedrijven denken nog na over de implementatie van BIM in hun organisatie en oriënteren zich bij collega's over hun ervaringen. Er is gelukkig een toenemend aantal voorbeelden te noemen van bedrijven die het voortouw hebben genomen bij het werken met BIM en die hun organisatie daarop hebben aangepast. Onderstaand worden enkele praktijkvoorbeelden genoemd. Kijk voor meer voorbeelden op [www.bouwinformatieraad.nl](http://www.bouwinformatieraad.nl).

### *Duiker Nancy Zeelenbergsingel, Rotterdam*

Een van de proefprojecten van Gemeentewerken Rotterdam in het kader van BIM was het ontwerp van een duiker, bestaande uit betonnen elementen. Het betrof een relatief eenvoudig en routinematig project dat zich leent om ervaring op te doen. Ontwerpen met een BIM houdt in dit (en andere) gevallen in dat het bouwwerk in relatie met zijn omgeving wordt beschouwd. Daarvoor zijn de x- en y-coördinaten ontleend uit het gemeentelijke GIS-model. De centrale persoon in dit (en andere BIM-projecten) is niet de projectleider, maar de BIM-coördinator. Deze bewaakt het proces van het toevoegen van gegevens door de verschillende partners en de datastroom met de verschillende reken-, teken- en planningspakketten die daarbij worden gebruikt. Aan elk element van de constructie worden gegevens gekoppeld over materiaal en 3D-afmetingen, alsmede over planning (4D) en begroting (5D). Ook gegevens uit geotechnische rapporten zoals de draagkracht van palen, kunnen aan het BIM gekoppeld worden.

In het geval van dit duikerontwerp heeft men veel profijt gehad van de zogenoemde clash control: de plaats van de geprojecteerde duiker bleek te conflicteren met een ondergrondse waterleiding.

### *Architectenbureau*

Voor Kokon Architectuur & Stedenbouw in Rotterdam is werken met een BIM een middel om faalkosten terug te dringen en ketenintegratie te realiseren, samen met de aannemer en opdrachtgever. Sinds 2009 worden alle projecten ontworpen met het programma Revit, dat werkt binnen de BIM-omgeving. Het werken hiermee heeft ook als voordeel dat opdrachtgevers en eindgebruikers al in een vroeg stadium van het ontwerp een 3D voorstelling van hun project kunnen krijgen. Het bureau heeft hierbij zelf een animatie ontwikkeld met een virtuele wandeling door de wijk en de gebouwen. Het technische traject vereist een wijze van modelleren waarin (indien voorhanden) gebruik wordt gemaakt van de bibliotheek van de aannemer. Daarmee is het mogelijk om voor hem een prijscalculatie 'op maat' te maken en productietekeningen voor zijn specifieke toeleveranciers. Deze productietekeningen worden digitaal op elkaar afgestemd door ze te controleren op 'clashes'. Meer informatie: [www.kokon.nl](http://www.kokon.nl) nog afstemmen met Kokon

### *Restauratie collegezalengebouw C Erasmus Universiteit Rotterdam*

Het C gebouw maakt deel uit van het complex Woudestein van de EUR en bestaat uit verschillende ruimten, waaronder diverse grote en kleine collegezalen, studieruimten en kantoren. Het gebouw is een naorlogs monument en moet visueel worden teruggebracht in de oorspronkelijke staat. Dat houdt in dat bij de restauratie alleen het betonnen casco blijft staan en er nieuwe installaties op het gebied van verwarming, ventilatie, audio-visuele voorzieningen en veiligheid worden aangebracht.

Bij de aanbesteding heeft de beheerder, de EUR, het gebruik van BIM verplicht gesteld. De opdrachtnemer, de firma Breijer, voert de opdracht integraal met eigen partijen uit, dus inclusief het slopen en vervangen van de bestaande bouwkundige onderdelen en installaties.

In grote lijnen ontving de opdrachtnemer hier een BIM met de bestaande casco-constructie, voegde daar zijn eigen gegevens ten aanzien van de restauratie aan toe en leverde het BIM weer terug aan de opdrachtgever, die het model zal gaan gebruiken als basis voor de beheer- en onderhoudsfase van het C gebouw.

Bij de overdracht van het model van opdrachtgever naar opdrachtnemer en andersom moeten goede afspraken gemaakt worden om de verwachtingen over en weer op elkaar af te stemmen, met name over de mate van gedetailleerdheid van het model. In dit geval is er voor gekozen dat de opdrachtnemer twee 3D-modellen maakte: één met de hoofdconstructie en belangrijkste installatieonderdelen (as built) en één meer gedetailleerd model dat nauw is afgestemd op de behoeften van degenen die het dagelijkse beheer en het geplande onderhoud moeten uitvoeren. Deze twee modellen zijn door de opdrachtnemer weer 'teruggeleverd' aan de opdrachtgever.

Voor de firma Breijer was dit restauratieproject nieuw wat het gebruik van een BIM betreft. Het project is volledig intern door eigen mensen uitgevoerd, inclusief de modellering van onderdelen. Bij dit restauratieproject konden geen standaard-onderdelen zoals luchtbehandelingskanalen worden toegepast, die bij nieuwbouw als objectenbibliotheek kunnen worden ingebracht in het model. Het bedrijf heeft bij dit project veel ervaring opgedaan met het BIM(men), waarbij men ook binnen het bedrijf moest wennen aan de andere rollen en een andere manier van samenwerken. De ervaringen waren echter positief en men heeft als evaluatie een draaiboek opgesteld voor de toekomstige samenwerking (met derden), waarin wederzijdse verwachtingen en praktische zaken als uitwisseling van gegevens en andere BIM gerelateerde procedures tot in detail zijn geregeld.

## 9. Hoe nu verder? (links, literatuur, onafhankelijke adviseurs)

### Websites

#### *Algemeen:*

[www.bouwinformatieraad.nl](http://www.bouwinformatieraad.nl)

[www.curbouweninfra.nl](http://www.curbouweninfra.nl)

[www.crow.nl](http://www.crow.nl)

[www.stabu.org](http://www.stabu.org)

[www.sbr.nl](http://www.sbr.nl)

[www.bimcaseweek.nl](http://www.bimcaseweek.nl)

#### *Bouwafsprakenstelsels:*

[www.nlcs-gww.nl](http://www.nlcs-gww.nl)

[www.buildingsmart.com](http://www.buildingsmart.com)

[www.etim.nl](http://www.etim.nl)

[www.ifd-library.com](http://www.ifd-library.com)

[www.coinsweb.nl](http://www.coinsweb.nl)

[www.visi.nl](http://www.visi.nl)

*Onafhankelijke adviseurs, die organisaties objectief adviseren bij de implementatie van BIM:*  
zie de website van de BIR ([www.bouwinformatieraad.nl](http://www.bouwinformatieraad.nl)).