

Afstudeeronderzoek

# BIM BIJ KLEINE PROJECTEN

De voordelen van BIM voor een zelfstandige bouwkundig adviseur

## SCRIPTIE

*Stadium:* P5  
*Datum:* 31 oktober 2012

*Uitgegeven door:* Frank Jägers  
*Studienummer:* 1067257

*Hoofdmentor:* dr.ir. A. Koutamanis (sectie Design & Construction Management)  
*Tweede mentor:* dr.ir. Matthijs Prins (sectie Design & Construction Management)  
*Gecommitteerde:* dr.ir. Remon Rooij (sectie Spatial Planning & Strategy)

*Opleiding:* Technische Universiteit Delft, Faculteit Bouwkunde  
*Afdeling:* Real Estate & Housing (RE&H)  
*MSc.-Laboratory:* Design & Construction Management

# AFSTUDEERPROJECT

*Titel* **BIM bij kleine projecten**  
De voordelen van BIM voor een zelfstandige bouwkundig adviseur

*Stadium:* P5

*Universiteit:* TU Delft  
Faculteit Bouwkunde

*Afdeling:* Real Estate & Housing

*Laboratorium:* Design & Construction Management

*1e mentor:* dr.ir. A. Koutamanis (sectie Design & Construction Management)

*2e mentor:* dr.ir. Matthijs Prins (sectie Design & Construction Management)

*Gecommitteerde:* dr.ir. Remon Rooij (sectie Spatial Planning & Strategy)

## Presentatie P4

*Locatie:* Faculteit Bouwkunde

*Zaal:* A

*Datum:* 31 oktober 2012

*Tijd:* 11:00 – 11:45 uur

*Afbeelding voorblad:* 3D-afbeelding van het interieur van loods van casus 2.

## Personalia

*Naam:* Frank Jägers

*Studienummer:* 1067257

**LinkedIn** : <http://nl.linkedin.com/in/fjagers>



## Colofon

*Uitgegeven door:* Frank Jägers te Katwijk ZH

*Opleiding:* Technische Universiteit Delft, Faculteit Bouwkunde

*Afdeling:* Real Estate & Housing (RE&H)

*MSc.-Laboratory:* Design & Construction Management

---

## DEFINITIES

<i>BIM</i>	<p>Bouw Informatie Model (zelfstandig naamwoord)</p> <p>Een Bouw Informatie Model (BIM) is een digitale voorstelling van fysieke en functionele eigenschappen van een bouwwerk. Het betreft de gehele digitale verzameling van tekeningen, presentaties, teksten en berekeningen van een bouwwerk.</p> <p>BIM heeft vooral de bedoeling om deze voorstelling van fysieke en functionele eigenschappen van een bouwwerk, die vaak door verschillende betrokkenen zowel geleverd zijn en ook worden toegepast bij besluitvorming, integraal op elkaar af te stemmen. In initiatiefase of ontwerpfase spreekt men daartoe vaak verplichtend van te voren met zowel ontwerpers en uitvoerenden als met opdrachtgevers af welke software voor welke gegevens toegepast zal worden.</p> <p>Deze digitale voorstelling fungeert als een gedeelde kennisbron met informatie van het bouwwerk en vormt een basis voor het nemen van de besluiten vanaf de initiatiefase, de ontwerpfase, de uitvoeringsfase en ook gedurende de hele levenscyclus van het bouwwerk.</p>
<i>BNA</i>	Algemene Nederlandse beroepsvereniging van architecten
<i>Bouwend Nederland</i>	Vereniging van bouw- en infrabedrijven
<i>DBM</i>	<p>Design-Build-Maintain (Contractmodel)</p> <p>Het samenvoegen van ontwerp, uitvoering en onderhoud heeft als voordeel dat de specialistische bouwproces- en materiaalkennis van de aanbieder wordt verwerkt in alle fasen. De aanbieder biedt, in zijn ogen, het beste gebouw aan dat voldoet aan de eisen van de opdrachtgever voor een laag mogelijke prijs.</p>
<i>DBFMO</i>	<p>Design, Build, Finance, Maintain en Operate (Contractmodel)</p> <p>De essentie is het integreren van de bouwfasen. Hierdoor kan brede kennis worden ingebracht. Kennis van de ontwerper of bouwer voor in het proces, maar ook van de gebruiker en de schoonmaker of onderhoudsman. Gezamenlijk wordt de huisvestingstaak uitgevoerd. (Bosch, 2007)</p>
<i>IPD</i>	<p>Integrated Project Delivery (Contractmodel)</p> <p>IPD is een contractmodel die mensen, systemen, bedrijfsstructuren en werkmethoden integreert in een proces dat samen maakt gebruik van de talenten en inzichten van alle deelnemers om de projectresultaten te optimaliseren, waarde voor de eigenaar te verhogen, afval te verminderen en de efficiëntie te maximaliseren door alle fasen van ontwerp, fabricage, en de bouw.</p>
<i>NEPROM</i>	Vereniging van Nederlandse Projektontwikkeling Maatschappijen. NEPROM is de branchevereniging van de projectontwikkelaars in Nederland (Vereniging van Nederlandse Projektontwikkeling Maatschappijen).
<i>NLingenieurs</i>	Brancheorganisatie van Nederlandse advies- en ingenieursbureaus (In de plaats getreden van de ONRI, de Orde van Nederlandse Raadgevende Ingenieurs).

*Rgd*

Rijksgebouwendienst is de huisvester van de rijksoverheid met als doel veilige en duurzame huisvesting.

## DANKWOORD

Ik bedank iedereen die op welke wijze dan ook heeft bijgedragen aan de totstandkoming van het afstudeeronderzoek “BIM bij kleine projecten”.

In het bijzonder bedank ik:

- Mijn mentoren Alexander, dr.ir. A. Koutamanis, en Matthijs, dr.ir. M. Prins, voor hun wijze van begeleiden, voor hun kritiek, voor hun suggesties, voor de steun en het vertrouwen.
- Mijn voormalig hoofdmentor Koos, ir. J. Vercouteren, voor zijn tomeloze vertrouwen en begeleiding.
- Mijn afstudeerbegeleider Sirk, ir. S.J. Guldener, voor het overleg en voor de wijsheden tijdens de ritten terug.
- Mijn ouders, mijn zus, mijn zwager, Dominique en Tom voor de interesse en voor het vertrouwen.
- Willem voor zijn weerwoord, uitgebreide hulp en voor zijn openheid.
- Simon-Pieter voor de broodnodige ontspanning en adviezen.
- Sebastiaan, Jan-Willem, Nathalie voor hun interesse en adviezen.
- Mijn vriendin Mies, zonder haar was het niet gelukt, voor de ruimte, voor het enorme geduld, voor de opofferingen, voor alles.

## VOORWOORD

De afgelopen jaren heb ik werkervaring opgedaan bij diverse organisaties. Ik ben werkzaam geweest als projectleider/werkvoorbereider bij een kleine aannemer. Daarna ben ik samen met een compagnon een bouwkundig adviesbureau gestart. Tijdens deze periode werd ik ruim twee jaar als assistent-projectleider door een vastgoedontwikkelaar van een Amsterdamse woningcorporatie ingehuurd.

De problemen die ik in de dagelijkse praktijk tijdens mijn werk ben tegengekomen, heb ik geprobeerd te analyseren. Doordat er in bouw projecten veel wordt gewerkt met verschillende disciplines wordt de communicatie op de proef gesteld.

Enkele voorbeelden:

- De afwezigheid van mijn ervaring als projectleider/werkvoorbereider heeft geleid tot verkeerde verwachtingen van collega's en vaklui. De verschillen tussen de vaklieden was enorm. Bij vaklieden met 40 jaar ervaring gingen de simpelste onderdelen, zoals op tijd afroepen van onderdelen, mis. Achteraf bleek dat zij nooit zoveel verantwoordelijkheden kregen. Zij waren nu van timmerman tot meewerkend uitvoerder gebombardeerd. Voor mij was dit een aanleiding om zo veel mogelijk informatie van een project door te spreken. Dit leidde weer tot een overkill aan informatie. Uiteindelijk lukte het om voor ieder meewerkend uitvoerder een standaard aan werkbare informatie vast te stellen. Daarna aangevuld met specifieke risico's van elk project. Ik had nu geleerd dat niets vanzelfsprekend is.
- Bij diverse projecten van de aannemer was de werkvoorbereiding en inkoop al begonnen toen ik deze overnam. Door gebrekkige vastlegging was vaak niet duidelijk welke afspraken er waren gemaakt. Daarnaast waren verschillende uitvoeringsproblemen niet voldoende uitgezocht. Dit leidde tot teleurstelling bij de opdrachtgever. De opdrachtgever, en de architect, moest(en) op het laatste moment akkoord gaan met een mindere oplossing als vooraf bedacht en verwacht.
- Bij het aanvaarden van de functie als assistent-projectleider ben ik voor de tweede maal met een niet gestructureerd introductiebeleid in aanraking gekomen. De manier van werken was van collega tot collega verschillend. Het was echt zoeken! Procedures waren vastgelegd, maar werden niet gebruikt of waren onbekend. Na twee jaar ploeteren en heb ik kunnen bijdragen aan het opstellen van een afdelingshandboek, het nieuwe Programma van Eisen (PvE) en een standaardwaarderingscore voor de beoordeling van aanbestedingen.

Tijdens een uitgebreide zoektocht naar een oplossing voor verschillende problemen die ik in het werkveld ben tegengekomen, ben ik in aanraking gekomen met BIM. BIM is een relatief nieuwe tool om door middel van ICT de processen binnen een bouwproject effectiever te laten lopen. De combinatie van ICT en de bouw heeft mij altijd ontzettend geboeid. Het heeft mij er toe doen besluiten om mijn scriptie te schrijven over het gebruik van BIM door zelfstandige bouwprojectmanagers bij opdrachten van kleine omvang

Al met al kan ik concluderen dat het proces om deze scriptie af te ronden een bijzonder uitdagende klus is geweest waarbij mijn doorzettingsvermogen en creativiteit aardig op de proef is gesteld.

## SAMENVATTING

Uit onderzoek van USP (USP, 2010) blijkt dat faalkosten in de bouw gemiddeld ongeveer 5-13% van de omzet bedragen en dat terwijl de gemiddelde winst van aannemers 2% bedraagt. Uit het onderzoek van USP (USP, 2010) blijkt de omvang van faalkosten door slechte uitwisseling van informatie en communicatie in Nederland van gelijke grootte. Hetzelfde onderzoek laat zien dat de slechte uitwisseling van informatie en communicatie met name in de ontwerpfase, werkvoorbereidingsfase en uitvoeringsfase voorkomen en de omvang wordt geschat op een kwart van de faalkosten.

Om de faalkosten te verkleinen is er verbetering nodig:

- in de communicatie (juiste en duidelijke informatie die op de afgesproken datum wordt geleverd in een afgesproken formaat);
- in de tijd (optimale en realistische planning van werkzaamheden van alle belanghebbenden waarin alle afspraken met gebruikers, opdrachtgevers, leveranciers en adviseurs);
- in de vakkundige inbreng (vakkundige inbreng zodat de opdrachtgever realistisch(e) eisen opstelt, evenwichtige contracten, realistisch budgetten, uitvoerbaarheid in uitvoeringsfase, organisatie van personeel, duidelijke taken en verantwoordelijkheden van betrokkenen);
- in de procesbeheersing (beheersing wijzigingen van de eisen, vergunningverlening, planning, werkelijke situatie moet een weerspiegeling zijn van de bouwtekeningen, geïntegreerd informatiesysteem).

Uit de bovenstaande oplossingsrichtingen komt de wens naar een geïntegreerd model naar voren. Een model waarin alle informatie wordt gekoppeld en waarbij alle betrokkenen van het bouwproces in het ontwerpproces worden betrokken. Beoogde oplossingen zijn onder andere ketensamenwerking, just-in-time, lean bouwen, gebruik van BIM, ed. In dit onderzoek wordt op gebruikt van BIM toespitst.

### VERWACHTINGEN

Het toepassen van BIM **kan** diverse voordelen hebben ten opzichte van het traditionele proces. Met de nadruk op 'kan' wordt aangegeven dat het gebruik van BIM niet per definitie voor een opdrachtgever een kostengunstiger en/of kwaliteit hoogwaardiger resultaat betekent. Mogelijke voordelen van BIM (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008) (Smith & Edgar, 2008) (Kymell, 2008) (Chao-Duvis, 2009) (Smith & Tardif, 2009):

- delen van gegevens, zaken hoeven niet dubbel worden getekend;
- consistentie in de tekeningen (de plattegronden komen overeen met de doorsneden, gevelaanzichten en details);
- beter beheersen van het proces en de productie; verregaande prefabricage mogelijkheden en 'just in time' levering op de bouwplaats;
- inzicht verkrijgen door visualisatie van het gebouw;
- inzicht verkrijgen voor het daadwerkelijk bouwen (door simulatie);
- verschuiving van de aandacht naar het ontwerpproces kan leiden tot het verminderen van ontwerpfouten;
- verlagen van bouwkosten;
- door het tonen van opties met bijbehorende hoeveelheden, kosten en opbrengsten kan de beste oplossing worden gekozen. Hierdoor kunnen wijzigingen worden voorkomen in latere fasen;
- minder tot weinig verrassingen bij oplevering; bewuste tussentijdse controle mogelijk waardoor gevraagde kwaliteit bij oplevering.
- verminderen van bouwafval;
- versnellen van de bouwtijd, bouwen binnen de planning;
- gebruiken van BIM beeldmateriaal bij het maken van verkoop-/verhuurbrochures.

Het is onduidelijk welke voor- en nadelen BIM kan hebben bij initiatieffase/ontwerp/fase/werkvoorbereidingsfase van kleine opdrachten bij zelfstandige bouwprojectmanagers. De volgende punten zijn de basis voor het probleem:

- Generaliseren voordelen:
  - BIR geeft met OpenBIM enkele algemene voordelen van BIM.
  - Literatuur behandeld in paragraaf 1.4 geeft verschillende mogelijke voordelen.
  - Resultaten van mogelijke voordelen van toepassing van BIM staan duidelijk omschreven. Er wordt niet weergegeven hoe men dat kan bereiken en welke processen worden ingevoerd, verbeterd of verwijderd in de projectaanpak. Het is onduidelijk welke kennis, vaardigheid en materieel noodzakelijk is om BIM in te voeren bij bouwprojectmanager s.
- De onderstaande afstudeeronderzoeken concluderen dat BIM kan werken. De conclusies worden in grote mate gestoeld op de verwachtingen van ondervraagden. Het is niet bewezen door te toetsen:
  - In eerdere onderzoeken van afstudeerders van RE&H is onderzoek gedaan naar de rol van ICT in de bouwsector, in algemene zin. (Hooven, 2008) (Reniers, 2008)
  - In eerdere onderzoeken is onderzoek gedaan naar de kansen van implementatie van BIM bij aannemers. (Vree, 2010)
  - Er is één onderzoek geweest met het thema BIM bij kleine architectenbureaus. Hier is onderzocht of en hoe kleine architectenbureaus met BIM werken, en welke ervaringen zij met BIM hebben. (Leeuwis, 2012)
- Door te focussen op grote nieuwbouw projecten ontbreekt de kennis voor kleine opdrachten en voor kleine actoren, zoals een klein bouwkundig adviesbureau. Dit betekent dat ze de eerste slag missen en al direct achterlopen in de laatste ontwikkelingen. Door als pionier te opereren zou het mogelijk kunnen zijn om een ander of nieuw marktaandeel aan te boren.
- Het maken van een kosten-batenanalyse van de aangegeven veranderingen in het proces en het gebruik van BIM wordt in verschillende aanbevelingen gedaan.

Voor mij als zelfstandig bouwprojectmanager vervult het aspect *tijd* een grote rol. In de opdrachten is *tijd* de maatstaf van de duur van een project of dienst. Het gaat om de werkzaamheden in een afgesproken en beperkte tijd te verrichten.

In de prijsvormingsmethoden is *tijd* te definiëren als de duur van verrichting van de bouwprojectmanager. De keuze van de prijsvormingsmethode is in grote mate bepalend voor de wens van efficiënte productiviteit.

Bij regie worden de werkzaamheden verricht volgens vraag van de opdrachtgever. Er kan minder behoefte zijn om efficiënt met de tijd om te gaan. Kwaliteit van verrichte werkzaamheden en klanttevredenheid kunnen hierin belangrijker zijn.

Bij richtprijs is er een zekere mate van efficiëntie door de bovengrens van 110% van het budget in combinatie met het aantal te besteden uren. Als er meer uren worden besteed kunnen deze niet gefactureerd worden.

Bij aanneming is de wens om de werkzaamheden zo efficiënt mogelijk te laten verlopen het grootste. Hoe minder uren er besteed worden, hoe hoger de omzet. De omzetoptimalisatie mag echter niet ten koste van klanttevredenheid en kwaliteit van werkzaamheden gaan.

## PROBLEEMSTELLING

Volgend uit de analyse, is een hoofdprobleem geformuleerd:

**Het is onduidelijk welke bijdrage BIM, met betrekking tot tijdgebruik, in de initiatieffase/ontwerpfase/ werkvoorbereidingsfase van opdrachten van kleine bouwomvang voor zelfstandig bouwprojectmanager heeft.**

Als mogelijke oorzaak hiervan wordt de onzekerheid over het gebruik van BIM genoemd:

- Mogelijkheden van BIM voor zelfstandige bouwprojectmanagers in Nederland zijn onvoldoende bewezen en vastgelegd. De beoogde voordelen van toepassing van BIM, zoals winst in tijd, geldbesparing voor opdrachtgevers en reductie van faalkosten en toegenomen kwaliteit van het eindresultaat zijn onvoldoende gespecificeerd en/of bewezen.



- Ervaringen van gebruik van BIM door zelfstandige bouwprojectmanager zijn onvoldoende vastgelegd. Het is onbekend hoeveel zelfstandig bouwprojectmanagers BIM gebruiken en welke moeilijkheden of voordelen ze hebben ten opzichte van traditionele bouwprojectmanagers.
- De kosten van de implementatie en het gebruik van BIM zijn onvoldoende in kaart gebracht. Implementatie en gebruik van BIM brengt een kostenpost met zich mee. Het is onduidelijk hoe groot de kostenpost is, en hoe deze zich verhoudt tot het rendement van de investering.
- Er is te weinig zekerheid over het nut en de noodzaak van BIM in de toekomst. Het is bekend dat een aantal professionals beweert dat BIM een belangrijke rol gaat spelen in de toekomst en zelfs onmisbaar wordt. Over het „professioneel verplicht“ worden van werken met BIM-methodes voor de gehele bouwbranche, inclusief zelfstandige bouwprojectmanager, is nog weinig bekend.

Om gericht in te kunnen gaan op dit probleem wordt het onderzoek toegespitst op:

- de rol van een zelfstandig bouwprojectmanager. De zelfstandige bouwprojectmanager staat voor investeringskosten en opleidingskosten om BIM te implementeren.
- projecten van kleine bouwomvang (max. € 500.000,- bouwkosten). De opdrachten kenmerken zich tot duidelijke doelstelling van de opdrachtgever, het gaat hier vaak om nieuwbouw van een woning, een renovatie en/of uitbreiding van een woning, opslag, kantoorruimte, ed.
- opdracht tussen opdrachtgever en bouwprojectmanager op projectbasis (percentage van bouwkosten of totaalsom voor uren) met als samenwerkings- en contractvorm De Nieuwe Regeling 2011 (DNR 2011), zie Bijlage A.
- projecten in de initiatieffase, ontwerpfase en/of werkvoorbereidingsfase. In deze fasen kan, achteraf, denkbaar zijn om het project in BIM te zetten.
- tijd, waarbij het vooral gaat om een efficiëntieslag van de taken van een bouwprojectmanager in een project.
- Integratie van rollen (architect ↔ aannemer ↔ bouwprojectmanager). De zelfstandige bouwprojectmanager vervult de rol als adviseur. De traditionele rolverdeling kan daarbij verschuiven. De bouwprojectmanager kan gevraagd worden voor ontwerpadvies en eventueel levering van een eenvoudig ontwerp, neigend naar de rol van architect, of om partijen te verzamelen die het bouwwerk realiseren, neigend naar de rol van aannemer.

## DOELSTELLING

Dit onderzoek is geschreven voor zelfstandige bouwprojectmanagers die op het punt staan te starten met BIM.

Het onderzoek geeft antwoord op de vraag of en hoe BIM toepasbaar is bij zelfstandige bouwprojectmanagers bij opdrachten van kleine omvang, of er minder arbeidsuren nodig zijn en wat de kosten van implementatie van BIM zullen zijn. Zo kunnen zelfstandig bouwprojectmanagers een gefundeerde beslissing nemen of BIM extra waarde creëert bij opdrachten met kleine omvang.

## ONDERZOEKSVRAGEN

Om te komen tot beantwoording van het probleem wordt een vergelijking van het traditionele bouwproces en in het BIM-proces opgesteld. Om de bouwprojectplannen op te stellen wordt onderzoek gedaan naar de bouwprocessen en bepalende factoren. Dit wordt gedaan met behulp van de volgende deelvragen:

- Vergelijk de fasen van het traditionele bouwproces en het BIM-proces?
  - Welke fasen zijn er?
  - Welke actoren zijn er?
  - Welke samenwerkings- en contractvormen zijn er?
  - Welke functionele relaties zijn er?
  - Welke taken hebben de actoren?
  - Welke resultaten leveren de actoren?
- Is er tijdswinst bij het gebruik van BIM voor een zelfstandig bouwprojectmanager bij projecten

van kleine omvang ten opzichte van traditionele bouwproces in initiatief-, ontwerp- en voorbereidingsfase?

## HOOFDVRAGEN

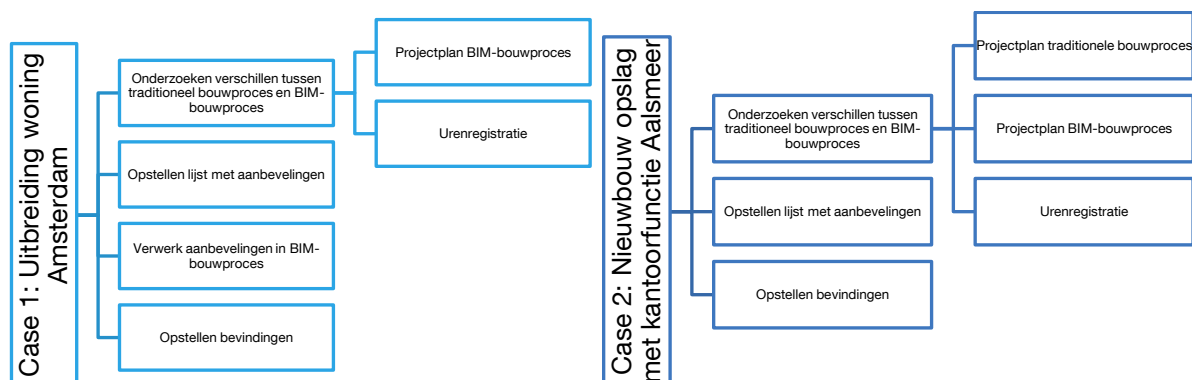
Uiteindelijk zullen de deelvragen en de casussen bijdragen aan het antwoord op de volgende hoofdvragen:

- *Is BIM toepasbaar bij kleine projecten?*
- *Is er een daling van arbeidsuren voor een bouwprojectmanager met gebruik van BIM?*
- *Wat zijn de kosten van BIM implementatie voor zelfstandige projectmanagers?*
- *Is de investering in gebruik van BIM nodig?*

## CASUSSEN

Om de verschillen tussen de bouwprojectplannen van het traditionele en BIM-proces onderzoeken zijn twee casussen uit de praktijk onderzocht. Hiervoor is bij lopende projecten het proces geobserveerd om de verschillen in kaart te brengen. Vervolgens is met theoretisch inzicht bepaald hoe deze problemen in de toekomst voorkomen kunnen worden.

In casus wordt gestart met de introductie van de huisvestingscyclus gevolgd door de taken van de bouwprojectmanager in de vier fasen van de huisvestingcyclus. Daarna worden per fase mogelijke voordelen opgesomd en uitgelegd. De inspiratie van mogelijke voordelen is Charles M. Eastman's boek BIM Handbook. In paragraaf 1.6 van BIM Handbook is de opsomming van mogelijke voordelen van gebruik van BIM te vinden die de leidraad is van dit hoofdstuk. De voorgaande omschrijving wordt in figuur 0-1 grafisch weergegeven.



Figuur 0-1 Casussen

## IS BIM TOEPASBAAR VOOR KLEINE PROJECTEN?

Uit casus 1 en 2 volgt dat BIM toepasbaar bij kleine projecten is. De Strengths van BIM ten opzichte van het traditionele proces geven een reële kans op verbetering van proces en project. Onderdelen zoals een consistent model, clash detection, 3d-model, koppeling van kosten en tijd, een afname van dubbele informatie zijn (bijna) niet mogelijk met 2D-tekening, bestekken, omschrijvingen ed. Daarnaast bieden de Opportunity's voldoende kansen om meer verbeteringen in het project te verkrijgen.

De voorwaarden voor BIM zijn weergegeven in de Weaknesses en Threats, zijnde:

- slecht basismodel: Als er geen afspraken worden gemaakt hoe het model wordt opgezet, wie het model beheerd, en gewijzigd, en wat het einddoel van het model is. Dan is er een kans dat het er onjuist BIM ontstaat. De actoren hebben geen of weinig aan het model, laat staan de eindgebruiker.
- ondermaatse samenwerking: De samenwerking bij BIM is transparanter en opener dan het traditionele bouwproces. Dit komt mede door de samenwerking in één BIM. Men is samen verantwoordelijk voor de informatie die in BIM gebruikt wordt.
- slechte voorbereiding: Het is een misvatting te denken dat door BIM géén voorbereiding meer

nodig is. Het project blijft een project. Er moet richting aan worden gegeven en begrensd worden GOTIK. Er moet bedacht worden wat er gedaan moet worden, wie dat uitvoert, hoe en wanneer dat gebeurt. Daarnaast moet afgesproken hoe deze informatie verwerkt wordt in BIM.

- niet geteste informatiebeheer: In de casus is REVIT gebruikt. Complicaties of moeilijkheden bij exporteren en importeren zijn niet ontstaan. Bij het gebruik van verschillende software is het mogelijk dat informatie niet goed overkomt. Het is van belang dit te testen voordat het project start.

### IS ER EEN DALING VAN ARBEIDSUREN VOOR EEN BOUWPROJECTMANAGER MET GEBRUIK VAN BIM?

Uit de uren metingen van de werkelijke situatie en de testen van casus 1 en casus2 blijkt dat de verschillen minimaal zijn. Er is niet vast komen te staan dat de zelfstandige bouwprojectmanager met gebruik van BIM bij projecten met kleine omvang in de initiatief-, ontwerp- en uitwerkingsfaseminder tijd kwijt is om de taken van een bouwprojectmanager uit te kunnen voeren, zie tabel 6-1.

Ten opzichte van de eerste casus is wel een leereffect te zien. Dit heeft te maken met leren omgaan met BIM, maar waarschijnlijk is het grootste leereffect door kennis van software.

Bij het bekijken van de MacLearny Curve, zie figuur 3-16, valt op dat de inspanning die gemaakt moet worden na het opstellen van de 'construction documentation' behoorlijk afneemt. De verschuiving van werkzaamheden verschuift naar voren. Als deze verschuiving ook geldt bij de uitgevoerde casussen, zou dit betekenen dat de meeste uren al gemaakt zijn. Het zou betekenen dat er relatief weinig uren voor controle van stukken bijkomen. Hier van uitgaande betekend dat er waarschijnlijk bij het uitvoeren van BIM projecten tijdwinst te behalen valt t.o.v. het traditionele bouwproces. Deze bewering is niet in dit afstudeeronderzoek getoetst.

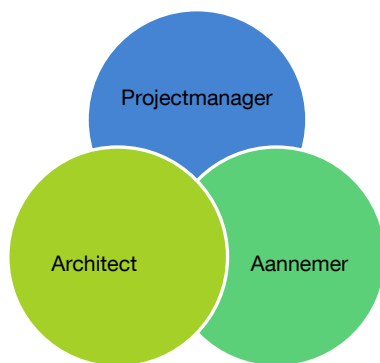
### WAT ZIJN DE KOSTEN VAN BIM IMPLEMENTATIE VOOR ZELFSTANDIGE PROJECTMANAGERS?

Voor goede hardware (€3.000), een softwarepakket<sup>1</sup> (€ 11.000 eenmalig + € 1.650 per jaar voor updates en hulp) en wat cursussen (€ 3.000) komt het totaalpakket op € 18.650 excl. BTW. Voor een zelfstandige is dat een behoorlijk bedrag. Na drie jaar is de software waarschijnlijk (hopelijk) zwaar verouderd en komt er een kleine (€ 7.000) bij voor een update. Om dat bedrag te bekostigen zijn ongeveer 100-120 facturable uren per jaar nodig. Meer uren betekent investering sneller terug verdiend.

Van de 1200 uur die een zelfstandig bouwprojectmanager van de Belastingdienst moet investeren<sup>2</sup> betekent dat de investering ongeveer 8%-10% van de omzet is. De integratie van functies voor een zelfstandig bouwprojectmanager is daarbij groot. De integratie van functies van architect, aannemer en projectmanager speelt daarin een rol, zie figuur 6-1. De rol van bouwkundig adviseur beslaat daarbij alle facetten van het spectrum.

### IS DE INVESTERING IN GEBRUIK VAN BIM NODIG?

Van de 1200 uur die een zelfstandig bouwprojectmanager van de Belastingdienst moet investeren<sup>3</sup> betekent dat de investering ongeveer 8%-10% van de omzet is. De integratie van functies voor een zelfstandig bouwprojectmanager is daarbij groot. De integratie van functies van architect, aannemer en projectmanager speelt daarin een rol, zie figuur 6-1. De rol van bouwkundig adviseur beslaat daarbij alle facetten van het spectrum.



**Figuur 0-2 Integratie van rollen**

Daarnaast wekt BIM de aandacht van meer en meer alle actoren in het bouwproces. Hierdoor wordt het in de toekomst waarschijnlijk een must-have. In tabel 6-2 is een SWOT-analyse gemaakt ten behoeve van zelfstandige projectmanagers. De punten die worden genoemd volgen uit mijn afstudeeronderzoek.

**Tabel 0-1 SWOT analyse investeren in BIM voor zelfstandige projectmanagers**

<b>Strength</b>	<b>Opportunity</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nadruk op proces</li> <li>▪ Nadruk op degelijk eindproduct</li> <li>▪ Ambitie</li> <li>▪ Focus op efficiency en ondernemerschap</li> <li>▪ Specialisatie</li> <li>▪ Directe aansturing</li> <li>▪ Integratie van rollen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Profileren met BIM</li> <li>▪ Selecteren partners op BIM-kwaliteit</li> <li>▪ Vaste klantengroep</li> <li>▪ Kleinschalige ketenintegratie</li> <li>▪ Completer aanbod aan opdrachtgever</li> <li>▪ Voorbereid op samenwerken door middel van BIM</li> <li>▪ Mogelijkheid betrokken te blijven tijdens exploitatie</li> <li>▪ Grotere invloed op ontwerp- en bouwproces</li> <li>▪ Oppakken rol van BIM-manager</li> <li>▪ Integratie rollen architect-projectmanager-aannemer</li> </ul>
<b>Weakness</b>	<b>Threat</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ervaring met complexe projecten</li> <li>▪ Grotere opdrachtgevers</li> <li>▪ Weinig standaardisatie</li> <li>▪ Klein netwerk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Weinig financiële ruimte</li> </ul>

### GENERALISEREN NA BEANTWOORDING HOOFDVRAGEN

Na dit onderzoek kan worden gezegd dat het gebruik van BIM bij kleine projecten in de initiatief-, ontwerp- en werkvoorbereidingsfase geen reductie van arbeidsuren van een zelfstandige bouwprojectmanager oplevert.

Ondanks dat het gebruik van BIM geen tijdswinst opleverde heb ik een positief gevoel aan BIM overgehouden. In dit onderzoek is het aantal uren van het gebruik van BIM ten opzichte van het traditionele bouwproces niet dusdanig hoger.

De winst van het gebruik van BIM zit voornamelijk in de volgende punten:

- Consistent model: Door het gebruik van één model waarin en waaruit alle informatie gehaald kan worden ontstaat een consistente uitvoer (tekeningen, schema's, 3D's ed.)
- Clash detection: Alle informatie van alle actoren in zijn in BIM verwerkt. Daardoor zijn botsingen tussen elementen voor realisatie in 3D zichtbaar en te voorkomen.
- 3D-Model: Alle actoren zien hetzelfde model. Bij clashes of onopgeloste problemen kunnen

- alle actoren zien waar en wat het probleem is.
- Compleetheid: Koppeling van kosten en planning behoren tot de mogelijkheden van BIM. Zo zijn met alternatieven met een koppeling van een kostendatabase in BIM snel te onderzoeken. Daarnaast zorgt BIM voor nauwkeurige hoeveelheden van alle (of de meeste, afhankelijk van de mate van 3D modellering) van de materialen en objecten. De hoeveelheden, de specificaties en eigenschappen kunnen worden gebruikt om materiaal van product leveranciers en onderaannemers (zoals prefab beton) aan te schaffen.
  - Geen dubbele informatie: Het (zo veel mogelijk) voorkomen van dubbele informatie en concentreren van informatie maakt uitgeven en bijwerken efficiënter dan de traditionele benaderingen.

## LEESWIJZER

In het eerste hoofdstuk wordt de aanleiding van het onderzoek gegeven waarna in het tweede hoofdstuk de probleemanalyse wordt gegeven. Onderdelen van de probleemanalyse zijn probleemstelling, doelstelling, onderzoeksvragen, onderzoeksmethoden.

In het derde hoofdstuk wordt het traditionele bouwproces en het BIM-bouwproces vergeleken. In hoofdstuk 4 worden de casussen uitgewerkt. Waarna in hoofdstuk 5 de bevindingen van de vergelijking tussen het traditionele bouwproces en BIM-bouwproces, de SWOT-analyse van de casussen, de tijdmeting en faalkosten.

In hoofdstuk 6 worden de conclusies en de beantwoording van de hoofdvragen gegeven. Gevolgd door de aanbevelingen voor vervolgonderzoek in hoofdstuk 7. Het onderzoek wordt afgesloten door hoofdstuk 8 met de reflecties van de casussen en de doelstelling.

# INHOUDSOPGAVE

<b>AFSTUDEERPROJECT</b> .....	<b>2</b>
<b>DEFINITIES</b> .....	<b>3</b>
<b>DANKWOORD</b> .....	<b>5</b>
<b>VOORWOORD</b> .....	<b>6</b>
<b>SAMENVATTING</b> .....	<b>7</b>
<b>LEESWIJZER</b> .....	<b>14</b>
<b>INHOUDSOPGAVE</b> .....	<b>15</b>
<b>1 AANLEIDING</b> .....	<b>17</b>
1.1 Inleiding .....	17
1.2 Van faalkosten naar BIM .....	17
1.3 Definitie van BIM .....	19
1.4 BIM als oplossingsrichting .....	19
1.5 Raakvlakken .....	20
1.5.1 Afstudeeronderzoeken .....	20
1.5.2 Little BIM .....	25
1.6 Samenvatting.....	26
<b>2 PROBLEEMANALYSE</b> .....	<b>27</b>
2.1 Inleiding .....	27
2.2 Algemeen.....	27
2.3 Taken en verantwoordelijkheden bouwprojectmanager .....	28
2.3.1 Fasering .....	28
2.3.2 Tijd .....	31
2.3.3 Honorarium.....	31
2.3.4 Integratie van rollen .....	32
2.3.5 Samenvatting.....	32
2.4 Probleemstelling.....	32
2.5 Doelstelling .....	33
2.6 Onderzoeksvragen .....	33
2.7 Methodologie.....	34
2.7.1 Onderzoektypologie .....	34
2.7.2 Casusstudies .....	34
2.7.3 Onderzoeksmethoden .....	35
2.7.4 Action research.....	35
2.8 Bevindingen.....	37
<b>3 VERGELIJKING TRADITIONELE BOUWPROCES EN HET BIM-PROCES</b> .....	<b>38</b>
3.1 Inleiding .....	38
3.2 Projectfasering in het algemeen.....	38
3.2.1 Het traditionele bouwproces .....	39
3.2.2 Samenwerkingsvorm .....	41
3.3 Het BIM-proces: Integrated Project Delivery .....	46
3.3.1 Inleiding .....	46
3.3.2 Fasering .....	47
3.3.3 Samenwerkingsvorm.....	48
3.3.4 Conclusie.....	51
3.4 Conclusie.....	51
<b>4 CASUSSTUDIES</b> .....	<b>54</b>
4.1 Inleiding .....	54
4.2 Casus 1: Uitbreiding woning Amsterdam .....	54
4.2.1 Inleiding .....	54

4.2.2	Projectplan Traditioneel bouwproces .....	55
4.2.3	Projectplan BIM .....	71
4.2.4	Aanbevelingen voor casus 2 .....	85
4.3	Casus 2: Nieuwbouw loods met kantoorfunctie Aalsmeer .....	86
4.3.1	Inleiding .....	86
4.3.2	Projectplan BIM .....	87
4.3.3	Aanbeveiling uit casus 1 .....	106
4.3.4	Aanbevelingen voor volgende casus.....	106
<b>5</b>	<b>BEVINDINGEN .....</b>	<b>107</b>
5.1	Inleiding .....	107
5.2	Workflows.....	107
5.2.1	Project startup .....	107
5.2.2	Aanbesteding.....	108
5.2.3	Geld .....	109
5.2.4	Organisatie .....	110
5.3	SWOT-analyse BIM van Casussen .....	110
5.4	Tijdmeting .....	113
5.5	Faalkosten .....	115
<b>6</b>	<b>CONCLUSIE .....</b>	<b>119</b>
6.1	Is BIM toepasbaar bij kleine projecten? .....	119
6.2	Is er een daling van arbeidsuren voor een bouwprojectmanager met gebruik van BIM? ..	119
6.3	Wat zijn de kosten van BIM implementatie? .....	120
6.4	Is de investering in gebruik van BIM nodig? .....	120
6.5	Generaliseren na beantwoording hoofdvragen.....	121
<b>7</b>	<b>AANBEVELINGEN.....</b>	<b>122</b>
<b>8</b>	<b>REFLECTIE.....</b>	<b>124</b>
8.1	Reflectie van casussen.....	124
8.2	Reflectie van doelstelling.....	124
	<b>BRONVERMELDING .....</b>	<b>126</b>
	<b>ABSTRACT IN ENGLISH .....</b>	<b>129</b>
	<b>BIJLAGE A – OVERZICHT VAN ENKELE ALGEMENE VOORWAARDEN .....</b>	<b>134</b>
	<b>BIJLAGE B – OPSOMMING MOGELIJKE VOORDELEN BIM.....</b>	<b>137</b>
	Voordelen pré-realisatie.....	137
	Voordelen ontwerp .....	137
	Voordelen uitvoering en fabricatie .....	138
	Voordelen gebruik.....	139
	<b>BIJLAGE C – VOORDELENLIJST CASUS 1 .....</b>	<b>140</b>
	<b>BIJLAGE D – VOORDELENLIJST CASUS 2.....</b>	<b>147</b>
	<b>EINDNOTEN .....</b>	<b>150</b>

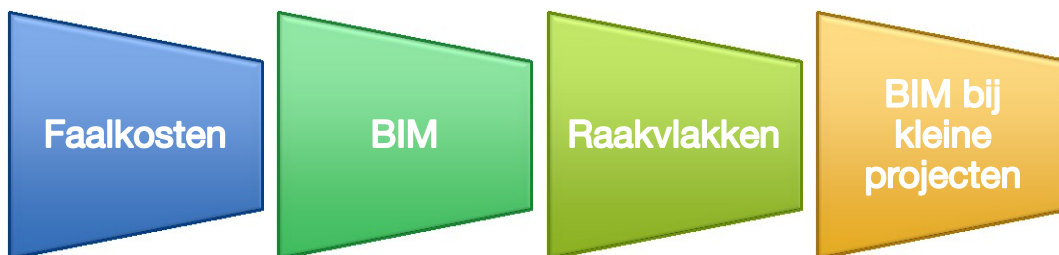


# 1 AANLEIDING

## 1.1 Inleiding

Dit hoofdstuk omschrijft de aanleiding van het onderzoek, zie figuur 1-1. In de eerste paragraaf wordt de belangrijkste reden om de bouw te willen veranderen gegeven, namelijk faalkosten. Faalkosten is de verzamelnaam van alle kosten die onnodig ten behoeve van een eindproduct gemaakt worden. Om faalkosten te verminderen is volgens velen keten- en ontwerpintegratie een oplossing. Een mogelijke oplossingsrichting van keten- en ontwerpintegratie is het Bouw Informatie Model (BIM).

In de tweede paragraaf wordt de definitie BIM nader verklaard en de definitie van BIM voor dit onderzoek weergegeven. In de derde paragraaf wordt een beeld weergegeven van de mogelijke voordelen van BIM. In de vierde paragraaf worden raakvlakken met verschillende afstudeeronderzoeken, initiatieven en onderzoeken met het thema 'BIM' weergegeven. Waarna in de laatste paragraaf conclusie verzameld zijn.



**Figuur 1-1 De route naar het afstudeeronderwerp**

## 1.2 Van faalkosten naar BIM

In een publicatie (SBR, 2000) van Stichting BouwResearch (SBR) werd in 2000 de vermijdbare kosten in de bouw tussen de 2,25 en 4,5 miljard euro geschat. Bouwend Nederland schatte in 2007 de vermijdbare kosten tussen de 4 en 8 miljard euro per jaar in, wat 5 tot 10 procent van de jaarlijkse bouwomzet is (Zetteler, 2008).

Uit literatuur (Smit & Hamberg, 1995) (SBR, 2005) blijkt dat faalkosten voornamelijk ontstaan door:

- een slechte uitwisseling van informatie (onduidelijke documentenstroom, nauwelijks schriftelijke bevestigingen, vaak overschrijven van data, gebruik oude tekeningen, slechte/onduidelijke administratie, onvoldoende gegevens, onduidelijke boodschappen, wijzigingen worden nauwelijks teruggekoppeld, informatieverlies bij overdracht tussen verschillende fasen van een project, tijds overdracht informatie, enz.);
- slechte coördinatie (te lang uitstellen beslissingen, geen besluitvorming, weinig afstemming tussen werkvoorbereiding en werkuitvoering, onvoldoende coördinatie uitvoering, nauwelijks coördinatie ontwerpwerk, enz.);
- onvoldoende uitwisseling van kennis en kunde (de uitvoerende partijen worden nauwelijks betrokken in de ontwerpfase, weinig afstemming tussen werkvoorbereiding en werkuitvoering, enz.);
- slechte onderlinge samenwerking (verschillende werkmethoden bij verschillende partijen, weinig afstemming tussen werkvoorbereiding en werkuitvoering, geen uniformiteit in bestek, planning en begroting, enz.);
- gemis aan onderling vertrouwen (melden van fouten wordt bestraft i.p.v. beloond, er wordt niet geleerd van fouten, er wordt geen energie in contacten gestoken, enz.)

Uit onderzoek van USP (USP, 2010) blijkt dat faalkosten in de bouw gemiddeld zo'n 5-13% van de omzet bedragen. En dat terwijl de gemiddelde winst 2% bedraagt. In 2002 werd in de Verenigde Staten (V.S.) een onderzoek gedaan naar de geschatte omvang van vermijdbare kosten door

inefficiëntie en gemiste kansen met betrekking tot interoperabiliteit (uitwisseling informatie tussen partijen). In het onderzoek van National Institute of Standards and Technology (NIST) werd de omvang geschat op ongeveer 15,8 miljard dollar, zie tabel 1-1. Dit is ruim 4% (van 374 miljard dollar) van de bouwomvang van de V.S. (Gallaher, O'Connor, Dettbarn, & Gilday, 2004)

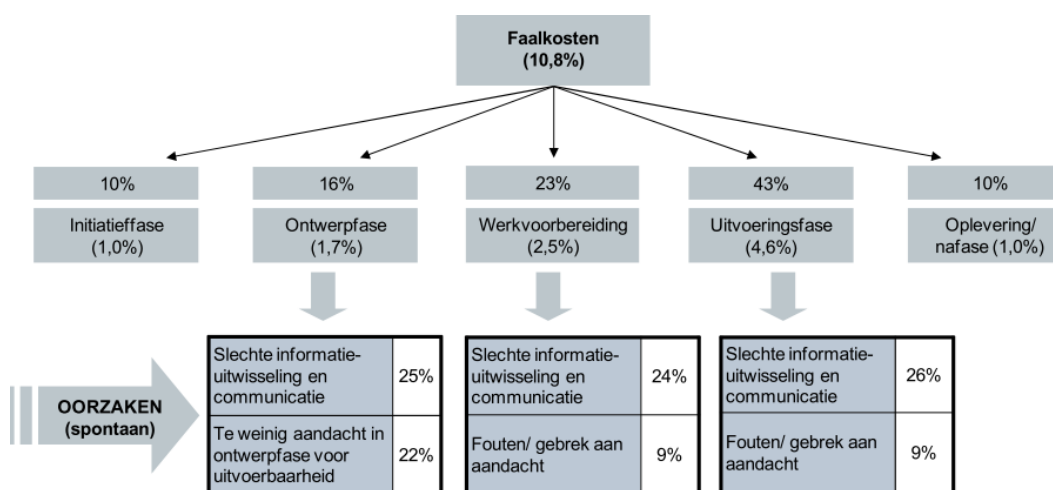
Uit het onderzoek van USP (USP, 2010) lijkt de omvang van faalkosten door slechte informatie-uitwisseling en communicatie in Nederland van gelijke grootte. Figuur 1-2 laat zien dat de slechte informatie-uitwisseling en communicatie met name in de ontwerpfase, werkvoorbereidingsfase en uitvoeringsfase voorkomen en de omvang wordt geschat op een kwart van de faalkosten.

In Nederland beseft men dat de bouwsector toe is aan veranderingen. In 2004 riep prof.dr.ir. Hennes de Ridder op tot veranderingen in de rol van bouwsector. Volgens hem moeten “alle adviseurs samen met overige aanbidders aan de aanbodkant gaan opereren, en op een geïntegreerde wijze. Een daarbij behorende grote omslag is dan dat de bouw niet meer de output aan het begin van het proces fixeert, vervolgens kijkt wat er te koop is en een lang en duur traject ingaat van vergeefs sturen op input. In plaats daarvan zullen we de output (waarde) meetbaar moeten maken en vervolgens in de selectie van partners en de totale procesvoering moeten gaan sturen op output/prijs verhouding.” (Ridder, 2004-01)

**Tabel 1-1 De kosten van onvoldoende interoperabiliteit per stakeholdersgroep, per huisvestingcyclus-fase (Gallaher, O'Connor, Dettbarn, & Gilday, 2004)**

Stakeholder Group	Planning, Design, and Engineering, Phase	Construction Phase	Operations and Maintenance Phase	Total
Architects and Engineers	1,007.2	147.0	15.7	1,169.8
General Contractors	485.9	1,265.3	50.4	1,801.6
Specialty Fabricators and Suppliers	442.4	1,762.2	—	2,204.6
Owners and Operators	722.8	898.0	9,027.2	10,648.0
<b>Total</b>	<b>2,658.3</b>	<b>4,072.4</b>	<b>9,093.3</b>	<b>15,824.0</b>

Source: RTI estimates. Sums may not add to totals due to independent rounding.



**Figuur 1-2 Verdeling van faalkosten (USP, 2010)**

Om de faalkosten te verkleinen is er verbetering nodig:

- in de communicatie (juiste en duidelijke informatie die op de afgesproken datum wordt geleverd in een afgesproken formaat);
- in de tijd (optimale en realistische planning van werkzaamheden van alle belanghebbenden waarin alle afspraken met gebruikers, opdrachtgevers, leveranciers en adviseurs);

- in de vakkundige inbreng (vakkundige inbreng zodat de opdrachtgever realistisch(e) eisen opstelt, evenwichtige contracten, realistisch budgetten, uitvoerbaarheid in uitvoeringsfase, organisatie van personeel, duidelijke taken en verantwoordelijkheden van betrokkenen);
- in de procesbeheersing (beheersing wijzigingen van de eisen, vergunningverlening, planning, werkelijke situatie moet een weerspiegeling zijn van de bouwtekeningen, geïntegreerd informatiesysteem).

Uit de bovenstaande oplossingsrichtingen komt de wens naar een geïntegreerd model naar voren. Een model waarin alle informatie wordt gekoppeld en waarbij alle betrokkenen van het bouwproces in het ontwerpproces worden betrokken. Beoogde oplossingen zijn onder andere ketensamenwerking, just-in-time, lean bouwen, gebruik van BIM, ed.

In mijn onderzoek wordt gefocust op het gebruik van BIM.

### 1.3 Definitie van BIM

BIM wordt op verschillende manieren gedefinieerd. Sommige bedoelen het model en andere het modelleren, het zogenoemde 'bimmen'. Hiermee wordt Building Information Modeling bedoeld. Het gehele proces tot het BIM-model. In de commercial van bimmen (openBIM) wordt met BIM zowel bouw informatie model als proces bedoeld.

National Institute of Building Sciences (NIBS) hanteert de volgende definitie van BIM:

'A Building Information Model (BIM) is a digital representation of physical and functional characteristics of a facility. As such it serves as a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its life-cycle from inception onwards.' (vertaald: Een bouw informatie model (BIM) wordt gedefinieerd als digitale voorstelling van fysieke en functionele eigenschappen van het bouwwerk. De digitale voorstelling gebruikt als gedeelde kennisbron van informatie van het bouwwerk en is een betrouwbare kennisbron van initiatief tot sloop van het bouwwerk.)

Chuck M. Eastman (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008) omschrijft BIM als: We define BIM as a modeling technology and associated set of processes to produce, communicate, and analyze building models.

In dit onderzoek wordt met Bouw Informatie Model (BIM) bedoeld:

*BIM is de digitale voorstelling van fysieke en functionele kenmerken van een gebouw. Dit model dient als een gedeelde kennisbron, en vormt een betrouwbare basis voor processen en beslissingen tijdens de levenscyclus waarin de kennis gebruikt kan worden voor verschillende analyses en dimensies als kosten en planning.*

### 1.4 BIM als oplossingsrichting

Door toenemende automatisering in bouwfasen en in begeleiding van bouwprojecten heeft BIM een bijzondere aantrekkingskracht. Mede door verplicht stellen van BIM bij DBFMO-contracten van de Rijksgebouwendienst (Rgd) is er relatief jong onderzoeksgebied ontstaan.

Volgens de Bouw Informatie Raad (BIR) is het gebruik van BIM 'de oplossing' met als gevolg een 'einde van spraakverwarring'. In het filmpje (openBIM) van openBIM wordt BIM weergegeven als verbetering van bouwproces en bouwproject. Winst is volgens openBIM mogelijk op de volgende punten:

- Kosten in aanbesteding worden verlaagd.
- Informatie is uniform, en kan worden hergebruikt.
- Data kunnen eenmalig ingewonnen worden en kan meermaals gebruikt worden.

Met als gevolg dat de faalkosten en de transactiekosten dalen en de kwaliteit van het bouwwerk wordt verbeterd.

Een onderzoek van Center for Integrated Facility Engineering(CIFE) van Stanford University uit 2007 laat de volgende voordelen van werken met BIM zien:

- 40% minder onvoorziene financiële wijzigingen;

- foutmarge kostenberekening binnen de 3%;
- 80% minder tijd nodig voor opstellen kostenberekening;
- 10% besparing bouwkosten door tijdige signalering;
- 7% besparing in bouwtijd.

Naast deze voordelen in tijd en kosten kan BIM de mogelijkheid om meer onderdelen te prefabriceren en op de bouwlocatie te monteren.

Het toepassen van BIM **kan** diverse voordelen hebben ten opzichte van het traditionele proces. Met de nadruk op 'kan' wordt aangegeven dat het gebruik van BIM niet per definitie voor een opdrachtgever een kostengunstiger en/of kwaliteit hoogwaardiger resultaat betekent. Mogelijke voordelen van BIM (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008) (Smith & Edgar, 2008) (Kymell, 2008) (Chao-Duivis, 2009) (Smith & Tardif, 2009):

- delen van gegevens, zaken hoeven niet dubbel worden getekend;
- consistentie in de tekeningen (de plattegronden komen overeen met de doorsneden, gevelaanzichten en details);
- beter beheersen van het proces en de productie; verregaande prefabricage mogelijkheden en 'just in time' levering op de bouwplaats;
- inzicht verkrijgen door visualisatie van het gebouw;
- inzicht verkrijgen voor het daadwerkelijk bouwen (door simulatie);
- verschuiving van de aandacht naar het ontwerpproces kan leiden tot het verminderen van ontwerpfouten;
- verlagen van bouwkosten;
- door het tonen van opties met bijbehorende hoeveelheden, kosten en opbrengsten kan de beste oplossing worden gekozen. Hierdoor kunnen wijzigingen worden voorkomen in latere fasen;
- minder tot weinig verrassingen bij oplevering; bewuste tussentijdse controle mogelijk waardoor gevraagde kwaliteit bij oplevering.
- verminderen van bouwafval;
- versnellen van de bouwtijd, bouwen binnen de planning;
- gebruiken van BIM beeldmateriaal bij het maken van verkoop-/verhuurbrochures.

In de voorgaande opsomming van mogelijke voordelen van toepassing van BIM staat duidelijk omschreven wat de resultaten kunnen zijn. Er wordt niet weergegeven hoe men dat kan bereiken en welke processen worden ingevoerd, verbeterd of verwijderd in de projectaanpak.

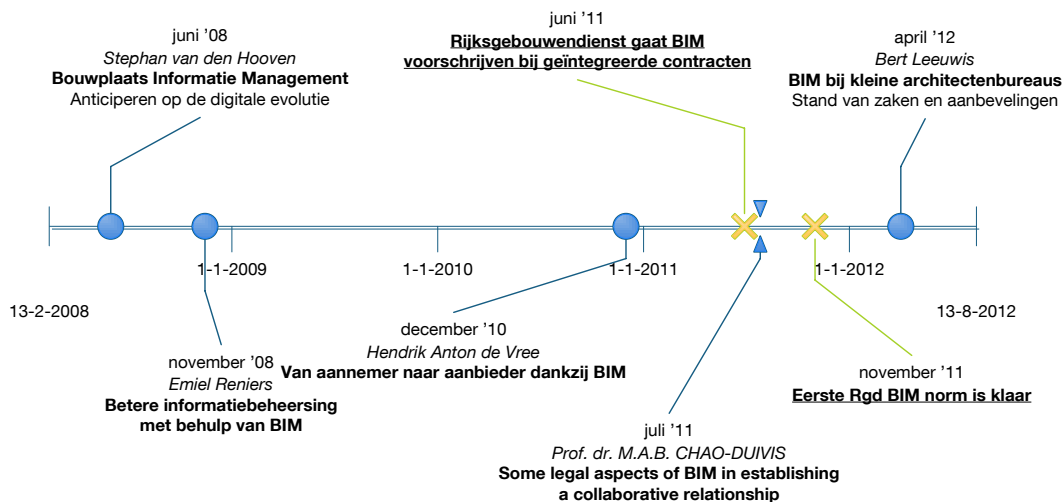
## 1.5 Raakvlakken

In de voorgaande paragraaf is een ruime opsomming van beoogde voordelen weergegeven. De voordelen geven een beeld van wat er mogelijk zou zijn als BIM gebruikt wordt. Het is voor mijn onderzoek van belang om te weten of beoogde voordelen in eerdere onderzoeken bewezen zijn, en bij welke omstandigheden. Een belangrijke omstandigheid is toepassing van BIM in combinatie met omvang in bouwprojecten.

### 1.5.1 Afstudeeronderzoeken

Om een beeld te geven wordt in figuur 1-3 een tijdlijn met daarop afstudeeronderzoeken van de TU Delft met het onderwerp BIM weergegeven. Deze tijdlijn is aangevuld met bekendmakingen van de Rgd en een artikel van prof.dr. M.A.B. Chao-Duivis (Chao-Duivis, 2011-01).

De bekendmakingen van de Rgd hebben betrekking op de verplichting van BIM bij diverse contractvormen, waaronder in eerste instantie DBFMO- contracten (Design-Build-Finance-Maintain-Operate) en later in DBM-contracten (Design-Build-Maintain) en maincontracting van beheer en onderhoud (meerjarige geïntegreerde contracten), en het uitgeven van de bijbehorende BIM-norm<sup>4</sup>.



**Figuur 1-3** Afstudeeronderzoeken gedaan aan de TU Delft met het onderwerp BIM, aangevuld met de invoering van BIM bij Rgd.

### STEPHAN VAN DEN HOOVEN

In 2008 heeft Stephan van den Hooven (Hooven, 2008) een onderzoek gedaan naar de toekomst van ICT in de bouwsector. Het doel van zijn onderzoek was:

- Inzicht geven in mogelijkheden die ICT biedt en gevolgen daarvan in termen van effecten op processen en voorwaarden die daaraan zijn verbonden.
- Stapsgewijs advies uitbrengen voor oriëntatie, ontwikkeling en implementatie van ICT-toepassingen in bestaande informatieprocessen, middels een stappenplan.

Hij concludeerde enkele verwachtingen door gebruik van nieuwe ICT-toepassingen:

- De informatie verbeterd wordt in termen van tijdigheid, toegankelijkheid en betrouwbaarheid, ofwel kwaliteit van informatie.
- Er is een reductie van het aantal administratieve handelingen en de tijd die daarmee gemoeid is, ofwel het informatieproces wordt minder arbeidsintensief.
- Het informatieproces wordt transparanter.
- Er ontstaat een veiligere en beter beveiligde bouwplaats.
- De uitvoerder krijgt meer flexibiliteit.

Een aanbeveling voor vervolgonderzoek is het inzichtelijk maken welke investering van tijd en geld en welke opbrengsten er gemoeid zijn met het concept. Pas dan kan er voldoende inzicht ontstaan om een gefundeerde beslissing te nemen over het wel of niet opzetten van een actieplan om de vernieuwingen daadwerkelijk in te voeren.

Voor mijn onderzoek is van belang dat de conclusies worden gevormd op basis van verwachtingen in de toekomst. Het is de vraag of alle conclusies uit zijn onderzoek worden bewezen. De verwachtingen stroken met andere literatuur.

#### **Eigenschappen afstudeeronderzoek:**

- ICT, niet specifiek BIM
- Projectmanagement
- Grote aannemer
- Opzetten stappenplan om effecten te meten van implementatie van ICT
- Verwachtingen van ICT

## EMIEL RENIERS

In 2008 heeft Emiel Reniers (Reniers, 2008) een onderzoek gedaan hoe het bouwproces efficiënter kan verlopen en er meer gebruik gemaakt kan worden van nieuwe technologieën. Om gericht in te kunnen gaan op dit probleem en duidelijk aan te geven wat er precies is onderzocht geeft dit onderzoek antwoord op de volgende hoofdvraag, zijnde: hoe kan een projectmanager tijdens de voorbereidingsfase, met behulp van een bouw informatie model, de problemen door informatie en communicatie in de uitvoering verminderen, zodat de vermijdbare kosten afnemen?

Conclusie van zijn onderzoek is dat een bouwteammanager(BTM) tijdens de voorbereidingsfase, met behulp van een bouw informatie model, de problemen door informatie en communicatie in de uitvoering kan verminderen, zodat de vermijdbare kosten afnemen. Dit kan de BTM bereiken doordat deze, met behulp van een bouw informatie model, beter op de informatie kan sturen en er beter voor kan zorgen dat de informatie juist is, en op een juiste manier gecommuniceerd wordt.

Voor het vervolgonderzoek deed hij de volgende aanbevelingen:

- De bovenstaande conclusies in een toetsingsonderzoek testen.
- Onderzoek naar de voor- en nadelen van het gebruik van BIM, voor het totale bouwproces en alle betrokken partijen.
- Het maken van een kosten-batenanalyse van de aangegeven veranderingen in het proces en het gebruik van BIM.
- Onderzoek naar de juridische aspecten rondom het gebruik van bouw informatie modellen.

Net als het afstudeeronderzoek van Stephan van den Hooven wordt een kader gecreëerd waarmee voor- en nadelen van BIM voor een bouwteammanager van een grote aannemer bewezen kunnen worden. De voor- en nadelen worden in een opsomming weergegeven zonder dat deze getest zijn. De projecten in de casussen zijn van grote omvang, zijnde een ziekenhuis, drijvende bedrijvenunits en herbestemming scheepswerf naar onderwijsfunctie.

### **Eigenschappen afstudeeronderzoek:**

- BIM
- Grote aannemer
- Bouwteammanager
- Verwachtingen
- Grote projecten in casussen

## HENDRIK DE VREE

Later in 2010 heeft Hendrik de Vree (Vree, 2010) onderzocht hoe een visie en een om implementatieplan voor een BIM bij een aannemer er kan zien. Om dit doel te vervullen moest eerst onderzocht worden wat de problemen zijn waarvoor een BIM een oplossing zou kunnen bieden, en welke kansen het creëert. Hij concludeerde dat een aannemer “een integraal en dynamisch eindproduct aanbieden door met partners integraal samen te werken en kennis te delen. Producten en productieprocessen moeten met voldoende flexibiliteit worden vastgesteld om van herhaling te leren en kennis te hergebruiken. Hiervoor moeten partners kennis kunnen delen in ontwerp, uitvoering en exploitatie.

Met behulp van BIM kan dit door het inrichten van een integraal en dynamisch BIM-systeem bij een conceptsamenwerking met vaste partners. Hiervoor moeten de objecten en relaties bepaald worden en de parameters afgesproken. Partners moeten bij elkaar gaan zitten en het concept en het BIM-systeem telkens verbeteren. Een wiki is hierbij handig voor het vastleggen, beheren en delen van kennis van product en processen, die (nog) niet in het BIM te vatten is.”

Hij deed de volgende aanbevelingen:

- Zijn onderzoek is een exploratief onderzoek waarbij een theorie is ontwikkeld en geformuleerd.

De juistheid en toepasbaarheid kunnen alleen aangetoond of verworpen worden door uitvoerig onderzoek naar (gedeeltelijke) toepassingen in casusstudies. Of de toeleveringsketen in de toekomst op de beschreven manier met modellen zal werken is erg lastig te onderzoeken omdat deze marktverschuivingen en procesvernieuwingen traag zijn en de techniek zich verder zal ontwikkelen.

- Zijn onderzoek geeft aan dat partnerschappen gesloten dienen te worden om een goede BIM samenwerking op te kunnen zetten. De aannemer moet voor kansen die zij ziet voor concepten op zoek gaan naar de juiste partners die bereid zijn een goede BIM samenwerking op te zetten.
- Om de kennis uit verschillende fases te kunnen terugkoppelen naar eerdere stadia in de levenscyclus is het van belang deze kennis expliciet te maken. Hiervoor is een onderzoek nodig naar hoe in conceptsamenwerkingen het vastleggen en beheren van kennis over de gehele levenscyclus het best gedaan kan worden. Opgedane kennis vastleggen, evalueren en hergebruiken is een hoofdzaak voor een lerende organisatie.
- Het blijkt dat in de publieke sector door waterschappen nog erg veel voorgeschreven wordt, waardoor van een eigen concept weinig overblijft. De aannemer kan kijken naar andere markten waar de klant zelf geen technische kennis heeft en geen oplossingen of eisen aan objecten voor gaat schrijven. Dit geeft de aanbieder meer vrijheid om zijn eigen oplossingen aan te bieden.

#### Eigenschappen afstudeeronderzoek:

- BIM
- Middelgrote aannemer
- Verwachtingen
- Grote projecten in casussen
- Ontwikkelen van een visie en handvatten voor een integraal ketenaanbod door gebruik te maken van een BIM,

#### BERT LEEUWIS

Begin 2012 onderzocht Bert Leeuwis (Leeuwis, 2012) de stand van zaken bij kleine architectenbureaus m.b.t. tot het gebruik van BIM. Hij onderzoekt waarom BIM wel of niet toegepast wordt, hoe BIM toegepast kan worden en welke strategie daarbij gebruikt kan worden.

Hij komt tot de conclusie:

- dat het niveau van BIM laag is. Bureaus met ervaring passen little BIM<sup>5</sup> toe, waarbij incidenteel en per toeval door middel van BIM wordt samengewerkt met andere partijen;
- de prioriteit van toepassing van BIM wordt door andere partijen genegeerd of niet herkend;
- BIM wordt niet als BIM toegepast. In de vroege ontwerpfase wordt BIM niet tot nauwelijks toegepast.
- Investering in BIM wordt in korte periode terugverdiend. Opdrachtgevers zijn enthousiast na kennismaking met BIM.
- De grote problemen bij implementatie van BIM zijn softwarematig en aanschaf van software. Uitwisseling van informatie is in ontwikkeling en werkt niet altijd foutloos.
- Samenwerking met andere partijen werkt als katalysator voor de implementatie van BIM.
- Training levert de beste resultaten als werkelijke (lopende) projecten gebruikt worden. Dit heeft als voordeel dat opleidingsuren worden verminderd.
- Ondanks dat er geen wettelijke beperkingen zijn (Chao-Duivis, 2009), kan onduidelijkheid rond wetgeving de samenwerking belemmeren.
- Er is geen duidelijke invloed op omzet, rendement en aantal projecten bij architectenbureaus. Dit heeft te maken met de huidige economische toestand, en de daarbij horende wijzigingen binnen het bureau. De ervaren bureaus beschouwen de toepassing van BIM als positief, zonder daar een getal aan te koppelen.
- Voor de implementatie van BIM is delen van informatie van belang. Dit moet op een open manier gebeuren.

De aanbeveling is, creëer de functie van BIM-manager. Hij/Zij moet zorgdragen voor afspraken en afstemming met alle actoren in het bouwproject.

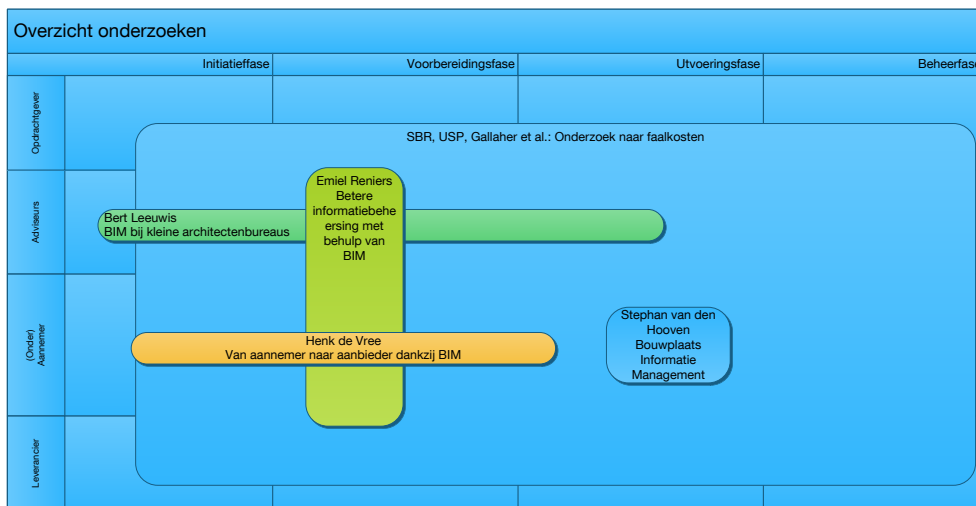
Mijn onderzoek heeft veel raakvlakken met het afstudeeronderzoek van Bert Leeuwis. In zijn afstudeeronderzoek toetst hij de verwachtingen van architecten. Ik wil onderzoeken welke hoe BIM werkt voor bouwprojectmanagers.

**Eigenschappen afstudeeronderzoek:**

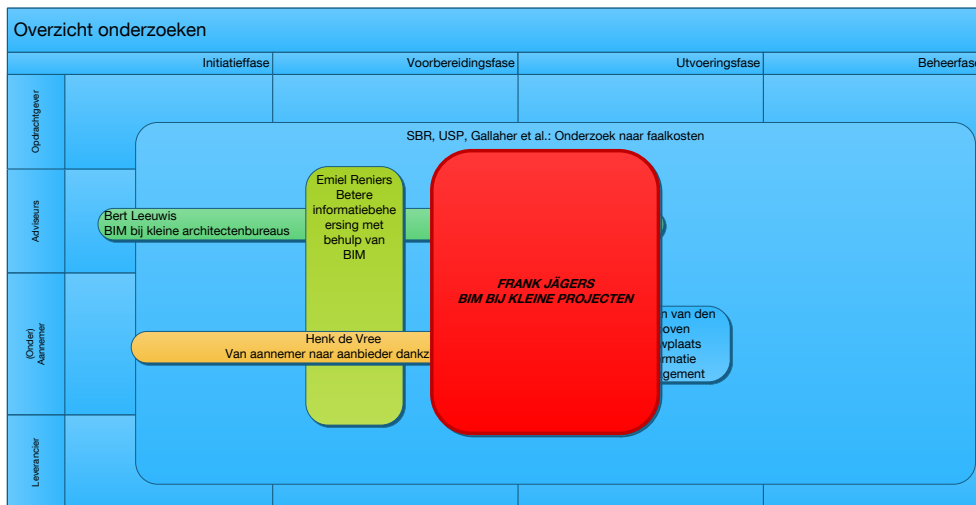
- BIM
- Architect
- Verwachtingen
- Verwachtingen niet getoetst

OVERLAPPING

Om de bovenstaande onderzoeken te rangschikken zijn ze geplaatst in figuur 1-4 met aan de ene as de vier fasen van de huisvestingcyclus en aan de andere as de actoren in het bouwproces. De actoren zijn zo veel mogelijk samengevoegd. Zo vallen architecten, bouwkostendeskundige, bouwprojectmanagers, landschapsverzorger ed. allen onder de groep Adviseurs.



**Figuur 1-4 Overlapping onderzoeken**



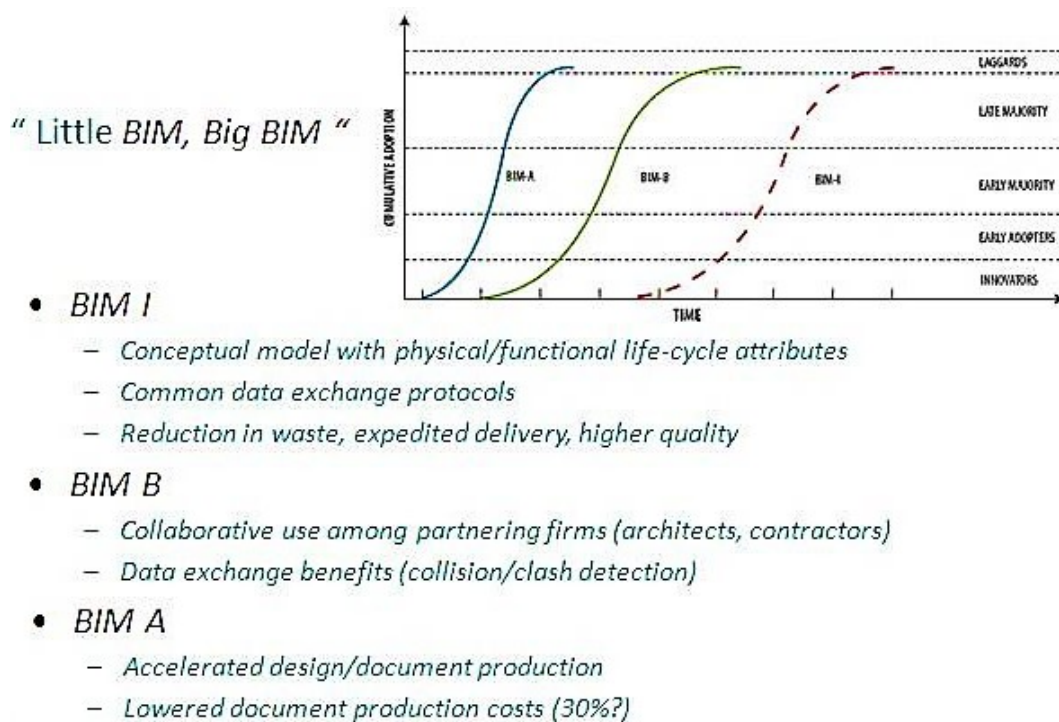
**Figuur 1-5 Overlapping onderzoeken met plaatsing eigen afstudeeronderzoek**



In figuur 1-5 heb ik mijn afstudeeronderzoek geplaatst. In het onderzoek wordt gekeken vanuit de positie van aannemer in de werkvoorbereidingsfase, het eerste deel in de uitvoeringsfase. In het traditionele bouwproces krijgt de aannemer de stukken van opdrachtgevers en adviseurs om in eerste instantie een calculatie voor de aanbesteding op te stellen, en later is dit de basis voor de uitvoering van het bouwproject. Ik wil onderzoeken waar de verschillen tussen het traditionele bouwproces en het BIM-proces ontstaan en waar de kansen van het BIM-proces voor de aannemer zijn.

## 1.5.2 LITTLE BIM

Het grote verschil tussen BIM en Little BIM (Jernigan, 2008) is voornamelijk het beheer van informatiestromen (DHV, 2009). Bij BIM wordt het model gebruikt door alle actoren in het proces voor uitwisseling van data. Bij little BIM gebruikt één partij de verzameling van informatie in een 3D. Er is geen directe uitwisseling van informatie uit het 3D-model naar andere actoren. Little BIM is de eerste stap van gebruik van BIM, zie figuur 1-6. De tweede stap, in figuur 1-6 aangeduid als BIM B, gaat een stap verder door gebruik van BIM door meerdere actoren. BIM I wordt omschreven als het volledige BIM, ook wel Big BIM genoemd, waaruit verdere dimensies worden toegevoegd, zoals tijd, kosten, duurzaamheid, ed.



Figuur 1-6 BIM stappen (CRS Center, 2011)

## 1.6 Samenvatting

Het is onduidelijk welke voor- en nadelen BIM kan hebben bij initiatieffase/ontwerpfase/werkvoorbereidingsfase van kleine opdrachten bij zelfstandige bouwprojectmanagers. De volgende punten zijn de basis voor het probleem:

- Generaliseren voordelen:
  - BIR geeft met OpenBIM enkele algemene voordelen van BIM.
  - Literatuur behandeld in paragraaf 1.4 geeft verschillende mogelijke voordelen.
  - Resultaten van mogelijke voordelen van toepassing van BIM staan duidelijk omschreven. Er wordt niet weergegeven hoe men dat kan bereiken en welke processen worden ingevoerd, verbeterd of verwijderd in de projectaanpak. Het is onduidelijk welke kennis, vaardigheid en materieel noodzakelijk is om BIM in te voeren bij bouwprojectmanager s.
- De onderstaande afstudeeronderzoeken concluderen dat BIM kan werken. De conclusies worden in grote mate gestoeld op de verwachtingen van ondervraagden. Het is niet bewezen door te toetsen:
  - In eerdere onderzoeken van afstudeerders van RE&H is onderzoek gedaan naar de rol van ICT in de bouwsector, in algemene zin. (Hooven, 2008) (Reniers, 2008)
  - In eerdere onderzoeken is onderzocht wat kansen van een aannemer bij de implementatie van BIM zijn. (Vree, 2010)
  - Er is één onderzoek geweest met het thema BIM bij kleine architectenbureaus. Hier is onderzocht of en hoe kleine architectenbureaus met BIM werken, en welke ervaringen zij met BIM hebben. (Leeuwis, 2012)
- Door te focussen op grote nieuwbouw projecten ontbreekt de kennis voor kleine opdrachten en voor kleine actoren, zoals een klein bouwkundig adviesbureau. Dit betekent dat ze de eerste slag missen en al direct achterlopen in de laatste ontwikkelingen. Door als pionier te opereren zou het mogelijk kunnen zijn om een ander of nieuw marktaandeel aan te boren.
- Het maken van een kosten-batenanalyse van de aangegeven veranderingen in het proces en het gebruik van BIM wordt in verschillende aanbevelingen gedaan.

Mijn onderzoek heeft veel raakvlakken met het afstudeeronderzoek van Bert Leeuwis. In zijn afstudeeronderzoek toetst hij welke verwachtingen architecten met betrekking tot BIM hebben.

## 2 PROBLEEMANALYSE

### 2.1 Inleiding

Dit hoofdstuk omschrijft de probleemanalyse van het onderzoek. In de eerste paragraaf wordt een korte samenvatting van de huidige stand van zaken betreffende het gebruik van BIM weergegeven. Uit deze samenvatting volgt waar mogelijke voordelen van het gebruik van BIM te behalen zijn. In de tweede paragraaf wordt een overzicht van taken en verantwoordelijkheden van een bouwprojectmanager. In deze paragraaf komt naar voren hoe belangrijk het aspect Tijd voor een zelfstandig bouwprojectmanager is. In de derde paragraaf wordt de probleemstelling gegeven. Gevolgd door de doelstelling, onderzoeksvragen en casusstudies. In de laatste paragraaf wordt de methodologie van het afstudeeronderzoek weergegeven.

### 2.2 Algemeen

“In Nederland is de laatste jaren een grote roep om veranderingen in het bouwproces ontstaan. Miscommunicatie is een veelvoorkomende oorzaak van problemen in de bouw en zorgt vaak voor extra kosten.” (Wamelink J. , 2012) Het is onduidelijk welke positieve en negatieve bijdrage BIM kan hebben bij opdrachten van zelfstandige bouwprojectmanagers. De volgende punten zijn de basis voor het probleem:

- BIM is nieuw: Ondanks de vele initiatieven (Nationaal BIMPlatform) (BIMLadder) (BIM Caseweek) om de bouwsector voor te bereiden op BIM, blijkt uit verschillende polls (Hendriks, 2010) (Itannex, 2012) dat het gebruik van BIM bij deelnemende bedrijven tussen 5% en 10% bedraagt. Uit dezelfde polls blijkt dat 30-40% van deelnemende bedrijven ‘denkt’ om BIM in de toekomst te gebruiken.
- In DBFMO contracten (Design-Build-Finance-Maintain-Operate) wordt de BIM norm van toepassing verklaard door een desbetreffende prestatie-eis in de outputspecificatie op te nemen. Deze prestatie-eis (een dienst) is een onderwerp van de overeengekomen monitorings- en betalingsafspraken. 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. Die terbeschikkingstelling vindt plaats in een nader te bepalen digitale uitwisselingsomgeving. 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. (Rgd, 2011)
- Het gebruik van BIM (24%) bij aannemers blijft achter ten opzichte van andere actoren. Vooroplopend zijn de architecten (47%) gevolgd door de ingenieurs (38%) (Bernstein & al, 2010).
- BIM wordt gezien als de alles omvattende oplossing een goedlopend bouwproject dat geheel transparant is en daarnaast zijn faal- en risicokosten beperkt

De gevolgen van het probleem zijn:

- Doordat BIM een relatief nieuw begrip in de Nederlandse bouwsector is, kunnen verwachtingen onjuist zijn.
- De achterstand in gebruik kan als gevolg hebben dat de ‘traditionele’ partijen de eerste slag missen en geheel verdwijnen en de markt opent voor specialistische BIM-partijen.
- Door onwetendheid over het begrip BIM en de toepasbaarheid ervan is het onduidelijk wat eventuele winstpunten zijn voor een organisatie.
- Er wordt een wondermiddel verkocht, maar welke verwachtingen zijn realistisch met het gebruik van BIM.

De oorzaken zijn:

- Er wordt (nog) door weinig bouwkundigen BIM toegepast (5% - 10%) (Hendriks, 2010) (Itannex, 2012).

- BIM wordt (nu vooral) toegepast bij grootschalige nieuwbouw projecten. Voornamelijk in DBFMO-, DBM- en Maincontracting-contracten.

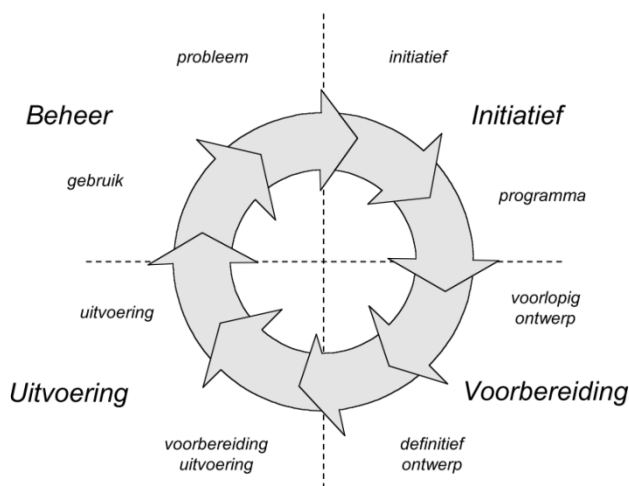
## 2.3 Taken en verantwoordelijkheden bouwprojectmanager

Volgens tabel 1-1 en figuur 1-2 zijn de negatieve effecten van slechte uitwisseling van informatie en communicatie en gebrek aan aandacht voor uitvoerbaarheid in initiatieffase, ontwerpfase en werkvoorbereidingsfase van projecten te vinden. Verwachting is dat daar de grootste effecten meetbaar worden bij het implementeren van BIM.

### 2.3.1 FASERING

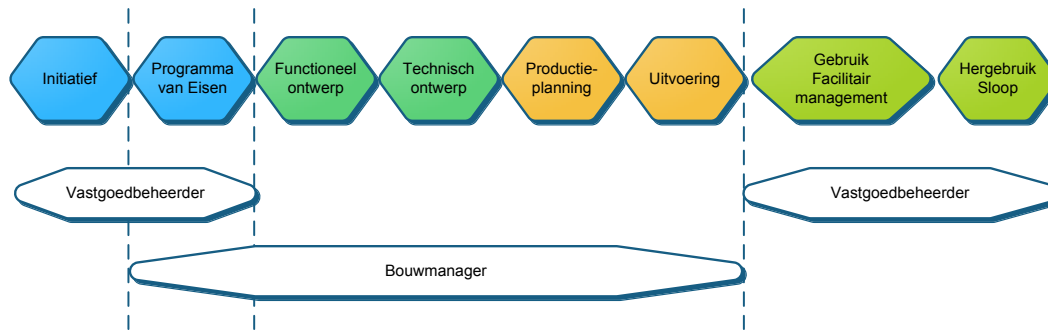
De huisvestingscyclus van vastgoed, zie figuur 2-1, wordt als onderlegger gebruikt om faseringen van het project op te stellen. In de huisvestingscyclus worden vier fasen benoemd, zijnde:

- **Initiatieffase:** De initiatieffase start met een bepaalde huisvestingsvraag. Deze vraag kan ontstaan door bijvoorbeeld: ruimtegebrek, te hoge huurkosten of behoefte aan een andere locatie. Deze vraag kan normaal gesproken leiden tot: verhuizen, renoveren, nieuwbouw ed. (Bijleveld, Bol, Hoof, & Huijbregts, 1996)
- **Vorbereidingsfase:** In deze fase wordt een planopzet gemaakt en er worden alternatieven ontwikkeld. Achtereenvolgens worden het voorlopig ontwerp en definitief ontwerp met bijbehorende bestek en tekeningen geproduceerd. Tevens kan er een prijskaartje aan het gebouw worden gehangen. Dit prijskaartje kan dan vergeleken worden met het budget wat voor het project beschikbaar is. (Bijleveld, Bol, Hoof, & Huijbregts, 1996)
- **Uitvoeringsfase:** Tijdens de uitvoeringsfase wordt alles wat in de voorgaande fasen is besloten tot uitvoering gebracht. (Bijleveld, Bol, Hoof, & Huijbregts, 1996)
- **Beheerfase:** De beheerfase neemt uiteraard de meeste tijd van de cyclus in beslag, dit is de levensduur van het gebouw. (Bijleveld, Bol, Hoof, & Huijbregts, 1996)



**Figuur 2-1 De huisvestingscyclus van vastgoed (Wamelink & al, 2010)**

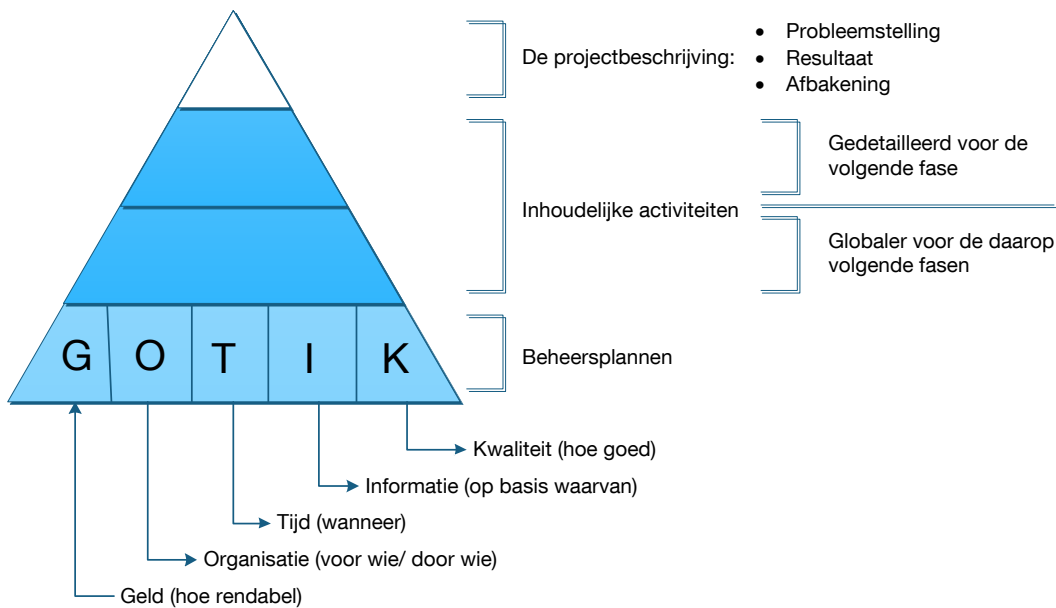
De vier fasen worden verder onderverdeeld in verschillende stappen. Dit leidt tot acht specifiekere stappen, zoals getoond in figuur 2-2. Daarnaast komt in de figuur naar voren in welke fasen de taken van de vastgoedbeheerder en de bouwmanager liggen. De vastgoedbeheerder is in de beide casussen zowel de opdrachtgever als de eigenaar van het pand. De taken van de bouwmanager, zie tabel 2-1, beginnen nadat de gebruiker het initiatief tot mutatie van het huidige vastgoed heeft genomen, doordat het niet (meer) voldoet aan de toekomstige wensen.



**Figuur 2-2 De huisvestingscyclus van vastgoed (Bijleveld, Bol, Hoof, & Huijbregts, 1996)**

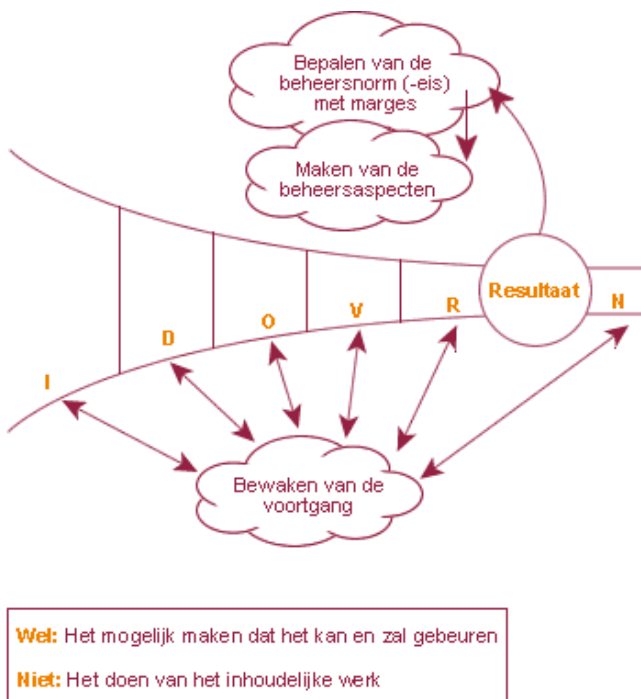
**Tabel 2-1 Taken binnen de bouwmanagementfunctie (Wamelink & al, 2010)**

<b>1</b>	Initiatieffase	1	Globaal Programma van Eisen (PvE)
		2	Onderzoek realisatiemogelijkheden
		3	Investeringsopzet / haalbaarheid
		4	Selectie Adviseurs
		5	Projectorganisatie
		6	Programma van Eisen (PvE)
		7	Tijdplanning
		8	Budgettering en kosten bewaking
<b>2</b>	Vorbereidingsfase	1	Bouw(directie)team
		2	Kwaliteitsbewaking
		3	Ruimteboek
		4	Kostenbegroting
		5	Selectie Bouwbedrijf
		6	Aanbesteding
<b>3</b>	Uitvoeringsfase	1	Projecthandboek
		2	Vergaderschema
		3	Toezicht
		4	Financiële begeleiding
		5	Oplevering
<b>4</b>	Gebruiks-/Beheerfase	1	Toezicht tot einde onderhoudstermijn



**Figuur 2-3 Beslismoment (Wijnen, Renes, & Storm, 2002)**

De hoofdtaak van een bouwprojectmanager is leiding geven aan actoren in een projectteam die gezamenlijk een bouwwerk realiseren binnen de planning, binnen het budget en met de gevraagde kwaliteit. Samengevat het beheersen van het project. Dit gebeurt over het algemeen door het project in fasen op te delen, en per fase na te gaan welke activiteiten er nodig zijn om te zorgen dat de doelen worden gehaald, ook wel het projectplan genoemd. Allereerst noteert men tussen- en einddoelen, en welke documenten en activiteiten men nodig heeft om de doelen te bereiken. Na het omschrijven van alle noodzakelijke activiteiten en documenten, kan voor alle beheersaspecten Geld, Organisatie, Tijd, Informatie en Kwaliteit (GOTIK) een beheersplan worden opgesteld. Voor, tijdens en na elke fase wordt geëvalueerd of er afwijkingen ten opzichte van beheersplannen en projectplan zijn, zie figuur 2-4.



**Wel:** Het mogelijk maken dat het kan en zal gebeuren  
**Niet:** Het doen van het inhoudelijke werk

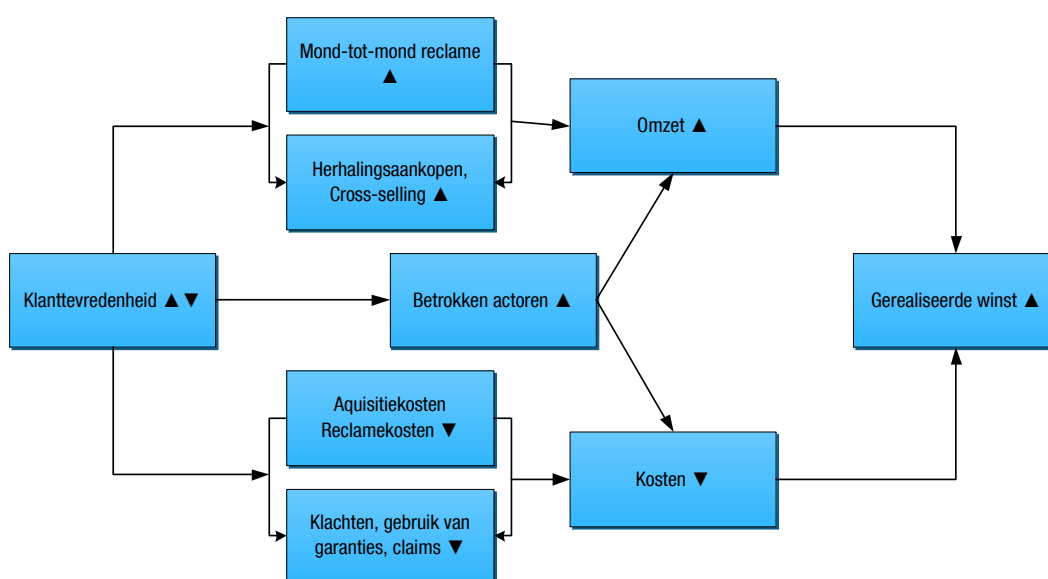
**Figuur 2-4 Projectbeheersing projectmanagement (Twynstra Gudde, 2005)**

### 2.3.2 TIJD

Voor een zelfstandig bouwprojectmanager is gebruik van tijd een middel om omzet te vergroten. Hoe efficiënter tijd gebruikt wordt, hoe meer opdrachten aangenomen en verwerkt kunnen worden. In werkelijkheid zijn er meer middelen om omzet te verhogen. Het is in grote mate afhankelijk van klanttevredenheid, zie figuur 2-5. Proces en eindresultaat zijn daar in leidend.

Samengevat kan gezegd worden als de zelfstandige bouwprojectmanager efficiënter zijn werkzaamheden kan uitvoeren dan wordt de productiviteit verhoogd. Vervolgens kan hij/zij deze tijdswinst besteden aan andere projecten of gebruiken om proces en eindresultaat te optimaliseren.

Voor een bouwprojectmanager is het van belang om te weten wanneer welke resultaten door een actor worden geleverd en hoe deze eruit zien. Is het gebruik van BIM een middel dat kan zorgen dat de bouwprojectmanager weet wanneer welke resultaten van andere actoren er moeten zijn en wat de status is van de resultaten, zodat het bouwproject binnen de gestelde termijn en budget gerealiseerd kan worden? Kan BIM een bijdrage leveren om de werkzaamheden van een bouwprojectmanager tijdefficiënter te laten verlopen?



Figuur 2-5 Tevredenheid- en Betrokkenheid Scan (USP, 2007)

### 2.3.3 HONORARIUM

Als zelfstandige bouwprojectmanager maak ik gebruik van vier uursoorten, zijnde:

- 1) Facturabele uren: Uren die rechtstreeks aan de opdrachtgever door te berekenen zijn. Arbeid wordt verricht ten behoeve van een project of dienst.
- 2) Niet-facturabele uren: Uren die niet aan de opdrachtgever door te berekenen zijn. Bijvoorbeeld arbeidsuren waarvan jezelf vindt dat er te lang overgedaan is (experts kunnen dit sneller), arbeid dat om welke reden dan ook opnieuw gedaan moet worden, ed.
- 3) Semi-facturabele uren: Uren die deels aan de opdrachtgever door te berekenen zijn. Voor sommige werkzaamheden is tijd om na te denken nodig. Bijvoorbeeld sommige werkzaamheden gaan door het hoofd als je niet aan het werk bent, of met een andere opdracht bezig bent. Je kunt een ingeving van een verbetering van een detail, proces of planning krijgen. Het is dan lastig om in te schatten hoeveel uren nodig waren.
- 4) Studie-uren: Uren die niet aan de opdrachtgever door te berekenen zijn. Dit zijn uren die nodig zijn om een handeling onder de knie te krijgen. Bij mijn afstudeeronderzoek is dat bijvoorbeeld omgaan met onbekende software en mogelijkheden van software.

Daarnaast zijn er drie prijsvormingsmethoden die ik gebruik om een aanbieding voor de opdrachtgever te maken, zijnde aanneming, richtprijs of regie.

- 1) Bij de prijsvormingsmethode "aanneming" komen partijen een vast bedrag overeen waarvoor de werkzaamheden worden verricht. De bouwprojectmanager maakt een inschatting van het aantal benodigde uren en vermenigvuldigd met het uurtarief met een berekening van overige kosten.
- 2) Bij de prijsvormingsmethode "richtprijs" doet de bouwprojectmanager een zo nauwkeurig mogelijke schatting van de kosten van de werkzaamheden. Er is dan een marge tussen 90% en 110% van het overeengekomen bedrag mogelijk.
- 3) Bij de prijsvormingsmethode "regie" spreekt de bouwprojectmanager onder andere een uurtarief en kilometervergoeding, ed. af. Daarnaast kan in de overeenkomst het aantal uren die een bouwprojectmanager minimaal moet en maximaal mag besteden aan het project vastgelegd worden.

#### 2.3.4 INTEGRATIE VAN ROLLEN

De zelfstandige bouwprojectmanager vervult de rol als bouwkundig adviseur. De traditionele rolverdeling kan daarbij verschuiven. De bouwprojectmanager kan gevraagd worden voor ontwerpadvies en eventueel levering van een eenvoudig ontwerp, neigend naar de rol van architect, of om partijen te verzamelen die het bouwwerk realiseren, neigend naar de rol van aannemer.

Door de kennis van een bouwkundig adviseur te gebruiken ontstaat een Integratie van rollen (architect ⇔ aannemer ⇔ bouwprojectmanager). In dit afstudeeronderzoek kan de zelfstandige bouwprojectmanager gezien worden als een zelfstandig bouwkundig adviesbureau.

#### 2.3.5 SAMENVATTING

Voor mij als zelfstandig bouwprojectmanager vervult het aspect Tijd een grote rol. In de opdrachten is Tijd de maatstaf van de duur van een project of dienst. Het gaat om de werkzaamheden in een afgesproken en beperkte tijd te verrichten.

In de prijsvormingsmethoden is Tijd te definiëren als de duur van verrichting van de bouwprojectmanager. De keuze van de prijsvormingsmethode is in grote mate bepalend voor de wens van efficiënte productiviteit.

Bij regie worden de werkzaamheden verricht volgens vraag van de opdrachtgever. Er kan minder behoefte zijn om efficiënt met de tijd om te gaan. Kwaliteit van verrichte werkzaamheden en klanttevredenheid kunnen hierin belangrijker zijn.

Bij richtprijs is er een zekere mate van efficiëntie door de bovengrens van 110% van het budget in combinatie met het aantal te besteden uren. Als er meer uren worden besteed kunnen deze niet gefactureerd worden.

Bij aanneming is de wens om de werkzaamheden zo efficiënt mogelijk te laten verlopen het grootste. Hoe minder uren er besteed worden, hoe hoger de omzet. De omzetoptimalisatie mag echter niet ten koste van klanttevredenheid en kwaliteit van werkzaamheden gaan.

## 2.4 Probleemstelling

Volgend uit de analyse, is een hoofdprobleem geformuleerd:

**Het is onduidelijk welke bijdrage BIM, met betrekking tot tijdgebruik, in de initiatiefase/ ontwerpfase/ werkvoorbereidingsfase van opdrachten van kleine bouwomvang voor zelfstandig bouwprojectmanager heeft.**

Als mogelijke oorzaak hiervan wordt de onzekerheid over het gebruik van BIM genoemd:

- Mogelijkheden van BIM voor zelfstandige bouwprojectmanagers in Nederland zijn onvoldoende bewezen en vastgelegd. De beoogde voordelen van toepassing van BIM, zoals winst in tijd, geldbesparing voor opdrachtgevers en reductie van faalkosten en toegenomen kwaliteit van het eindresultaat zijn onvoldoende gespecificeerd en/of bewezen.
- Ervaringen van gebruik van BIM door zelfstandige bouwprojectmanager zijn onvoldoende vastgelegd. Het is onbekend hoeveel zelfstandig bouwprojectmanagers BIM gebruiken en welke moeilijkheden of voordelen ze hebben ten opzichte van traditionele bouwprojectmanagers.
- De kosten van de implementatie en het gebruik van BIM zijn onvoldoende in kaart gebracht. Implementatie en gebruik van BIM brengt een kostenpost met zich mee. Het is onduidelijk hoe



groot de kostenpost is, en hoe deze zich verhoudt tot het rendement van de investering.

- Er is te weinig zekerheid over het nut en de noodzaak van BIM in de toekomst. Het is bekend dat een aantal professionals beweert dat BIM een belangrijke rol gaat spelen in de toekomst en zelfs onmisbaar wordt. Over het „professioneel verplicht” worden van werken met BIM-methodes voor de gehele bouwbranche, inclusief zelfstandige bouwprojectmanager, is nog weinig bekend.

Om gericht in te kunnen gaan op dit probleem wordt het onderzoek toegespitst op:

- de rol van een zelfstandig bouwprojectmanager. De zelfstandige bouwprojectmanager staat voor investeringskosten en opleidingskosten om BIM te implementeren.
- projecten van kleine bouwomvang (max. € 500.000,- bouwkosten). De opdrachten kenmerken zich tot duidelijke doelstelling van de opdrachtgever, het gaat hier vaak om nieuwbouw van een woning, een renovatie en/of uitbreiding van een woning, opslag, kantoorruimte, ed.
- opdracht tussen opdrachtgever en bouwprojectmanager op projectbasis (percentage van bouwkosten of totaal som voor uren) met als samenwerkings- en contractvorm De Nieuwe Regeling 2011 (DNR 2011), zie Bijlage A.
- projecten in de initiatieffase, ontwerpfase en/of werkvoorbereidingsfase. In deze fasen kan, achteraf, denkbaar zijn om het project in BIM te zetten.
- Tijd. Efficiëntieslag van de taken van een bouwprojectmanager in een project.
- Integratie van rollen (architect ↔ aannemer ↔ bouwprojectmanager). De zelfstandige bouwprojectmanager vervult de rol als adviseur. De traditionele rolverdeling kan daarbij verschuiven. De bouwprojectmanager kan gevraagd worden voor ontwerpadvies en eventueel levering van een eenvoudig ontwerp, neigend naar de rol van architect, of om partijen te verzamelen die het bouwwerk realiseren, neigend naar de rol van aannemer.

## 2.5 Doelstelling

Dit onderzoek is geschreven voor zelfstandige bouwprojectmanagers die op het punt staan te starten met BIM.

Het onderzoek geeft antwoord op de vraag of en hoe BIM toepasbaar is bij zelfstandige bouwprojectmanagers bij opdrachten van kleine omvang, of er minder arbeidsuren nodig zijn en wat de kosten van implementatie van BIM zullen zijn. Zo kunnen zelfstandig bouwprojectmanagers een gefundeerde beslissing nemen of BIM extra waarde creëert bij opdrachten met kleine omvang.

## 2.6 Onderzoeksvragen

Om te komen tot beantwoording van het probleem wordt een vergelijking van het traditionele bouwproces en in het BIM-proces opgesteld. Om de bouwprojectplannen op te stellen wordt onderzoek gedaan naar de bouwprocessen en bepalende factoren. Dit wordt gedaan met behulp van de volgende deelvragen:

- Vergelijk de fasen van het traditionele bouwproces en het BIM-proces?
  - Welke fasen zijn er?
  - Welke actoren zijn er?
  - Welke samenwerkings- en contractvormen zijn er?
  - Welke functionele relaties zijn er?
  - Welke taken hebben de actoren?
  - Welke resultaten leveren de actoren?
- Is er tijdwinst bij het gebruik van BIM voor een zelfstandig bouwprojectmanager bij projecten van kleine omvang ten opzichte van traditionele bouwproces in initiatief-, ontwerp- en voorbereidingsfase?

Uiteindelijk zullen de deelvragen en de casussen bijdragen aan het antwoord op de volgende hoofdvragen:

- *Is BIM toepasbaar bij kleine projecten?*

- *Is er een daling van arbeidsuren voor een bouwprojectmanager met gebruik van BIM?*
- *Wat zijn de kosten van BIM implementatie voor zelfstandige projectmanagers?*
- *Is de investering in gebruik van BIM nodig?*

## 2.7 Methodologie

### 2.7.1 ONDERZOEKTYPOLOGIE

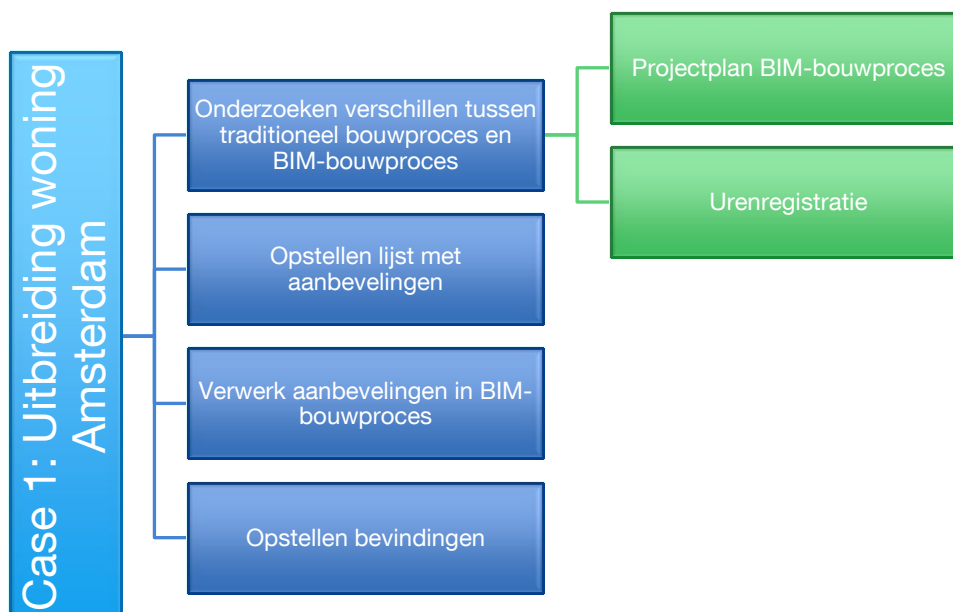
Dit onderzoek is een exploratief onderzoek. Het belangrijkste kenmerk van dit type onderzoek is het ontwikkelen en formuleren van een theorie en hypothesen (Baarda & Goede, 2006). Het gaat in het onderzoek niet meer om het verkennen of beschrijven van verschijnselen en het is nog niet mogelijk een bestaande of nieuwe theorie toe te passen en te toetsen. Het probleem is bekend, waardoor beschrijvend of verkennend onderzoek niet nodig is. De precieze oplossing is nog niet duidelijk, waardoor een toetsingsonderzoek niet mogelijk is.

De werkwijze in een exploratief onderzoek wordt van te voren niet helemaal vastgelegd. Gedurende het onderzoek kristalliseren ideeën uit en worden veronderstellingen aangepast aan de resultaten. Bij dit type onderzoek is het belangrijk om telkens af te vragen of de gevonden resultaten nuttig zijn in het kader van de doelstelling van het onderzoek. In het onderzoek worden voornamelijk de gesignaleerde verbanden en de aanleiding voor hypothesen beschreven. Uiteindelijk heeft dit onderzoek een hypothese opgebracht die gebruikt zou kunnen worden voor toetsend onderzoek (Baarda & Goede, 2006).

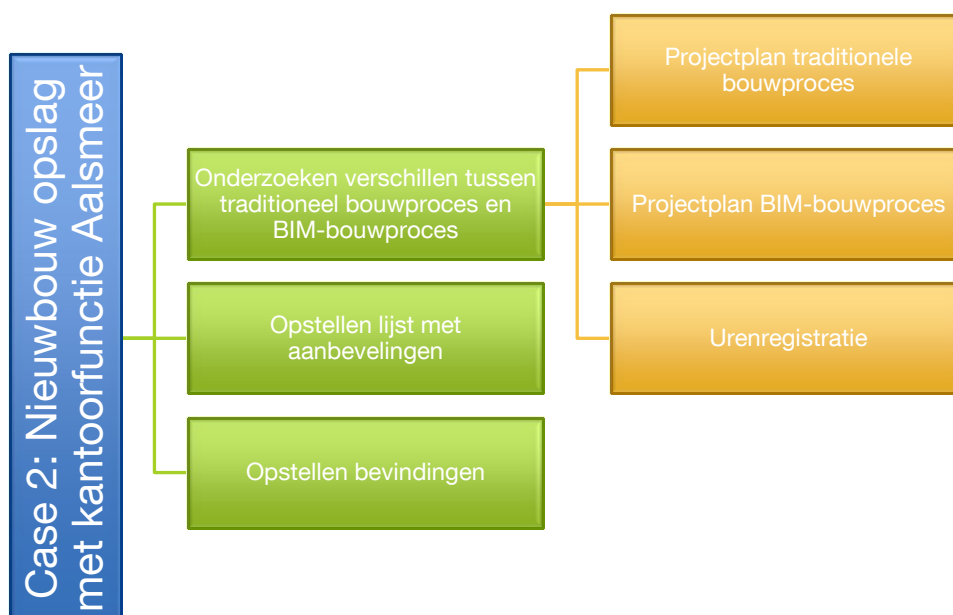
### 2.7.2 CASUSSTUDIES

Om de verschillen tussen de bouwprojectplannen van het traditionele en BIM-proces onderzoeken zijn twee casussen uit de praktijk onderzocht. Hiervoor is bij lopende projecten het proces geobserveerd om de verschillen in kaart te brengen. Vervolgens is met theoretisch inzicht bepaald hoe deze problemen in de toekomst voorkomen kunnen worden.

In casus wordt gestart met de introductie van de huisvestingscyclus gevolgd door de taken van de bouwprojectmanager in de vier fasen van de huisvestingcyclus. Daarna worden per fase mogelijke voordelen opgesomd en uitgelegd. De inspiratie van mogelijke voordelen is Charles M. Eastman's boek BIM Handbook. In paragraaf 1.6 van BIM Handbook is de opsomming van mogelijke voordelen van gebruik van BIM te vinden die de leidraad is van dit hoofdstuk. De voorgaande omschrijving wordt in figuur 2-6 en figuur 2-7 grafisch weergegeven.



**Figuur 2-6 Oefening Casus 1**



Figuur 2-7 Oefening Casus 2

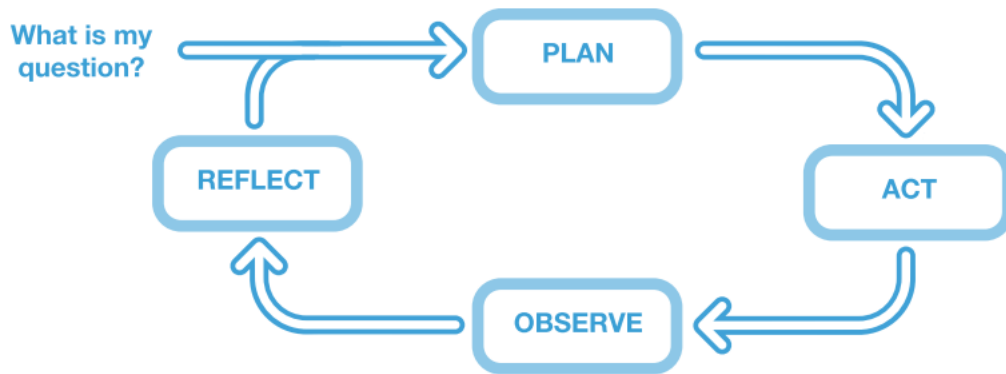
### 2.7.3 ONDERZOEKSMETHODEN

Om de deelvragen te kunnen beantwoorden is gebruik gemaakt van het bestuderen van literatuur, het bestuderen van casussen en beoordeling door experts. Hieronder wordt per vraag behandeld met welke methoden de vragen beantwoord zijn.

<p>Vergelijk de fasen van het traditionele bouwproces en het BIM-proces?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Welke fasen zijn er?</li> <li>▪ Welke actoren zijn er?</li> <li>▪ Welke samenwerkings- en contractvormen zijn er?</li> <li>▪ Welke functionele relaties zijn er?</li> <li>▪ Welke taken hebben de actoren?</li> <li>▪ Welke resultaten leveren de actoren?</li> </ul>	<p>Literatuurstudie</p>
<p>Is er tijdswinst bij het gebruik van BIM voor een zelfstandig bouwprojectmanager bij projecten van kleine omvang ten opzichte van traditionele bouwproces in initiatief-, ontwerp- en voorbereidingsfase?</p>	<p>Casusstudies met behulp van Action research.</p>

### 2.7.4 ACTION RESEARCH

Definitie van Action research volgens Waterman et al (Waterman, Tillen, Dickson, & Koning, 2001): “Action research is a period of inquiry that describes, interprets and explains social situations while executing a change intervention aimed at improvement and involvement. It is problem-focused, context-specific and future-oriented. Action research is a group activity with an explicit critical value basis and is founded on a partnership between action researchers and participants, all of whom are involved in the change process. The participatory process is educative and empowering, involving a dynamic approach in which problem identification, planning, action and evaluation are interlinked. Knowledge may be advanced through reflection and research, and qualitative and quantitative research methods may be employed to collect data. Different types of knowledge, including practical and prepositional, may be produced by action research. Theory may be generated and refined, and its general application explored through the cycles of the action research process.”

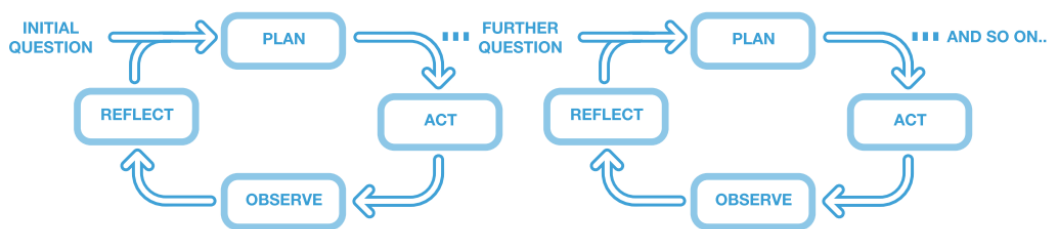


**Figuur 2-8** Proces van Action research (COBE, 2005)

Om verandering in te leiden begint Action research met een praktijkgerichte vraag, zie figuur 2-8, en wordt gevolgd door vier stappen om de praktijkgerichte vraag te beantwoorden. Om Action research te kunnen doen zijn de volgende stappen noodzakelijk (Kemmis, McTaggart, & Retallic, 2004):

- Opstellen van een plan van aanpak om huidige situatie te verbeteren;
- Implementeren van plan van aanpak (act);
- Observeren van effecten van implementatie;
- Reflecteren van de effecten en de reflectie gebruiken als basis voor de volgende cycli om mogelijke verbeteringen te onderzoeken.

Door de stappen te volgen ontstaat een cyclus van Action Research, zie figuur 2-9.



**Figuur 2-9** Action research als cyclus van verbetering (COBE, 2005)

## PLANNING

- Toekomstige of voorafgaand aan actie; toekomstgericht.
- Erken dat alle sociale actie tot op zekere hoogte onvoorspelbaar is en daarom enigszins riskant
- Flexibel genoeg om aan te passen aan onvoorziene effecten en niet eerder opgenomen beperkingen.
- Strategie:
  - Rekening houdend met de risico's van sociale verandering, en de erkenning van reële beperkingen in de situatie
  - Gekozen omdat de beoefenaar effectiever, verstandiger en voorzichtiger kan handelen bij een groter bereik van omstandigheden.

## ACTIE

- Opzettelijk en gecontroleerd: zorgvuldige en doordachte variatie van de praktijk.
- De praktijk als 'idee-in-actie'
- Begeleidend, maar niet gecontroleerd door plannen en eerdere praktijk
- Risicovol, in real time, omgaan met reële beperkingen
- Vloeiend en dynamisch proces, direct beslissingen, praktische oordeel
- 'Gevecht' naar verbetering

## OBSERVATIE

- Documenteren van de effecten van de actie
- Vooruitkijkend: vormt de basis voor reflectie nu, maar meer nog in de nabije toekomst.
- Zorgvuldige observatie is noodzakelijk.
- Observatie moet gepland worden, zodat er een basisdocument voor latere reflectie is. Het document mag niet te beperkt worden opgesteld en bij voorkeur flexibel en open-minded.
- Observeren:
  - het actieproces
  - de effecten van de actie (bedoelde en onbedoelde)
  - de omstandigheden en de problemen van actie
  - de manier waarop de omstandigheden en beperkingen opdoen of kanalisatie van de geplande actie en de gevolgen ervan optreedt
  - andere kwesties die zich voordoen
- Geleid door de intentie om een solide basis voor kritische zelfreflectie te bieden

## REFLECTIE

- Terugkijkend: herinnering van de geobserveerde actie.
- Verklaren van processen, problemen, moeilijkheden en beperkingen tijdens uitvoering van de actie
- Houdt rekening met de verscheidenheid aan mogelijke perspectieven in de situatie
- Geholpen door discussie door de deelnemers
- Omschrijf de betekenis van de actie voor ontstane situatie, en hoe dit leidt tot een herzien plan.
- Evaluatieaspect: beoefenaar is om te beoordelen of effecten of moeilijkheden wenselijk waren en doet suggesties om door te gaan.
- Beschrijvende aspect: nieuwe inzichten, een meer levendig beeld van de situatie, de actie, en wat zou nu mogelijk zijn

## 2.8 Bevindingen

De bevindingen van de casussen worden weergegeven in een vergelijkingstabel en in GOTIK-aspecten.

De vergelijkingstabel bevat de mogelijke voordelen van BIM met daaraan gekoppeld of dit een voordeel in het project is geweest, en of dit de tijdswinst van bouwprojectmanagers heeft opgeleverd.

## 3 VERGELIJKING TRADITIONELE BOUWPROCES EN HET BIM-PROCES

### 3.1 Inleiding

Om de eerste onderzoeksvraag te beantwoorden, wordt in dit hoofdstuk een vergelijking gegeven van traditioneel bouwproces en BIM-proces. Gestart wordt met een overzicht van faseringen gevolgd door

### 3.2 Projectfasering in het algemeen

De activiteiten voorbereiden en uitvoeren kunnen nader onderverdeeld worden. Daarvoor zijn verschillende indelingen beschikbaar (zie tabel 3-1). De muterende activiteiten zijn in tabel 3-1 aangegeven als 'programma', 'ontwerp', 'uitwerking', 'realisatie' en 'gebruik'. Hieronder volgt een nadere omschrijving van deze fasen. Daarbij is gekozen voor een algemene beschrijving van de situatie in de praktijk.

De gehanteerde fasering (SBR, 1997) door de Stichting Bouwresearch (SBR) wordt als uitgangspunt genomen. De fasering van een nieuwbouwproject ziet er hierin als volgt uit:

- Programma: Initiatief, haalbaarheidsstudie en projectdefinitie.
- Ontwerp: Structuurontwerp, voorlopig ontwerp en definitief ontwerp.
- Uitwerking: Bestek en prijsvorming.
- Realisatie: Werkvoorbereiding, uitvoering en oplevering.
- Beheer: Gebruik, renovatie, herontwikkeling en sloop.

De bovenstaande fasering van de SBR is gelijk aan de fasering volgens de NEN 2634<sup>6</sup> (NEN, 2002).

De standaardtaakbeschrijving 2009 (DNR-STB 2009) (BNA/ONRI, 2008) als onderdeel van De Nieuwe Regeling 2011 (DNR 2011) deelt de voorbereidingsfase als volgt op: fase definitief ontwerp, fase technisch ontwerp/bestek, fase prijs- en contractvorm, fase uitvoeringsgereed ontwerp.

In de DNR-STB 2009 wordt de fasering onderverdeeld in gelijk stappen. Er zijn twee belangrijke verschillen ten opzichte van de fasering van de NEN 2634:

- 1) Door de mogelijkheid om de DNR bij geïntegreerde contracten toe te passen worden er in diverse fasen prijs- en contractvorming taken toegevoegd. Het toevoegen van deze mogelijkheid geeft als voordelen:
  - a) dat de adviseurs per fase of vanaf iedere fase ingehuurd kan worden;
  - b) dat er het beheeraspect Geld bij elke fase onder de aandacht komt.
- 2) De DNR-STB 2009 heeft een fasering tot de sloop van het bouwwerk. De NEN 2634 faseert de sloop als een losstaande fase. In dit afstudeeronderzoek wordt de sloopfase buiten beschouwing gelaten.

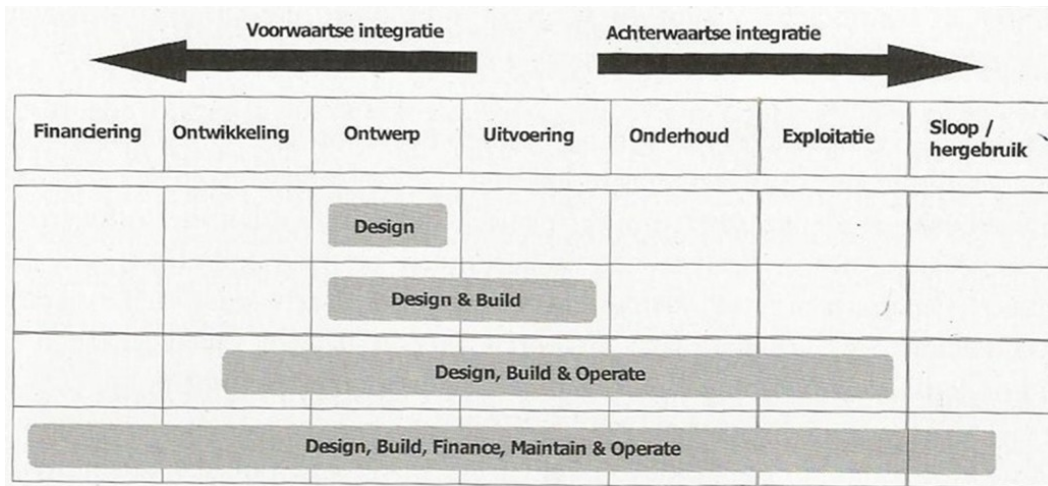
**Tabel 3-1 Fasering volgens NEN 2634, DNR-STB 2009 en NERPOM (Nozeman, 2010)**

Cyclussen	Fasen	Nadere indeling van de fasen		
		NEN 2634	DNR-STB 2009	NEPROM
Initiëren	Programma	1 Initiatief	1 Initiatief/ Haalbaarheid	1 Initiatief- of startfase
		2 Haalbaarheidsstudie		
		3 Projectdefinitie	2 Projectdefinitie	
Vorbereiden	Ontwerp	4 Structuurontwerp	3 Structuurontwerp	7 Prijs- en contractvorming
		5 Voorlopig ontwerp	4 Voorontwerp	
		6 Definitief ontwerp	5 Definitief ontwerp	
Uitvoeren	Uitwerking	7 Bestek	6 Technisch ontwerp	3 Realisatiefase
		8 Prijsvorming	7 Prijs- en contractvorming	
	Realisatie	9 Werkvoorbereiding	8 Uitvoering - Uitvoeringsgereed ontwerp	
		10 Uitvoering	9 Uitvoering - Directievoering	
		11 Oplevering		
Gebruiken	Gebruik	12 Exploitatie en verbouw	10 Gebruik/ Exploitatie	4 Exploitatie/ beheerfase
		13 Sloop		

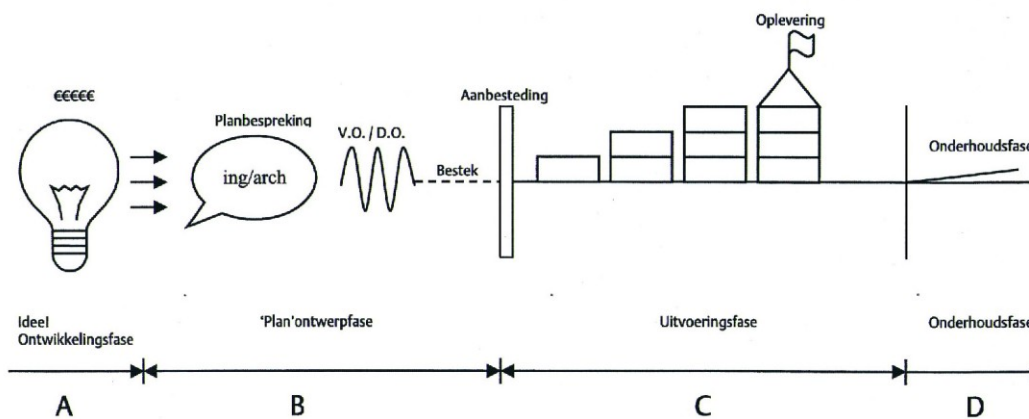
### 3.2.1 HET TRADITIONELE BOUWPROCES

#### INLEIDING

Het traditionele bouwproces wordt aangeduid als Design, Bid & Build (Ontwerpen, Aanbesteden en Realiseren), zie figuur 3-1. In het traditionele bouwproces is ontwerp en uitvoering gescheiden en wordt schematisch weergegeven in figuur 3-2. De opdrachtgever stelt, eventueel ondersteund door een adviseur (architect, bouwprojectmanager), een Programma van Eisen van het bouwwerk op (A). Een architect (of een andere adviseur) wordt geselecteerd om een ontwerp van het bouwwerk te maken en levert tekeningen en een bestek aan de opdrachtgever (B). De opdrachtgever gaat daarna op zoek naar een aannemer om het project te realiseren (C). De onderhoudsfase (D) begint na de oplevering van de aannemer. Na de oplevering hebben zowel de aannemer als de architect geen rol.



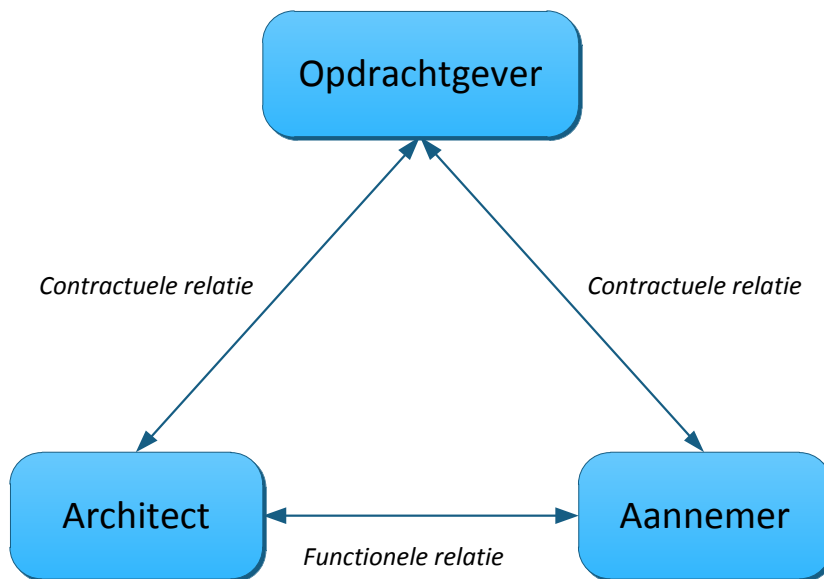
**Figuur 3-1** Veranderende rolpatronen, voor- en achterwaartse integratie in het bouwproces (Wamelink & al, 2010)



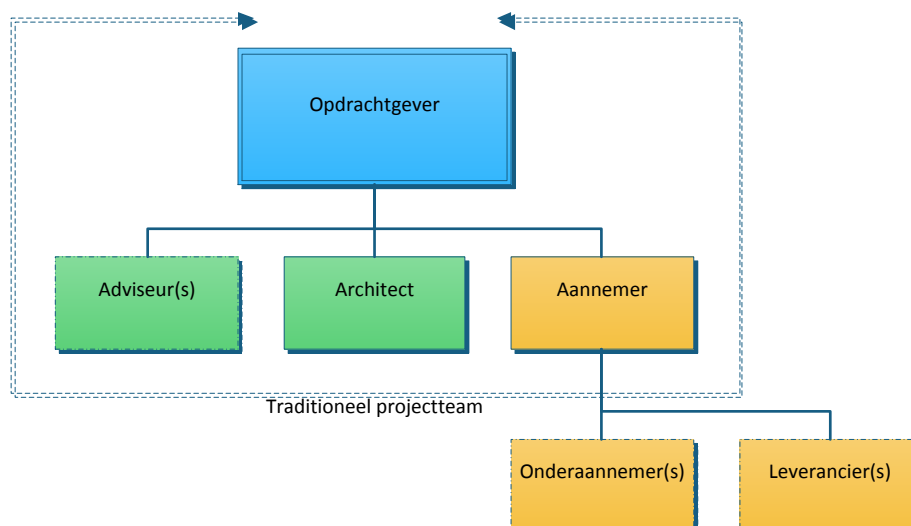
**Figuur 3-2** Het traditionele bouwproces (Nationaal BIM-platform, 2012)

In deze vorm is er een strikte scheiding tussen ontwerp en uitvoering met betrekking tot de contractuele relaties en in de tijd, zie figuur 3-2. De opdrachtgever stelt, eventueel ondersteund door een adviseur (architect, bouwprojectmanager), een Programma van Eisen van het bouwwerk op (A). De opdrachtgever contracteert daarna eerst een architect voor het ontwerp en vervolgens een aannemer om het project te realiseren. Nadat het ontwerp is vastgesteld wordt dit uitgewerkt in een gedetailleerd bestek en tekeningen (B). Op basis van bestek en tekeningen wordt een prijsopgave gevraagd bij uitvoerende partijen, ofwel wordt het project aanbesteed. Het project wordt vervolgens gegund aan de laagste inschrijver (C). In het Nederlandse Bouwrecht wordt deze vorm ook wel aangeduid als de 'klassieke driehoek', zie figuur 3-3. De onderhoudsfase (D) begint na de oplevering van de aannemer. Na de oplevering hebben zowel de aannemer als de architect geen contractuele verplichtingen uitgezonderd garantieregelingen.





**Figuur 3-3** De 'klassieke' driehoek (Proosdij, 2007)



**Figuur 3-4** Contractuele relaties traditioneel contractmodel

### 3.2.2 SAMENWERKINGSVORM

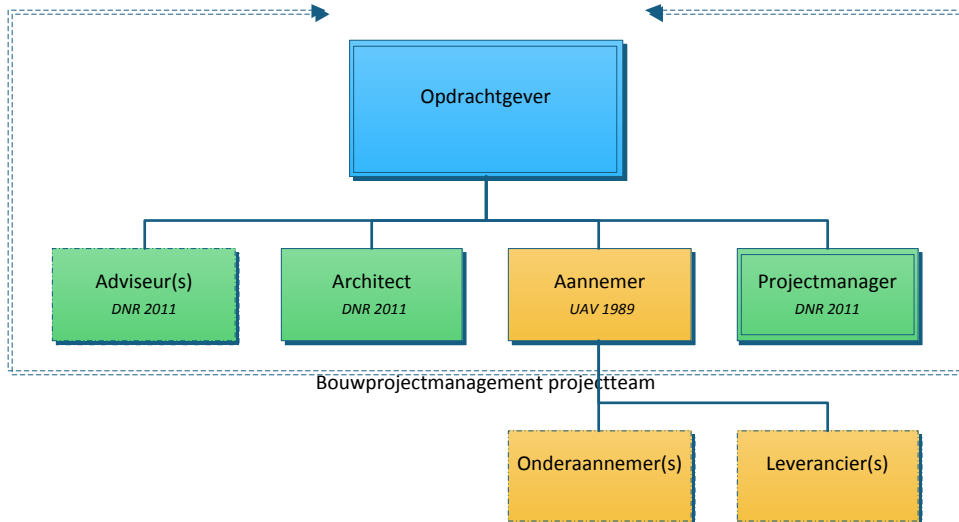
#### CONTRACTUELE RELATIES

De opdrachtgever heeft tot taak het ontwerpproces en de bouw te (laten) coördineren. Mede daardoor is de invloed van de opdrachtgever in alle fasen van het proces relatief groot. Na elke fase in het (nieuw)bouwproces is er een beslismoment voor de opdrachtgever. De opdrachtgever kan vertegenwoordigd worden door een directie(voerder). *“De opdrachtgever is gerechtigd een of meer personen aan te wijzen om als directie op te treden of de directie bij te staan dan wel als zodanig aangewezen personen door anderen te vervangen.”* (UAV, 1989)

De architect is verantwoordelijk en aansprakelijk voor de juridische uitvoerbaarheid van het ontwerp en de uitvoerbaarheid binnen het budget van de opdrachtgever. De aannemer is verantwoordelijk en aansprakelijk voor de juiste uitvoering van bestek en tekeningen, zoals deze door de opdrachtgever verstrekt zijn, binnen het gestelde budget (met uitzondering van bestekwijzigingen). De opdrachtgever draagt het risico voor het totale project.

In figuur 3-4 worden de contractuele relaties van het traditionele projectteam getoond. De opdrachtgever sluit met architect, aannemer en adviseur een overeenkomst. De onderaannemer en leverancier vallen contractueel onder de leverancier.

In dit onderzoek wordt de rol van directie ingevuld door de bouwprojectmanager. De bouwprojectmanager is een ingehuurde adviseur van de opdrachtgever. De toevoeging van de bouwprojectmanager leidt tot een wijziging in de klassieke driehoek. In de contractuele relaties wordt de bouwprojectmanager bijgevoegd wat leidt tot het bouwprojectmanagement contractmodel (Nozeman, 2010), zie figuur 3-5.

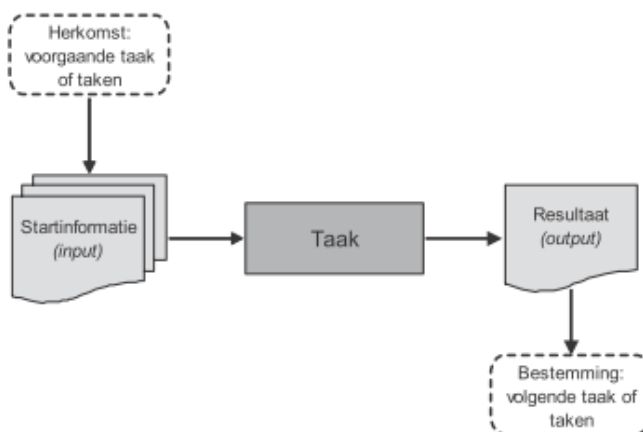


**Figuur 3-5 Contractuele relaties bouwprojectmanagement contractmodel (Wamelink & al, 2010)**

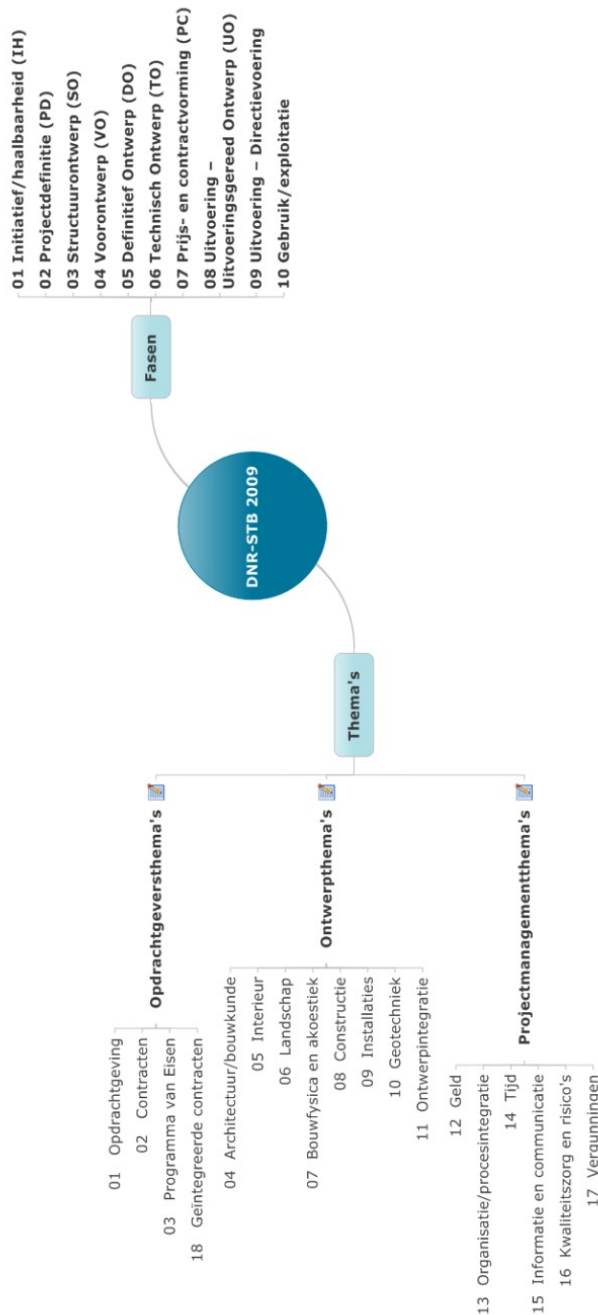
### TAKEN EN VERANTWOORDELIJKHEDEN

In figuur 3-5 wordt het bouwprojectmanagement contractmodel getoond. In de figuur wordt aangegeven welke contractuele en samenwerkingsvoorwaarden tussen partijen wordt aangegaan. De opdrachtgever gaat met de andere actoren een verbintenis aan. Bij de architect, bouwprojectmanager en adviseurs wordt De Nieuwe Regeling 2011 (DNR 2011) als voorwaarden gebruikt. Bij de aannemer wordt de Uniforme Administratieve Voorwaarden voor de uitvoering van werken 1989 (UAV 1989)<sup>7</sup> gebruikt. In de DNR 2011 en de UAV 1989 worden de taken en verantwoordelijkheden van de contractpartijen weergegeven. Naast de taken wordt aangegeven hoe om te gaan met knelpunten en de afwikkeling daarvan.

De DNR 2011 wordt vergezeld door een afzonderlijk document met daarin de taken die de opdrachtgever aan adviseur kan uitbesteden, De standaardtaakbeschrijving 2009 (DNR-STB 2009). De digitale versie van de DNR-STB 2009, bij onder andere <http://www.dnr-stb.nl/> en <http://www.projecttasks.nl/>, geeft een indruk van de complexiteit van een project. Naast de taken en de actoren wordt voor de meeste taken een documentsoort, documentomschrijving en een documentinhoud weergegeven, zie figuur 3-6. De taken worden verdeeld in thema's en in fasen, zie figuur 3-7.



**Figuur 3-6 Samenhang van taken in de STB (BNA/ONRI, 2008)**



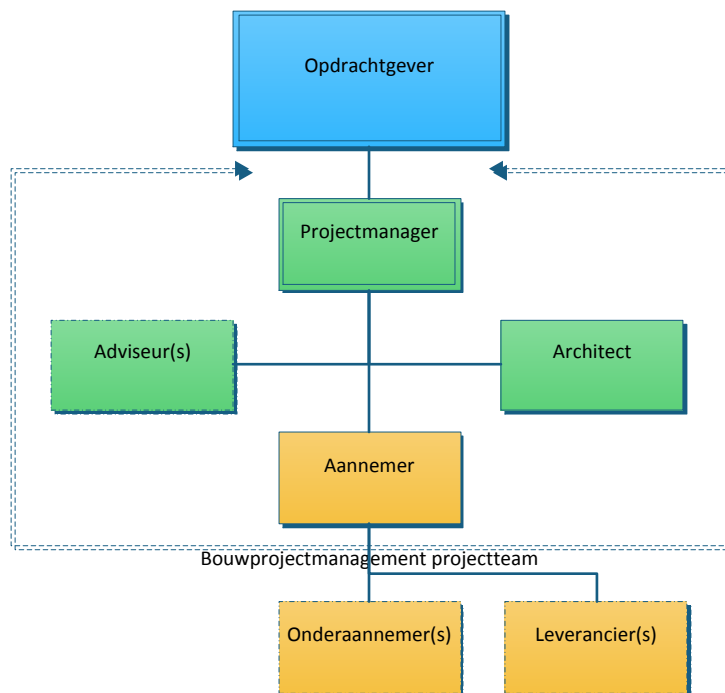
**Figuur 3-7 Thema's en fasen DNR-STB 2009**

## ACTOREN

Binnen het projectteam van het Bouwprojectmanagement contractmodel vallen bouwprojectmanager, als vertegenwoordiger van de opdrachtgever, de architect, de adviseurs en de aannemer, zie figuur 3-8.

De hoofdtaak van de bouwprojectmanager is het zorgdragen voor een evenwichtig verloop van de alle fasen tot de oplevering van het bouwwerk, zie figuur 2-2. Hij/Zij moet bij knelpunten in een fase met alle betrokken actoren de besluitvorming op gang houden. In sommige gevallen kan dit betekenen dat hij/zij met een eigen visie expliciet stelling neemt in een knelpunt. Daarnaast bewaakt hij/zij de beheersaspecten GOTIK, waaronder de planning, het budget, het programma, de informatie en de organisatie. In vele gevallen zit de bouwprojectmanager ontwerp- en bouwvergaderingen voor,

en tevens leidt hij/zij de directievoering en het bouwtoezicht (Nozeman, 2010).

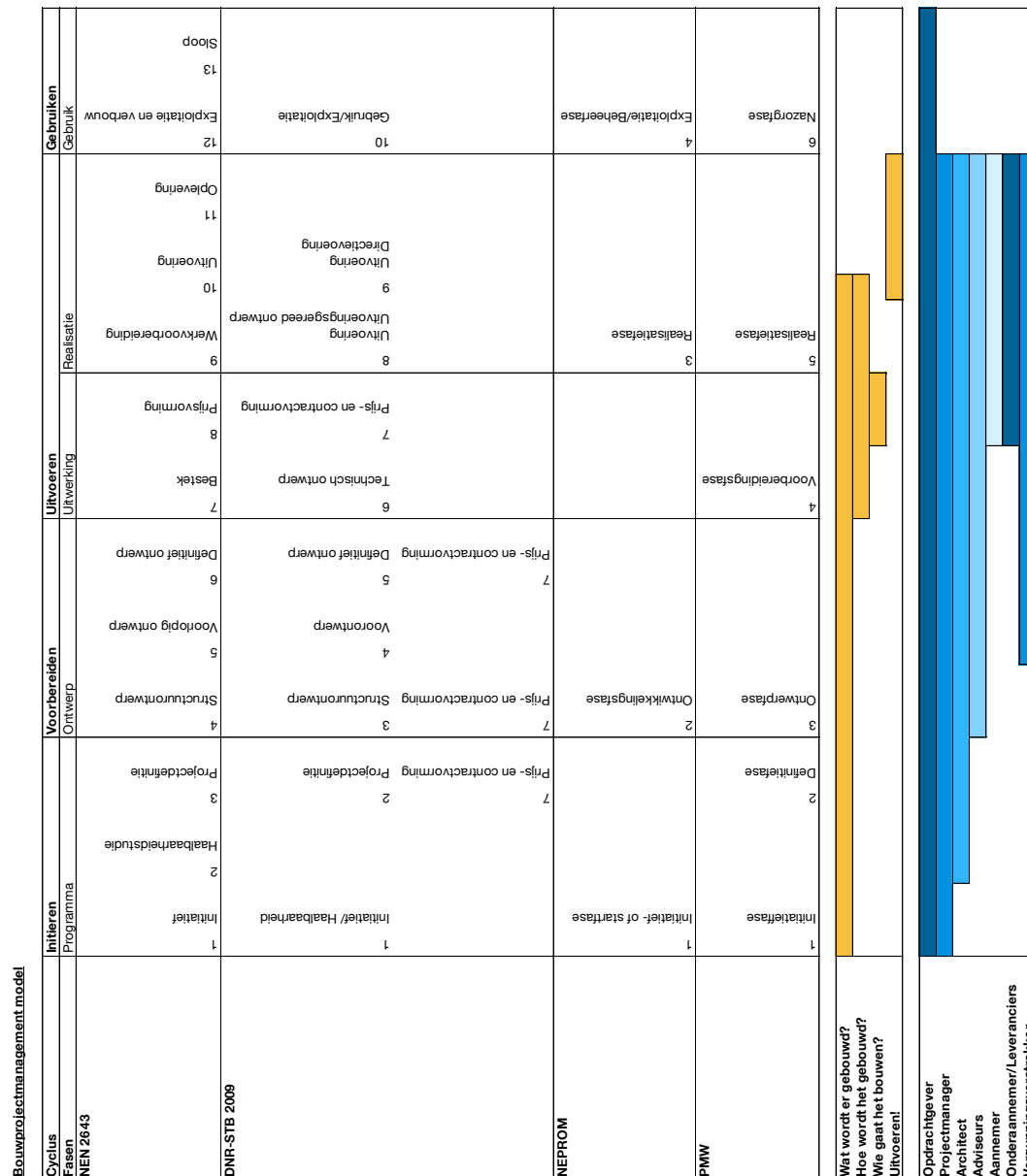


**Figuur 3-8 Functionele relaties bouwprojectmanagement contractmodel (Nozeman, 2010)**

De architect is verantwoordelijk voor alle ontwerpactiviteiten die nodig zijn voor de technische uitwerking van het project, waaronder bestek en tekeningen. De fasering wordt onderverdeeld in stappen, zie tabel 3-1, zijnde structuurontwerp, voorlopig ontwerp, definitief ontwerp en technisch ontwerp. De architect kan worden ondersteund door externe adviseurs. De adviseur kan een specialistische kennisbijdrage hebben. Mogelijke adviseurs zijn interieur architect, adviseur bouwfysica en akoestiek, adviseur constructies, adviseur geotechniek, adviseur installaties, kosten adviseur e.d. De contractuele verplichting van de adviseurs ligt bij de opdrachtgever. De bouwprojectmanager stuurt de adviseurs aan, en beheerst hierdoor het proces.

Naast het projectteam zijn er partijen waar het totale projectteam in mindere mate of geen invloed op heeft. De actoren onderaannemer en leverancier staan direct onder contract bij één van de actoren in het projectteam. De mate van openheid wordt daardoor beperkt. Een andere actor is de vergunningsverstrekker. Op deze actor kan enkel door overleggen een minimale invloed bestaan. De invloed beperkt zich tot het willen inzetten voor het project. De procedures van de vergunningsverstrekker worden hierdoor niet verkort.

## CONCLUSIE

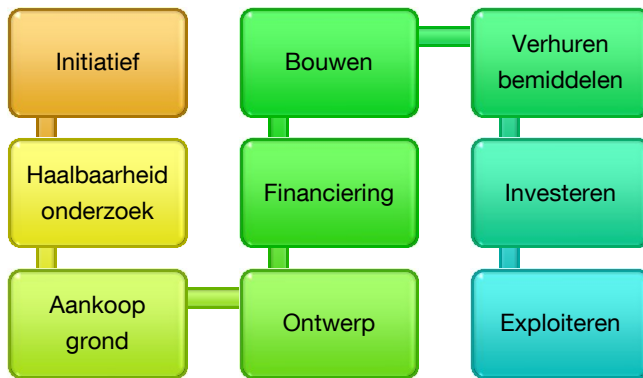


**Figuur 3-9 Fasering Bouwprojectmanagement contractmodel**

In het bouwprojectmanagement contractmodel wordt de ontwerpfase en de uitvoeringsfase gescheiden. In de ontwerpfase wordt input van gespecialiseerde adviseurs ingewonnen. De kennis van de architect en de kennis van de adviseurs leiden tot een technisch ontwerp. Het definitieve ontwerp wordt ingediend bij de vergunningverstrekker om een aanvraag tot bouwvergunning te doen. Na goedkeuring van de aanvraag wordt overgegaan tot aanbesteding van het project aan een aannemer. De aannemer schrijft in op het bestek en de tekeningen. Waarna een werkvoorbereiding met de uitvoering gestart kan worden en uiteindelijk de oplevering plaatsvindt, zie figuur 3-9.

Het hele proces is een serieschakeling van de fasen, zie figuur 3-10.

De rol van de aannemer is beperkt tot het uitvoeren van de eisen en wensen van de opdrachtgever. De aannemer past zijn werkwijze aan, aan het gevraagde in tekeningen en het bestek. De keuze voor een aannemer wordt zodoende beperkt doordat de aannemer een specialist van het verkozen bouwsysteem in de tekeningen en het bestek moet zijn.



**Figuur 3-10 Serieschakeling in projectontwikkeling (Nozeman, 2010)**

Samenvattend kunnen voor het traditioneel model kunnen enkele specifieke kenmerken worden opgesomd die volgen uit de voorgaande beschrijving (Koning & Sproncken, 2001):

- Herkenbare rolverdeling met als gevolg een duidelijke scheiding tussen verantwoordelijkheden en aansprakelijkheden ten aanzien van ontwerp, uitvoering, onderhoud en facilitaire dienstverlening.
- Opdrachtgever heeft veel invloed op het verloop van het huisvestingsproces.
- Opdrachtgever gaat per fase verplichtingen aan waardoor financiële risico's beter beheersbaar worden.
- Relatief lange doorlooptijd door een volgtijdelijke inbreng van ontwerp-, uitvoerings- en onderhoudskennis.
- Relatief veel kans op meerwerk vanwege een mogelijk onvoldoende afstemming tussen activiteiten en geringe kennisuitwisseling.
- Functionele relatie tussen Opdrachtgever – architect, architect – aannemer en aannemer – onderaannemers.
- Contractuele relatie: opdrachtgever – architect en aannemer, aannemer – onderaannemer.

### 3.3 Het BIM-proces: Integrated Project Delivery

#### 3.3.1 INLEIDING

Om te starten met het uitleggen van het BIM-proces, moeten allereerst twee begrippen, zijnde Bouw Informatie Model (BIM) en Integrated Project Delivery (IPD), worden onderscheiden.

Een Bouw Informatie Model (BIM) is een digitale voorstelling van fysieke en functionele eigenschappen van een bouwwerk. Het betreft de gehele digitale verzameling van tekeningen, presentaties, teksten en berekeningen van een bouwwerk.

BIM heeft vooral de bedoeling om deze voorstelling van fysieke en functionele eigenschappen van een bouwwerk, die vaak door verschillende betrokkenen zowel geleverd zijn en ook worden toegepast bij besluitvorming, integraal op elkaar af te stemmen. In initiatiefase of ontwerpfase spreekt men daartoe vaak verplichtend van te voren met zowel ontwerpers en uitvoerenden als met opdrachtgevers af welke software voor welke gegevens toegepast zal worden.

Deze digitale voorstelling fungeert als een gedeelde kennisbron met informatie van het bouwwerk en vormt een basis voor het nemen van de besluiten vanaf de initiatiefase, de ontwerpfase, de uitvoeringsfase en ook gedurende de hele levenscyclus van het bouwwerk.

Integrated Project Delivery (IPD) is een bouwprocesmodel dat mensen, systemen en werkwijzen integreert in een proces dat samen gebruik maakt van de talenten en inzichten van alle deelnemers om de projectresultaten te optimaliseren, waarde voor de eigenaar te verhogen, afval te verminderen en de efficiëntie te maximaliseren in alle fasen van ontwerp, fabricage en de bouw.

IPD principes kunnen op verschillende contractmodellen worden toegepast en IPD-teams bestaan uit

---

alle deelnemers aan project. In alle gevallen worden geïntegreerde projecten gekenmerkt door effectieve samenwerking tussen alle deelnemers in een ontwerpfase tot en met oplevering.

Volgens AIA is BIM:

“a tool, not a project delivery method, but IPD process methods work hand in hand with BIM and leverage the tool’s capabilities. The IPD project team reaches an understanding regarding how the model will be developed, accessed, and used, and how information can be exchanged between models and participants.” (AIA, 2007)

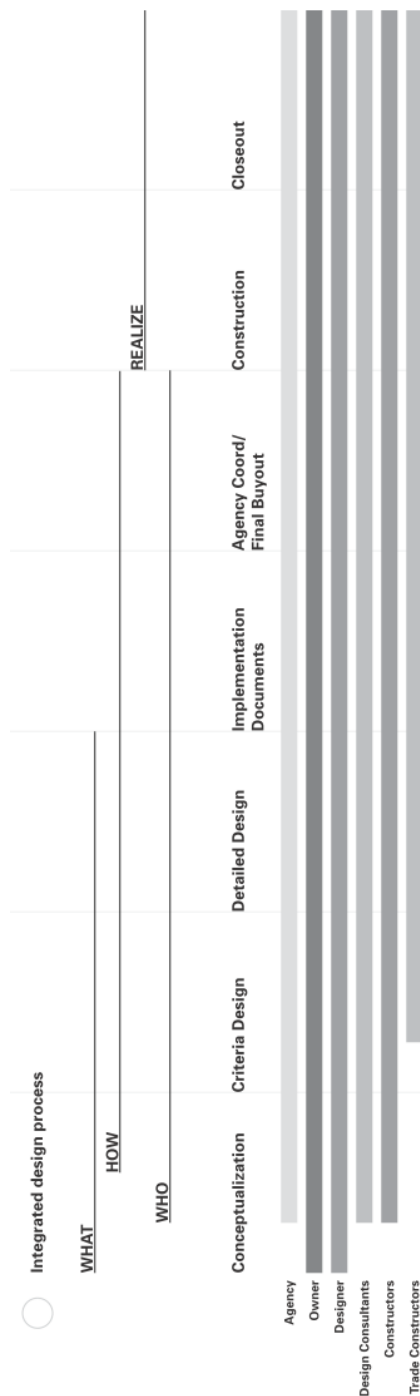
In verschillende literatuur (Levy, 2012) (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008) (Smith & Tardif, 2009) wordt BIM aangeduid als Building Information Modeling, het proces, en wordt het model aan als BIM-model aangeduid. In mijn afstudeeronderzoek wordt met BIM het model bedoeld en met BIM-proces wordt IPD bedoeld.

### 3.3.2 FASERING

Om het BIM-proces in kaart te brengen wordt gebruik gemaakt van de leidraad die is opgesteld door American Institute of Architects (AIA) (AIA, 2007). De leidraad is opgesteld om informatie en advies over principes en technieken van geïntegreerde projectaanpak te geven en in de leidraad wordt uitgelegd hoe BIM-methoden in het ontwerpen en bouwen van projecten gebruikt kan worden.

In de leidraad wordt een fasering gegeven voor een geïntegreerd proces. De volgende fasen worden genoemd, zie figuur 3-11:

- **Conceptualization:** In deze fase wordt vastgesteld wat er gebouwd gaat worden, wie het gaat bouwen en hoe het gebouwd gaat worden.
- **Criteria Design:** Tijdens krijgt het project vorm. Er worden verschillende varianten en opties geëvalueerd, getest en geselecteerd.
- **Detailed Design:** In deze fase wordt vastgelegd wat er gebouwd gaat worden. De belangrijke ontwerpbeslissing worden afgerond.
- **Implementation Document:** In deze fase wordt de vertaalslag gemaakt van wat er gebouwd gaat worden naar hoe dit gebouwd gaat worden. Doel van deze fase is de voltooiing van het vaststellen en beschrijven waarop het ontwerp zal worden uitgevoerd. Het is niet de bedoeling om het ontwerp te wijzigen of verder te ontwikkelen. In deze fase kunnen vergunningstukken opgesteld worden.
- **Agency Review:** In deze fase is het doel om de (vergunningverlenende) instanties te betrekken bij het project. Het gebruik van BIM en vroegtijdige betrokkenheid en keuring van (vergunningverlenende) instanties kan de duur van de vergunningsaanvraag minimaliseren.
- **Buyout:** In deze fase worden de technische ontwerp door de aannemer en leverancier definitief afgeprijsd. Door de betrokkenheid van de aannemer en leverancier in de ontwerpfase kan er voldoende vertrouwen zijn om onderdelen met een lang levertijd of geprefabriceerd zijn te bestellen.
- **Construction [Construction/Construction Contract Administration]:** De uitvoeringsfase.
- **Closeout:** In deze fase wordt het intelligente 3D model aan de opdrachtgever geleverd. De oplevering en overdracht van garanties van het project worden gedaan. Daarnaast kan het ontwerp met het geleverde bouwwerk worden vergeleken om vast te stellen of aan de eisen is voldaan.



Figuur 3-11 IPD bouwproces (AIA, 2007)

### 3.3.3 SAMENWERKINGSVORM

#### CONTRACTUELE RELATIES

In de contractuele relaties tussen de actoren verandert er weinig concluderen prof.dr. M.A.B. Chao-Duivis (Chao-Duivis, 2011-01) (Chao-Duivis, 2011-02). Het contractmodel van bouwteam komt het eerst op als er over een BIM-project gesproken wordt. De redenen om dit te veronderstellen omschrijft Chao-Duivis als volgt:

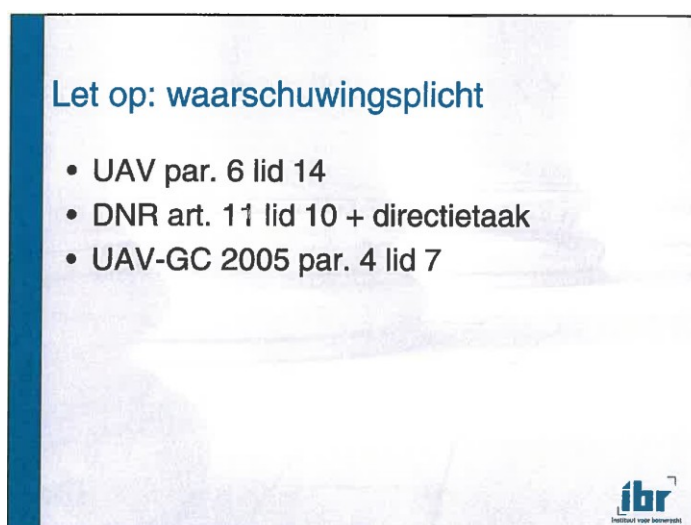
“Het idee dat gezamenlijk met een computermiddel wordt gewerkt aan een ontwerp roept gedachten aan het werken in een bouwteam op. Vooral wanneer ik in herinnering roep dat de BIR spreekt van een geïntegreerde aanpak van ontwerp en uitvoering met een gelijkwaardige inbreng van alle relevante bouwpartners. Een bouwteam wordt door Asser-Van den Berg als volgt omschreven:



‘Onder een bouwteam wordt gewoonlijk verstaan, een tijdelijke vorm van samenwerking op voet van gelijkheid tussen vertegenwoordigers van de bouwprocesfuncties initiatief nemen, ontwerpen en uitvoeren, waarbij de deelnemers in gecoördineerd verband de werkzaamheden verrichten die uit de eigen functie voortkomen, en daarenboven, waar mogelijk, door het geven van advies medewerken aan de taakvervulling van collega-deelnemers. Het meest kenmerkende aspect van het bouwteammodel is dat daaraan wordt deelgenomen door één of meer vertegenwoordigers van de bouwprocesfunctie uitvoeren.’ Binnen het bouwteammodel worden twee vormen onderscheiden: de gecoördineerde en de geïntegreerde samenwerking. Nogmaals Asser-Van den Berg raadplegend: ‘Onder gecoördineerde samenwerking versta ik de figuur dat individueel aanvaarde taken in regelmatig onderling overleg worden vervuld, om te bereiken dat de afzonderlijk te verrichten werkzaamheden harmonisch op elkaar zullen aansluiten.’ En: ‘Een veel verdergaande vorm van samenwerking doet zich voor in geval van een integratieteam. Daaronder versta ik de figuur van een door twee of meer personen gezamenlijk aanvaarde opdracht die door hen als één samenhangend geheel in collectief verband wordt vervuld.’”

Verder in het stuk geeft Chao-Duivis aan waarom het contractmodel bouwteam niet aan de orde is. Normaliter komt een bouwteam tot stand door een afspraak van de opdrachtgever met ontwerpers dat zij in bouwteam een ontwerp zullen maken, terwijl de uitvoerende partij daarbij een adviserende rol vervult, waaraan uiteraard eveneens een overeenkomst ten grondslag ligt. Er zal dus niet automatisch sprake zijn van een bouwteam: de opdrachtgever zal een afspraak daartoe moeten maken met de beoogde deelnemers aan het team. Kan een samenwerking geduid worden als een bouwteam ook al ontbreekt deze overeenkomst, vergelijkbaar met hoe een samenwerking geduid kan worden als een v.o.f.? Dat lijkt mij op gespannen voet met de gedachte aan contractsvrijheid te staan. Ik ga er daarom in het vervolg van uit dat een bouwteam niet aan de orde is. De consequentie hiervan is, dat de aansprakelijkheidsvraag naar fouten in het ontwerp in dit artikel niet beantwoord zal worden met behulp van de regeling in het VG-Bouw Model.”

De contractuele relaties tussen de opdrachtgever en de overige actoren blijft gehandhaafd, zie figuur 3-5. Een voordeel voor de vroege samenwerking en contractering van de actoren geeft Chao-Duivis in een presentatie van het Instituut van Bouwrecht (IBR). In dia 10 (Chao-Duivis, 2011-02), zie figuur 3-12, wordt aangegeven dat de actoren een meldingsplicht hebben. In alle contract- en samenwerkingsvoorwaarden is meldingsplicht opgenomen. De aannemer is bij contracteren geen adviseur, maar aannemer, en kan zich zo doende niet meer verschuilen. Er moet in volle overgave een project ontworpen worden.



**Figuur 3-12 Juridische implicaties werken met BIM, dia 10 (Chao-Duivis, 2011-02)**

### TAKEN EN VERANTWOORDELIJKHEDEN

In bouwprojectmanagement contractmodel, zie figuur 3-5, wordt aangegeven welke contractuele en

samenwerkingsvoorwaarden tussen partijen wordt aangegaan. De opdrachtgever gaat ook hier met de andere actoren een verbintenis aan. Bij de architect, bouwprojectmanager en adviseurs wordt de DNR 2011 als voorwaarden gebruikt. Bij de aannemer wordt de UAV 1989 gebruikt.

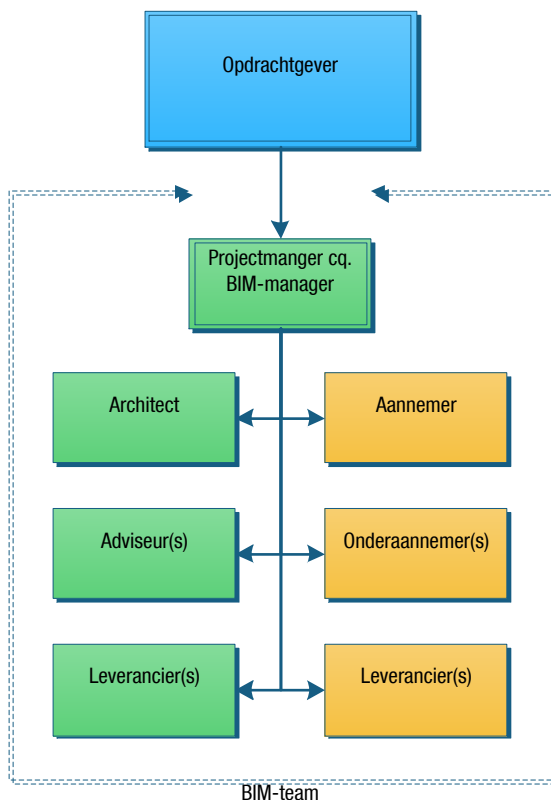
De taken van de DNR-STB 2009 kunnen bij een geïntegreerd proces worden verdeeld over de actoren waarbij de taken het beste aansluiten. Vanaf de fase Structuurontwerp worden bij ieder fase extra activiteiten toegevoegd. De taken hebben als doel om beheersplannen voor de fase op te stellen. De beheersplannen worden door alle partijen opgesteld en worden door alle partijen gecontroleerd. De voorgestelde beheersplannen zijn Kwaliteitsborgingplan Ontwerpwerkzaamheden en Acceptatieplan. Na opstelling en controle van de beheersplannen wordt aan de hand van beheersplannen het ontwerp getoetst en waar nodig worden wijzigingen/alternatieven elementen bij afkeur voorgesteld. De extra taken leiden tot afstemming en controle van stukken van actoren.

Wat opvalt is dat de geïntegreerde ontwerpactiviteit beginnen bij het structuurontwerp.

## ACTOREN

Binnen het projectteam van het BIM contractmodel vallen alle actoren in het bouwproject. De bouwprojectmanager, als vertegenwoordiger van de opdrachtgever, geeft leiding aan het projectteam, zie de architect, de adviseurs en de aannemer, zie figuur 3-13.

De hoofdtaak van de bouwprojectmanager, net als bij het bouwprojectmanagement contractmodel, is het zorgdragen voor een evenwichtig verloop van de alle fasen tot de oplevering van het bouwwerk, zie figuur 3-11. Hij/Zij moet bij knelpunten in een fase met alle betrokken actoren de besluitvorming op gang houden. In sommige gevallen kan dit betekenen dat hij/zij met een eigen visie expliciet stelling neemt in een knelpunt. Daarnaast bewaakt hij/zij de beheersaspecten GOTIK, waaronder de planning, het budget, het programma, de informatie en de organisatie. In vele gevallen zit de bouwprojectmanager ontwerp- en bouwvergaderingen voor, en tevens leidt hij/zij de directievoering en het bouwtoezicht (Nozeman, 2010).



**Figuur 3-13 Functionele relaties BIM contractmodel**

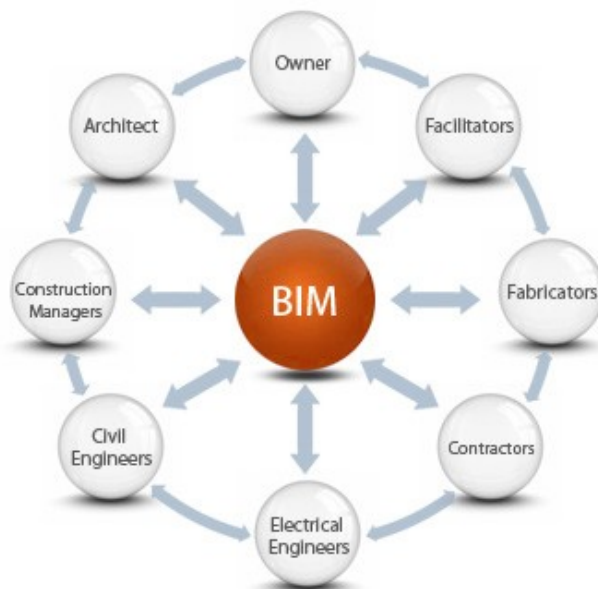
De architect is verantwoordelijk voor alle ontwerpactiviteiten die nodig zijn voor de technische uitwerking van het project, waaronder bestek en tekeningen. De fasering wordt onderverdeeld in

stappen, zie tabel 3-1, zijnde structuurontwerp, voorlopig ontwerp, definitief ontwerp en technisch ontwerp. De architect kan worden ondersteund door externe adviseurs. De adviseur kunnen een specialistische kennisbijdrage hebben. Mogelijke adviseurs zijn interieur architect, adviseur bouwfysica en akoestiek, adviseur constructies, adviseur geotechniek, adviseur installaties, kosten adviseur e.d. De contractuele verplichting van de adviseurs ligt bij de opdrachtgever. De bouwprojectmanager stuurt de adviseurs aan, en beheerst hierdoor het proces.

Naast het projectteam zijn er partijen waar het totale projectteam in mindere mate of geen invloed op heeft. De actoren onderaannemer en leverancier staan direct onder contract bij één van de actoren in het projectteam. De mate van openheid wordt daardoor beperkt. Een andere actor is de vergunningsverstrekker. Op deze actor kan enkel door overleggen een minimale invloed bestaan. De invloed beperkt zich tot het willen inzetten voor het project. De procedures van de vergunningsverstrekker worden hierdoor niet verkort.

### 3.3.4 CONCLUSIE

Het BIM-proces kenmerkt zich als een proces waarin actoren in een vroeg stadium worden betrokken in ontwerpproces. Door gebruik van BIM is het mogelijk om de invoer en uitvoer van actoren te verzamelen en te controleren. De samenwerking tussen actoren kan op basis van huidige samenwerkings- en contractvoorwaarden als DNR2011 en UAV1989. Het middelpunt is BIM waardoor de informatie en communicatie van alle actoren wordt verwerkt, zie figuur 3-14.



**Figuur 3-14 Organisatie BIM**

## 3.4 Conclusie

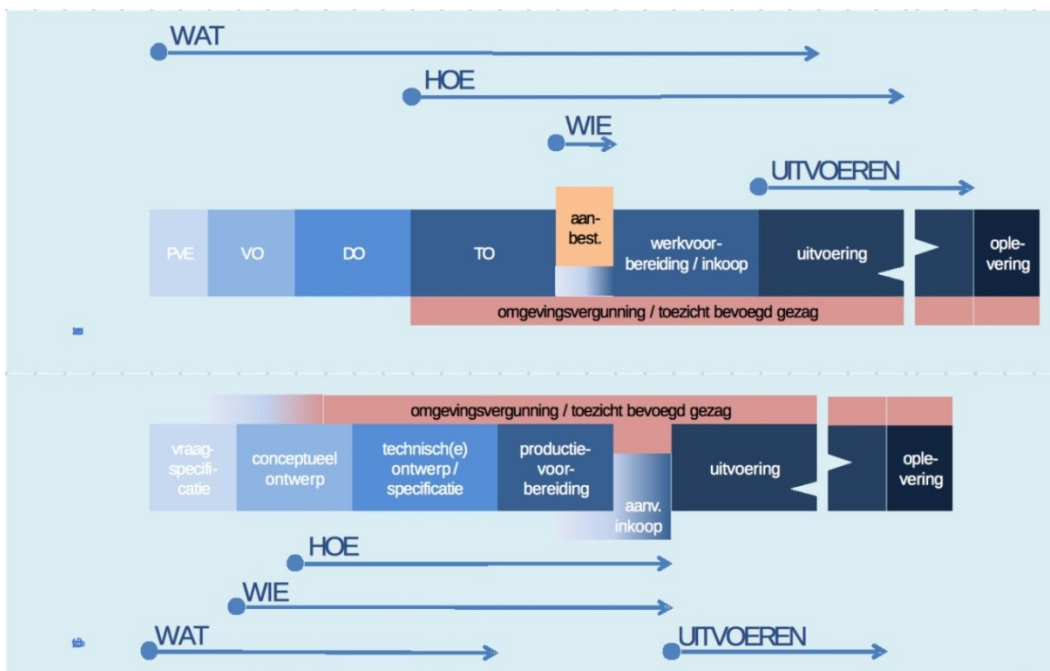
Het traditionele bouwproces beslaat het Voorontwerp (VO), het Definitief Ontwerp (DO), het Technisch Ontwerp (TO) of Bestekplan en – na de aanbesteding – de Werkvoorbereiding en de Uitvoering. Kenmerkend voor het BIM bouwproces is dat de opdrachtgevende partij volwaardig lid is van het projectteam. Het Programma van Eisen, dat in het traditionele proces een contractstuk is voor de opdrachtnemende partijen, maakt in het BIM-proces deel uit van de integrale levering van het projectteam. Daarna wordt veel aandacht en tijd besteed aan opstellen van Conceptueel Ontwerp (uitgewerkt in 3D/BIM), dat verder gaat dan het traditionele VO. Het Conceptueel Ontwerp wordt daarna technisch uitgewerkt en gespecificeerd, zodanig dat op basis daarvan definitieve prijsvorming kan plaatsvinden en de productievoorbereiding kan starten. De traditionele aanbesteding vindt niet plaats door selectie aan het begin van het project. De aannemer, onderaannemer en leveranciers kunnen in de prijsvorming de ontwikkelende prijsvorming in het traject afronden. De verschillen zijn weergegeven in figuur 3-15.

Op dit moment bestaat er géén aparte samenwerkings- en contactvoorwaarden voor BIM. De huidige

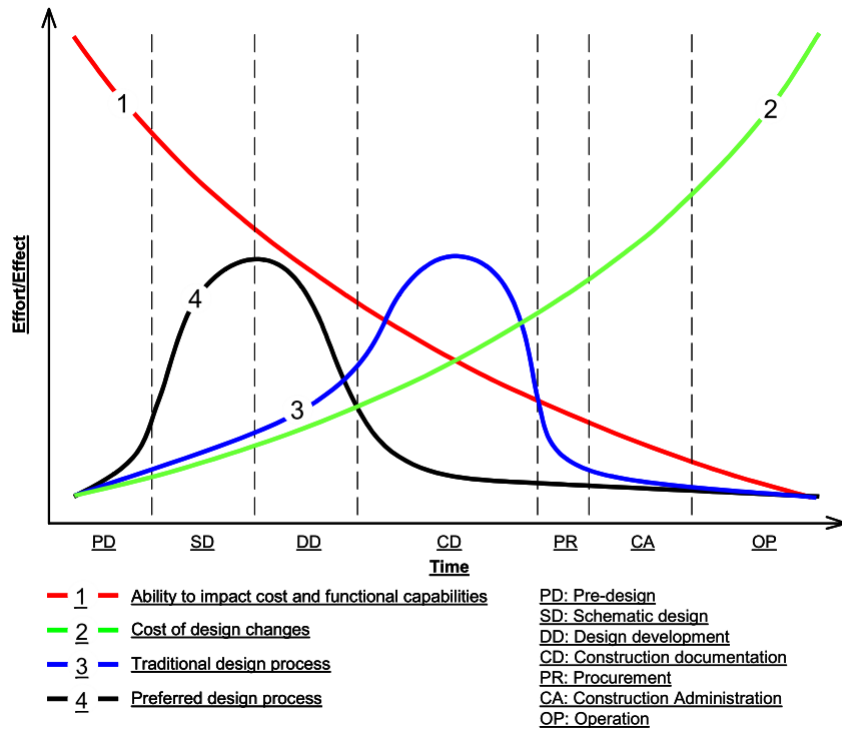
samenwerkings- en contactvoorwaarden, zoals DNR2011 en UAV1989, kunnen bij beide vormen gebruikt worden.

De actoren in beide processen verschillen niet van elkaar. Het moment van bijdrage is drastisch anders. Door contracteren van alle actoren in het begin van het project verschuift het ontwerpproces naar voren, zie figuur 3-16. De taken en verantwoordelijkheden van actoren wijzigen niet. Het grote verschil zit in de bijdrage van kennis van alle actoren in de ontwerpfase. In deze fase worden veel beslissingen genomen. Door deling van kennis kunnen waarschijnlijk betere beslissingen in een vroegtijdig stadium genomen worden.

Figuur 3-16 geeft de MacLeamy-curve weer. In de MacLeamy-curve wordt gepleit om meer inzet aan het begin van het ontwerpproces te stoppen. Hierdoor kunnen ontwerpbeslissingen eerder worden genomen. De kosten van wijzigingen zijn in deze fase het geringste en de kwaliteit van het ontwerp wordt daardoor gemaximaliseerd. Volgens MacLeamy kan BIM in combinatie met analyse software de inzet in de ontwerpfase ten opzichte van de huidige praktijk vergroten. Met als gevolg een beter ontwerp, betere aanbesteding en soepelere uitvoering. De figuur geeft de verwachte verandering van toepassing van BIM weer. Het lijnenspel is niet gedefinieerd noch bewezen door MacLeamy.



Figuur 3-15 Verskil tussen het traditionele bouwproces en het IPD-proces volgens AIA (Spekkink, 2012)



Figuur 3-16 MacLeamy Curve (CURT, 2004)

## 4 CASUSSTUDIES

### 4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk ga ik twee casussen beschrijven, zijnde:

- Casus 1: Uitbreiding woning Amsterdam.
- Casus 2: Nieuwbouw opslag met kantoorfunctie.

In Casus 1 is de huidige woning door (verwachte) gezinsuitbreiding te klein geworden. Als eerste optie heeft de opdrachtgever de mogelijkheid van verhuizen overwogen, echter bleek de huizenmarkt rond de bestaande woning niet te voorzien in grotere woningen voor het vastgestelde budget. De kosten van de uitbreiding van de woning zijn naar schatting gelijk aan de verwachte meerwaarde van de woning na de verbouwing.

In Casus 2 voldoet de huidige houten schuur niet voor langdurige opslag van graafmateriaal behorende bij het grondverzetbedrijf van de opdrachtgever. Het eerste plan was om alleen een opslag te plaatsen. Na overleg is gekozen om kantoorfunctie toe te voegen.

In de casus wordt gestart met de introductie van de huisvestingscyclus gevolgd door de taken van de bouwprojectmanager in de vier fasen van de huisvestingscyclus, zijnde het projectplan. Daarna wordt afgesloten met aanbevelingen voor de volgende casus.

### 4.2 Casus 1: Uitbreiding woning Amsterdam

#### 4.2.1 INLEIDING

De vraag die bij casus 1 gesteld wordt is: Is BIM toepasbaar bij kleine projecten?

Om de vraag te beantwoorden wordt in de eerste casus de traditionele gang van zaken van een project vergeleken met het proces met BIM. Het project wordt als BIM opgebouwd en vergeleken met de traditionele processen waarin tekeningen en bestek de boventoon voeren.

In casus 1 worden twee projectplannen opgesteld. Het eerste projectplan is een weergave van het traditionele bouwproces, en het tweede projectplan is een weergave van het bouwproces met BIM. Het is in eerste instantie een vergelijking tussen een ontwerp opgesteld door een architect en verder uitgewerkt door en met behulp van verschillende actoren en een ontwerp informatie haalt uit één gezamenlijk 3D-model met bijbehorende informatie, het BIM.

Door onervarenheid van actoren wordt geen tijdmeting gedaan, maar aangegeven of dit redelijkerwijs een voordeel geeft ten opzichte van werkelijke bouwproces. De bouwprojectmanager houdt zijn uren per fase bij. Het plan is om het project tot de uitvoering van het project te vergelijken. Dit betekent dat naar de eerste fasen van het ontwerp, omzetting naar technisch ontwerp en bestek, tot en met de aanbesteding van het project wordt gekeken.

De algemene voordelen worden in twee stappen uitgezet. De eerste stap is of het een voordeel voor het project is, en de tweede stap is of er tijdwinst ontstaat voor de bouwprojectmanager. De voordelen voor het project worden weergegeven aan de hand van vragenlijsten aan adviseurs beantwoording van ja en nee. De voordelen voor de bouwprojectmanager worden weergegeven in waarschijnlijkheid of er tijdwinst ontstaat, zie Bijlage C.

Als laatste worden lessen voor de volgende casus weergegeven.

#### 4.2.2 PROJECTPLAN TRADITIONEEL BOUWPROCES

PROJECTPLAN		Versie: 1.0 Doc. nummer: 11417.PP01
		Datum: 22-05-2012
Naam opdrachtgever	Xxxxx Amsterdam	Voor akkoord:  Datum:
Naam opsteller	F. Jägers	
Naam projectleider	F. Jägers	
Projectcode	11417	

Het projectplan wordt door de bouwprojectmanager in overleg met opdrachtgever, gebruikers, projectteam, beheerders/gebruikers ed. opgesteld. Men maakt een projectplan voor het gehele project echter de detailuitwerking maakt men voor de eerstkomende fase.

Projectgegevens	
Type	Woningbouwproject (Renovatie)
Omschrijving	Uitbreiding woning
Locatie	Stadsdeel Zuid te Amsterdam
Bouwjaar	2012
Partijen	
Opdrachtgever	Constructeur
Architect	Bouwprojectmanager
Aannemer	Onderaannemers en leveranciers
Kosten	
Inhuur adviseurs (schatting)	€ 30.000,- excl. BTW
Bouwkosten (schatting)	€ 150.000,- excl. BTW
Resultaat	
Oppervlakte GBO voor verbouwing (m2)	185
Oppervlakte GBO ná verbouwing (m2)	215

#### ACHTERGROND

De woning is gelegen in het stadsdeel Oud-Zuid te Amsterdam. De woning bevindt zich in een pand waarin drie woningen huisvesten. Het pand is opgedeeld in drie woningen. Het betreft hier de bovenste woning. De woning bestaat uit de derde en vierde verdieping.

Na het beklimmen van de gezamenlijke trap betreedt men de woning en komt via enkele treden in een door daglicht verlichte hal. Het daglicht komt binnen via de lichtstraat boven het trappenhuis. In de hal is een koker gecreëerd waarin het toilet en een leidingschacht zijn geplaatst.

De eerste deur aan de linkerhand leidt naar een ruimte die wordt gebruikt als werkkamer. De tweede deur aan de linker hand leidt naar de opslag waarna men via de derde deur de woonkamer betreedt. De woonkamer is opgedeeld in een voor- en achterkamer die wordt gescheiden door een kastenwand met originele schuifdeuren.

Via de voorkamer is er een directe verbinding met de laatste ruimte van de derde verdieping, de keuken. De meterkast is opgesteld in de keuken. De keuken is gesitueerd aan de voorzijde van het pand.

Na het verlaten van de keuken gaan we linksaf naar de trap die leidt naar de vierde verdieping.

De eerste deur aan de linkerhand geeft toegang tot het ruime dakterras. De vloer bestaat uit houten delen en kleurt groen door aanslag. Op het dakterras is een opbergruimte gecreëerd voor het

terrasmeubelen. Muren van wit geschilderd stenen metselwerk, scheidt het terras af van de burens. De balustrade bestaat uit een spijlenhekwerk.

Weer binnen gekomen gaan wij naar de ouderslaapkamer gevolgd door een eerste slaapkamer, de badkamer en een tweede slaapkamer aan de voorzijde van het pand.

### [PROJECTDOEL \(ZIE OOK TEKST BIJ DE PROJECTOPDRACHT\)](#)

Door (verwachte) gezinsuitbreiding is de huidige woning te klein geworden. Als eerste heeft de opdrachtgever de mogelijkheid van verhuizen overwogen, echter bleek de huizenmarkt rond de bestaande woning niet te voorzien in grotere woningen voor het vastgestelde budget. De kosten van de uitbreiding van de woning zijn naar schatting gelijk aan de verwachte meerwaarde van de woning na de verbouwing.

### [PROJECTRESULTAAT](#)

Op de leeflaag (derde verdieping) zijn geen ingrijpende wijzigingen gepland. De keuken en het toilet zijn onlangs gewijzigd en voldoen aan de eisen van de opdrachtgever. Op de slaaplaag (vierde verdieping) zijn diverse wijzigingen gepland. Het huidige terras wordt dichtgezet en wordt gebruikt als slaapkamer, een toilet, een douche en een vergroting van de ouderslaapkamer. Door de gecreëerde ruimte in de ouderslaapkamer is er plaats voor een inloopkast. De badkamer en de twee slaapkamers aan de voorgevel blijven ongewijzigd. Het huidige toilet wordt verwijderd en wordt gebruikt als overloop in het nieuwe plan. De overloop leidt naar de trap die via een nieuwe dakopbouw leidt naar het nieuwe dakterras. Het dakterras bestaat uit hardhouten vlonders afgeschermd met een glazen hekwerk. Achter het hekwerk komt aan de voor- en achterzijde een sedumstrook. Om de terrasmeubelen op te slaan wordt een hardhouten kist op het dak terras gezet.

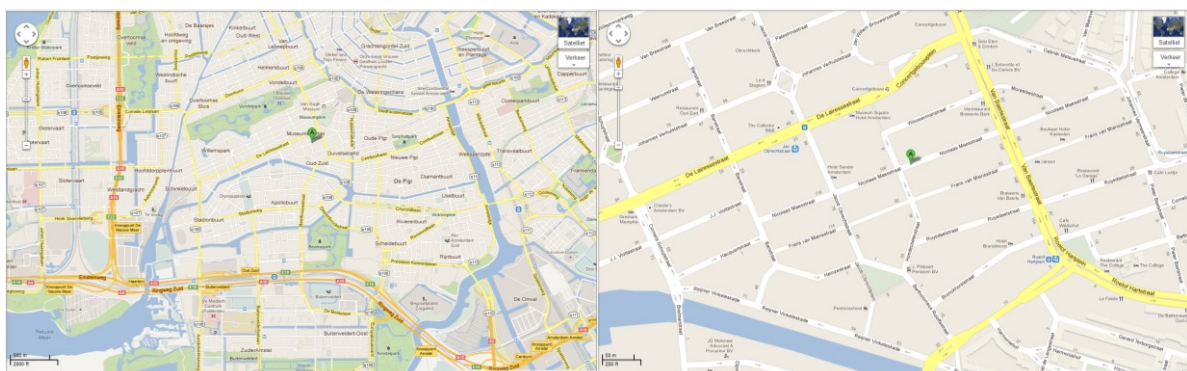
### [RANDVOORWAARDEN](#)

#### ***Stukken van bij aantrekken bouwprojectmanager***

In figuur 4-5 valt op dat de bouwprojectmanager wordt ingeschakeld nadat het definitief ontwerp is afgerond. De stukken die worden verstrekt zijn tekeningen, berekeningen en andere stukken die zijn gebruikt bij de aanvraag van de bouwvergunning. Daarnaast is omschreven wanneer activiteiten plaatsvinden, dit is weergegeven in de planning in figuur 4-5. Oplevering is vastgesteld op 20 juli 2012.

#### ***Locatie***

De locatie van het huis is aan de Nicolaas Maesstraat in stadsdeel Zuid, voorheen Oud-Zuid, te Amsterdam. De buurt wordt gekenmerkt door hoge herenhuizen en smalle straten, zie figuur 4-1. De locatie is goed te bereiken vanaf de A10.







**Figuur 4-1 Locatie (bron: Google)**

AANPAK/WERKWIJZE

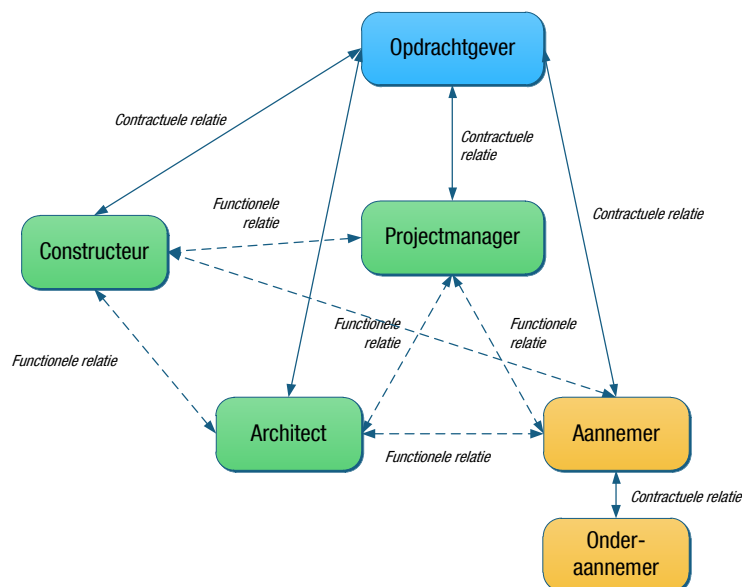
Het contractmodel in casus 1 is het bouwprojectmanagement model. De projectorganisatie bestaat uit de traditionele partijen aangevuld met een bouwprojectmanager, zie figuur 4-2 en figuur 4-3. Met uitzondering van de onderaannemers en de leveranciers worden overige partijen direct door de opdrachtgever gecontracteerd. De onderaannemers en leveranciers worden gecontracteerd door de aannemer.

De adviseurs hebben als contractvoorwaarden de DNR 2011 en de aannemer heeft als contractvoorwaarden de UAV 1989.

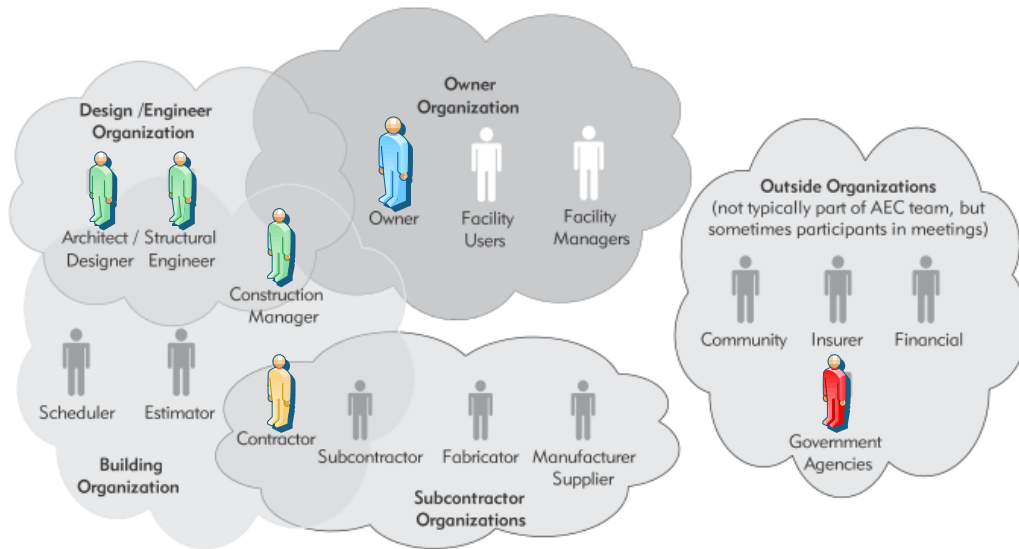
De opdrachtgever heeft een architect in de hand genomen voor het ontwerp, het bestek en de vergunningsaanvraag. De architect heeft de constructeur en andere adviseur gevraagd voor advies. De adviseurs hebben een contract met de opdrachtgever. Ten tijde van het aanbestedingstraject heeft de opdrachtgever een externe bouwprojectmanager ingeschakeld. De bouwprojectmanager gaat het aanbestedingstraject en de bouwbegeleiding voor zijn rekening nemen, zie figuur 4-4.

Voor de aanbesteding worden vier aannemers uitgenodigd om een offerte in te dienen. Er wordt in de aanbesteding niet verwezen naar een aanbestedingsreglement en wordt in een enkele zinnen weergegeven. De opdrachtgever vergelijkt de offertes van de aannemers, en kiest de partij die volgens de opdrachtgever en zijn adviseurs als beste uit de vergelijking komt.

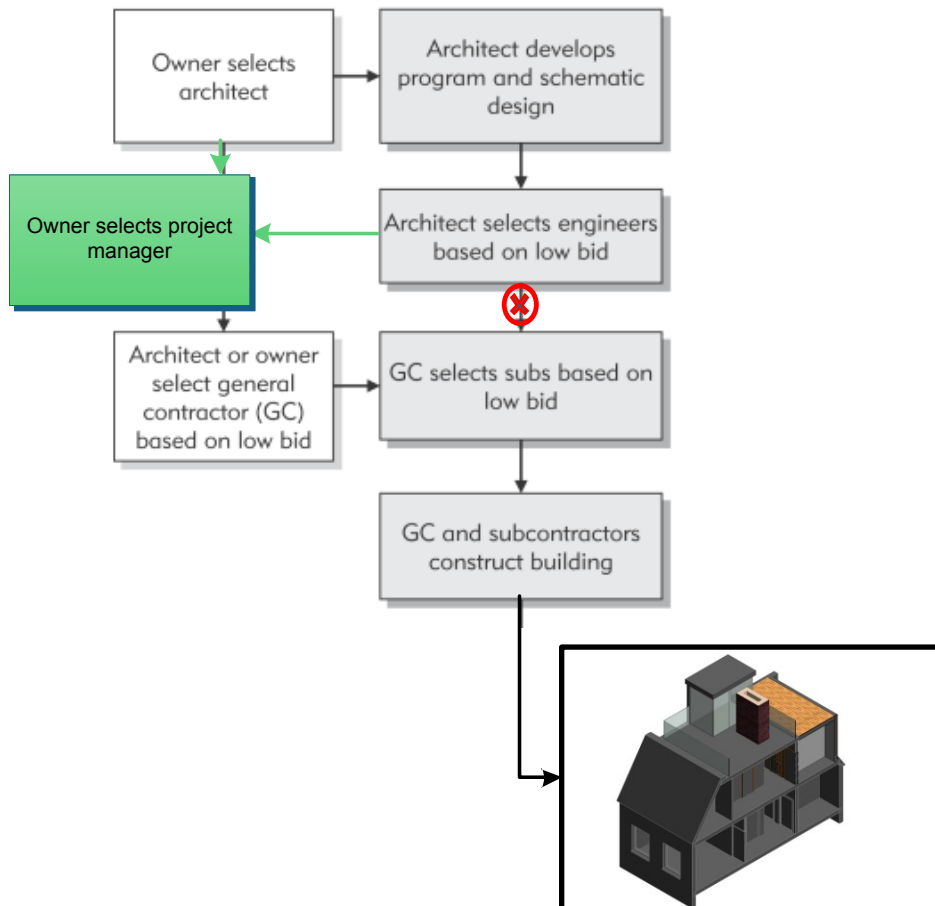
Naar aanleiding van deze vergelijking wordt een bezuinigingsronde gestart om het budget aan te scherpen en de planning van de aannemer vast te leggen. Aan de hand van de planning wordt de opleverdatum bepaald. Aan de opleverdatum wordt de boeteclausule gekoppeld. De boeteclausule bij te laat opleveren is hoger dan het bedrag (fl. 75 ≈ € 33,50 per dag) genoemd in de UAV 1989. De bovenstaande opsomming zijn samengevat in figuur 4-5.



**Figuur 4-2 Projectorganisatie Casus 1**

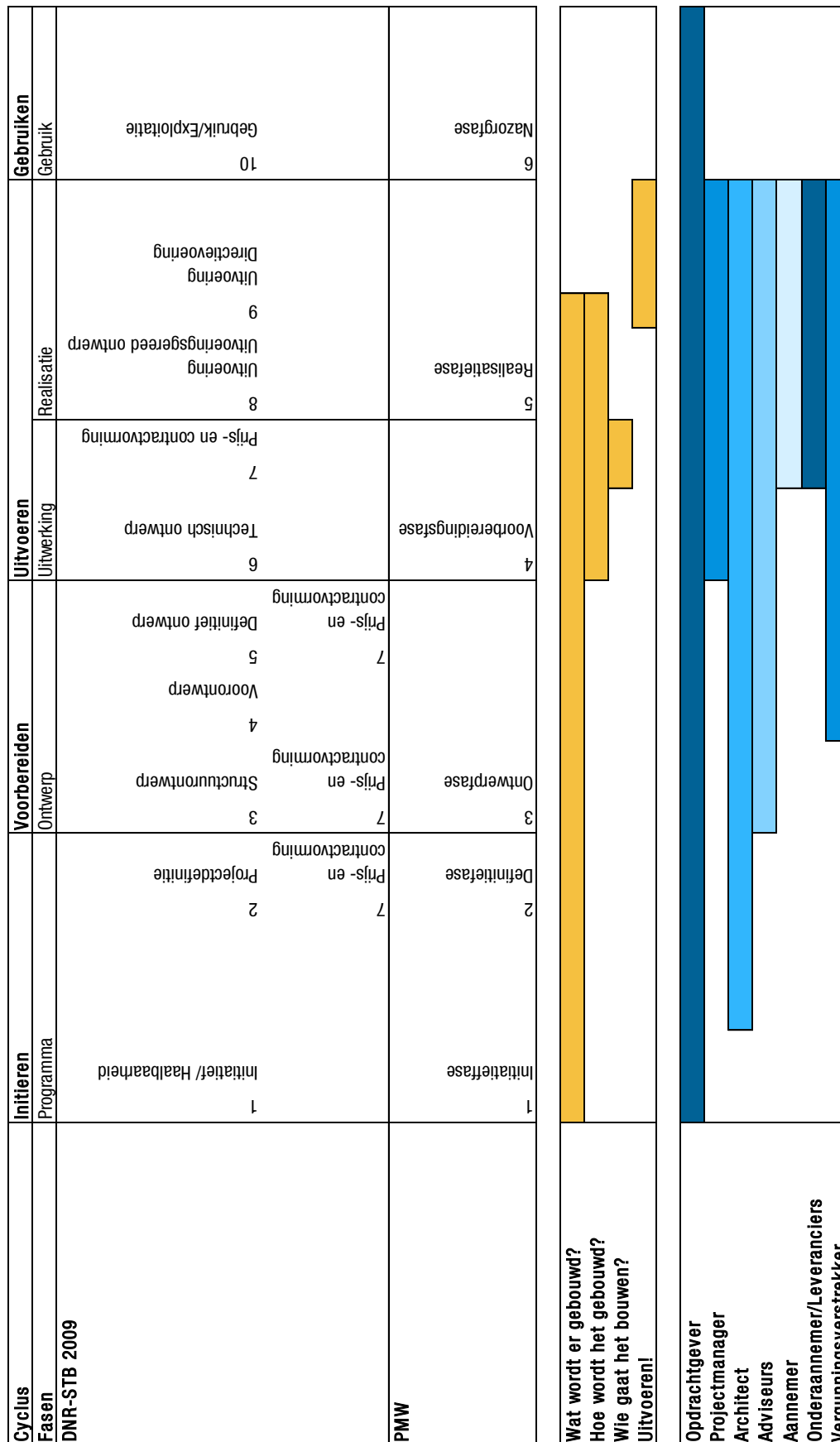


Figuur 4-3 Projectorganisatie Casus 1



Figuur 4-4 Route tot aanbesteding

**FASERING: ACTIVITEITEN, EN (TUSSEN)RESULTATEN/PRODUCTEN**



**Figuur 4-5 Fasering en actoren Casus 1**

Fasering / activiteiten	(Tussen)resultaten/producten:	Start datum	Eind datum
Fase 1: INITIATIEFFASE	Minimaal: detailplan voor de definitiefase globaal plan voor overige fasen:	02-05-2011	27-05-2011

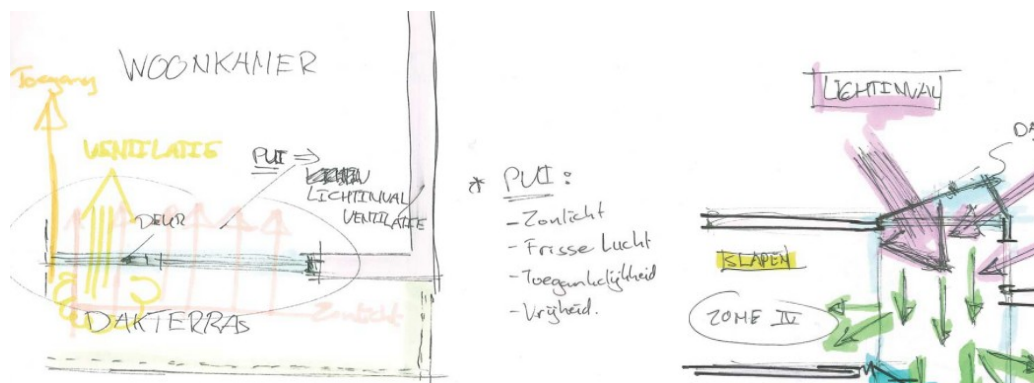
### Planning

Keuze architect	4 wkn	maa 2-5-11	vri 27-5-11
Ontwerp tot DO6	wkn	maa 30-5-11	vri 8-7-11
Aanvraag bouwvergunning	13 wkn	maa 11-7-11	vri 7-10-11
Keuze projectmanager	4 wkn	maa 10-10-11	vri 4-11-11
Uitwerking TO	4 wkn	maa 7-11-11	vri 2-12-11
Keuze aannemers	2 wkn	maa 5-12-11	vri 16-12-11
Aanbesteding	8 wkn	maa 19-12-11	vri 10-2-12
Opdracht aannemer	2 wkn	maa 13-2-12	vri 24-2-12
Bezuinigingsronde/Alternatieven	2 wkn	maa 27-2-12	vri 9-3-12
Vorbereidingsfase aannemer	9 wkn	maa 12-3-12	vri 11-5-12
Realisatiefase	8 wkn	maa 14-5-12	vri 6-7-12
Oplevering	1 dag	vri 20-7-12	vri 20-7-12

### Ontwerp

In de initiatieffase worden de beslissingen door de opdrachtgever genomen over de haalbaarheid van het projectresultaat. In deze fase wordt de opdrachtgever bij zijn beslissingen ondersteund door adviseurs. In de definitiefase geeft de architect de wensen van de opdrachtgever weer in het ontwerp.

De architect gaat na aan welke eisen en voorwaarden het ontwerp moet voldoen. Daarna worden de wensen en eisen van de opdrachtgever toegevoegd en is dit de basis van het ontwerp. Vanuit deze basis worden er bouwschetsen gemaakt. Deze worden voorgelegd aan de opdrachtgever. De opdrachtgever maakt een keuze voor een ontwerp dat het dichtste in de buurt van zijn wensen komt. De beslissing gebeurt op basis van 2D-tekeningen aan gevuld met schetsen, zie figuur 4-6.



Figuur 4-6 Tekeningen en schetsen als basis voor ontwerp

Het nadeel van het kiezen uit de (verschillende) schetsen is dat de opdrachtgever niet weet wat de daadwerkelijke kosten van het gekozen ontwerp is. Daarnaast is het ook niet duidelijk of dit ontwerp voor de opleveringsdatum gerealiseerd kan zijn.

### Programma van Eisen

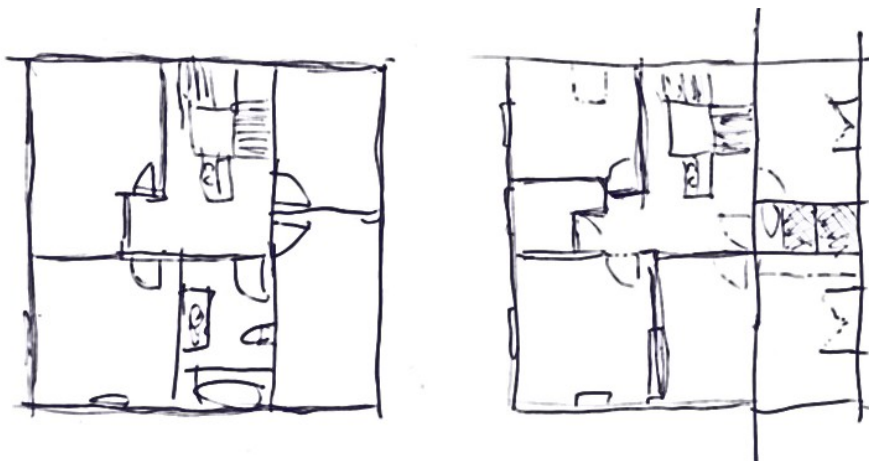
Opstellen van een globaal programma van eisen is een hulpmiddel om te bepalen wat het projectresultaat zal zijn. Een globaal programma van eisen is een verzameling van toetsbare voorwaarden van het bouwproject. Wettelijke eisen vormen het beginsel van een programma van

eisen aangevuld met eisen van de opdrachtgever. Alle eisen en voorwaarden zijn een weerspiegeling van het eindresultaat cq. het bouwwerk. Het globale programma van eisen bij een bouwwerk met kleine omvang is het startpunt van het ontwerp.

Het programma van eisen geeft aan welke ruimten er zijn (zie figuur 4-7), welke relatie tussen de ruimten er is (zie figuur 4-8) en welke eisen er aan de ruimte worden gesteld (zie tabel 4-1). Het globale programma van eisen wordt opgesteld in overleg met de opdrachtgever.



Figuur 4-7 Overzicht ruimten en relatieschema



Figuur 4-8 Varianten plattegrond 4e verdieping

**Tabel 4-1 Eisen woonkamer**

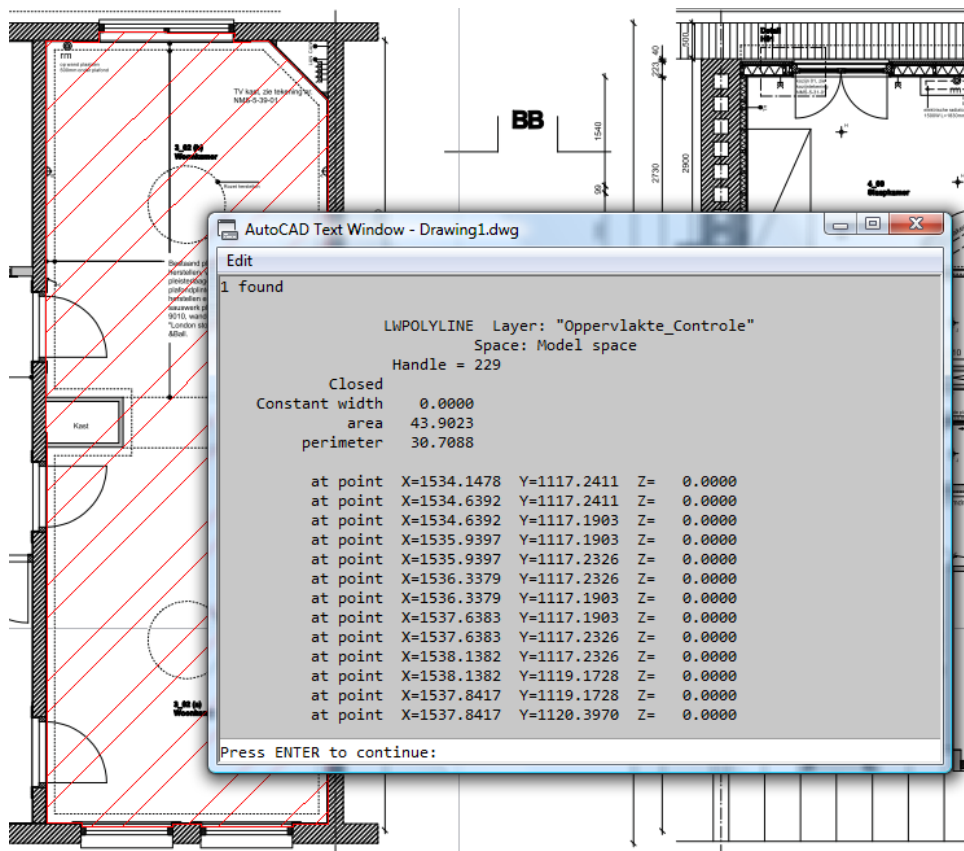
Ruimte	Woonkamer
Functie	Wonen
Oppervlakte	30 m <sup>2</sup>
Ligging	Zuidzijde
Daglicht	Ja
Aangrenzend aan	Dakterras, keuken
Vloerafwerking	Hout
Wandafwerking	Stukadoorwerk in kleur
Plafondwerking	Behang

**RESULTAAT**

Voor controle of voldaan wordt aan het globale programma van eisen is het opstellen van een spreadsheet een mogelijkheid. In elke kolom wordt de eis die gekoppeld is aan een ruimte weergegeven in elke regel de betreffende ruimte, zie tabel 4-2.

**Tabel 4-2 Programma van eisen in spreadsheet**

Ruimte	Functie	Oppervlakte	Ligging	Daglicht	Aangrenzend aan	Vloerafwerking	Wandafwerking	Plafondwerking	Akkoord opdrachtgever?	Voldoet?
Woonkamer	Wonen	30 m <sup>2</sup>	Zuidzijde	Ja	Dakterras, keuken	Hout	Behang	Stukadoorwerk in kleur		
Keuken	Koken	15 m <sup>2</sup>	Noordzijde	Ja	Woonkamer	Tegels	Tegels tot 1,5 m. Daarboven stukadoorwerk in kleur.	Stukadoorwerk in kleur		



**Figuur 4-9 Oppervlakte berekenen van een ruimte**

**BEWAKING**

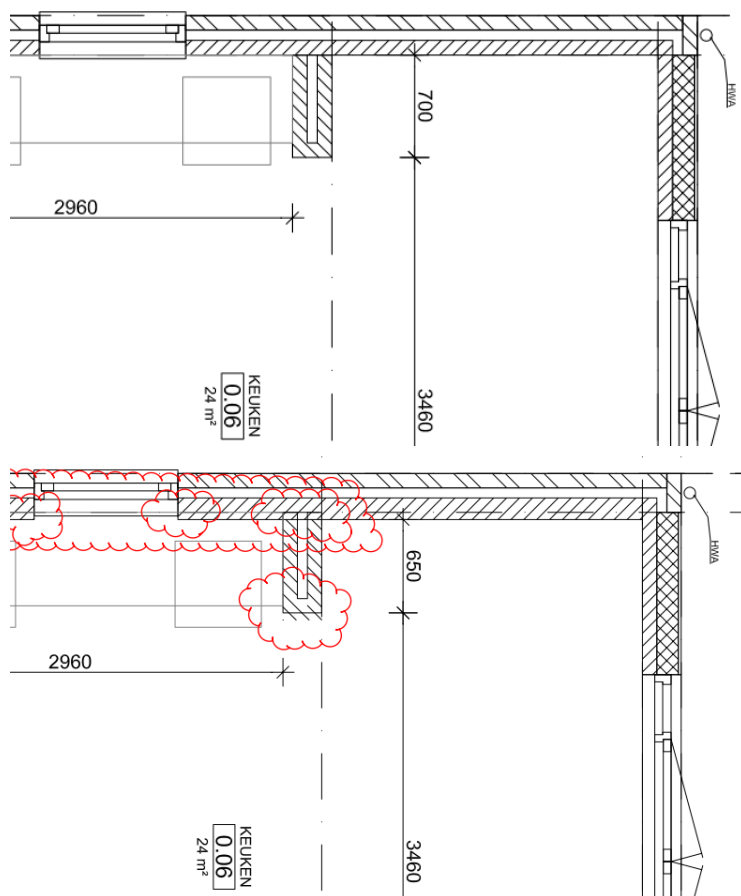
Op traditionele wijze op oppervlakte controleren kan in AutoCAD door middel van een oppervlaktemeting (AREA). Hierin wordt in een laag een oppervlakte getekend die kan worden berekend, zie figuur 4-9. Dit getal kan als werkelijke oppervlakte in de spreadsheet gezet worden en worden vergeleken met het getal van het programma van eisen, zie tabel 4-3. Bij wijzigingen in het ontwerp moet de stappen worden herhaald om te controleren of de oppervlakten van het programma van eisen voldoen.

**Tabel 4-3 Controle oppervlakte in programma van eisen**

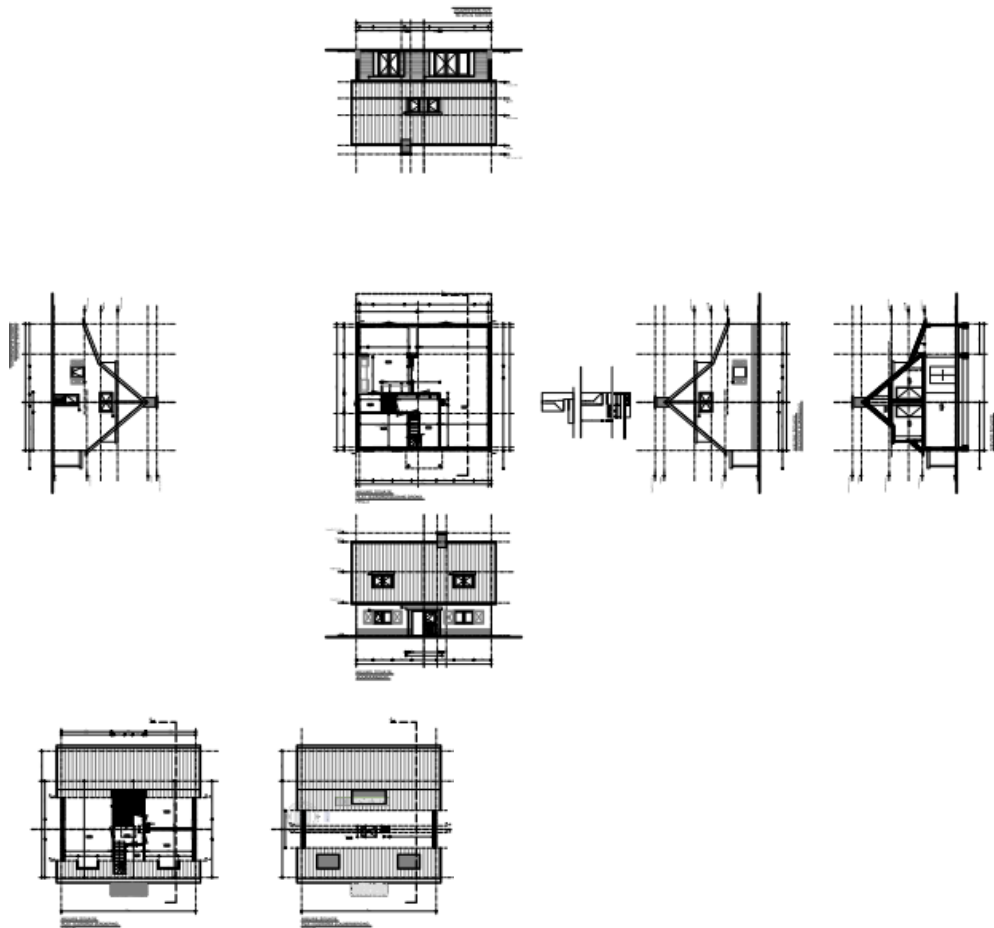
Ruimte	Functie	Oppervlakte PvE	Ligging	Daglicht	Aangrenzend aan	Vloerafwerking	Wandafwerking	Plafondwerking	Akkoord opdrachtgever?	Oppervlakte Ontwerp	Voldoet opp?	Afwijking (m <sup>2</sup> )
Woonkamer	Wonen	30 m <sup>2</sup>	Zuidzijde	Ja	Dakterras, keuken	Hout	Behang	Stukadoorwerk in kleur		43 m <sup>2</sup>	nee	-13 m <sup>2</sup>
Keuken	Koken	15 m <sup>2</sup>	Noordzijde	Ja	Woonkamer	Tegels	Tegels tot 1,5 m. Daarboven stukadoorwerk in kleur.	Stukadoorwerk in kleur		12 m <sup>2</sup>	ja	3 m <sup>2</sup>

### Bevindingen

De nadelen van het werken op de traditionele methode worden duidelijk wanneer er wijzigingen optreden. Het verwerken van wijzigingen in 2D in Autocad vergt tijd. De basistekening in Autocad is een stelsel van losse lijnen. Bij wijzigingen moeten koppelingen van de lijnen worden nagelopen. Bij wijzigingen van wanddikten ontstaan er een verschil in oppervlakte van de ruimte en de aansluitingen op andere lijnen, zie figuur 4-10. De verschillen moeten daarna worden bijgewerkt en vervolgens in een spreadsheet worden ingevuld. De kans op fouten of onnauwkeurigheden is daarbij aanwezig. Tevens is het in sommige gevallen niet te zien waar onjuistheden zitten. Door de wirwar van lijnen in verschillende kleuren, lagen en x-refs zijn onduidelijkheden gemakkelijk over het hoofd te zien. Daarnaast is er geen directe uitwisseling van data tussen verschillende programma's, en zelfs niet tussen plattegronden, doorsneden en aanzichten in één tekening, zie figuur 4-11. Alle handelingen gebeuren door het wijzigen van alle tekeningen door een bouwkundig tekenaar.



**Figuur 4-10 Wijziging wanddikte in Autocad**



Figuur 4-11 Niet gekoppelde tekeningen in Autocad 2D

Fasering / activiteiten	(Tussen)resultaten/producten:	Start datum	Eind datum
Fase 2: DEFINITIEFASE	Minimaal: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ projectplan, eventueel incl. een activiteitenplan, mijlpalenplan, capaciteitsplan en financieel plan</li> <li>▪ detailplan voor de ontwerpfase</li> </ul> en eventueel aangevuld met: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ definitieve business casus</li> <li>▪ bijgesteld programma van eisen</li> <li>▪ project start-up workshop of een kick-off</li> <li>▪ gedetailleerde productomschrijvingen</li> <li>▪ plannen zoals een stakeholderanalyse, risicoanalyse, auditplan ed.</li> </ul>		

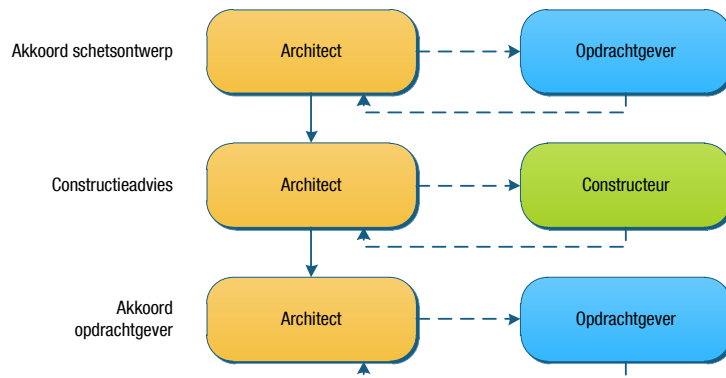
Het globale PvE wordt naar mate het ontwerpproces vordert steeds specifieker. In deze casus zo specifiek dat al snel een afwerkstaat opgesteld kan worden. De afwerkstaat dient als basis voor het bestek. Tot nu toe zijn de enige actoren in het proces de architect en de opdrachtgever. Kennis van andere partijen wordt nog niet meegenomen.

Nadat het schetsontwerp is afgerond wordt kennis van een constructeur ingewonnen over de mogelijkheden van de constructie. Het ontwerpproces is voor dan al bijna afgerond. Als in dit geval de constructeur geen passende constructie in het ontwerp kan brengen moet een groot gedeelte van het proces overgedaan worden.

In dit geval lukt het de constructeur een staalconstructie te ontwerpen. Om massa te besparen wordt



houtskeletbouw als wand- en plafondsysteem gebruikt. De constructeur gebruikt zijn eigen teken- en berekenprogramma's. Hij geeft zijn resultaten als tweedimensionale tekeningen en berekeningen op papier en bestandsformaat pdf aan de architect. De architect tekent de staalconstructie over in haar tekeningen. Het proces is weergegeven in figuur 4-12.



**Figuur 4-12 Ontwerpproces**

### Bevindingen

In de werkwijze van de architect schuilen diverse risico's:

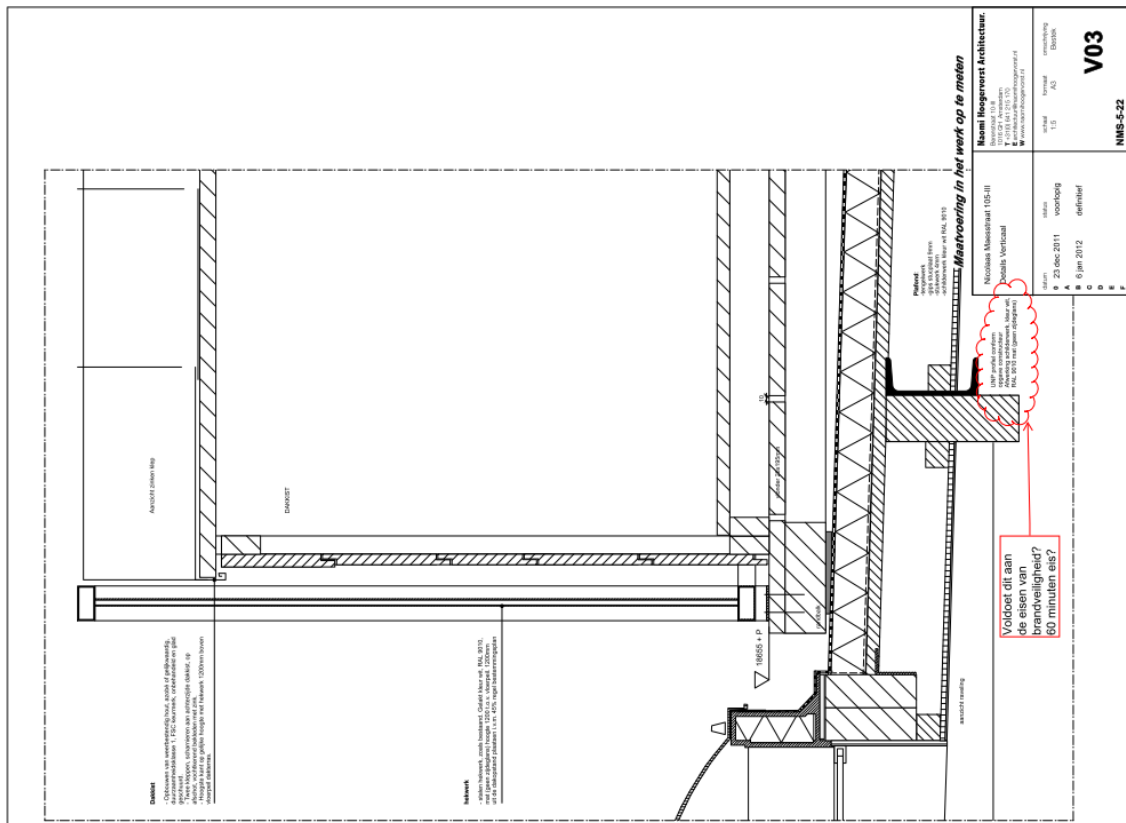
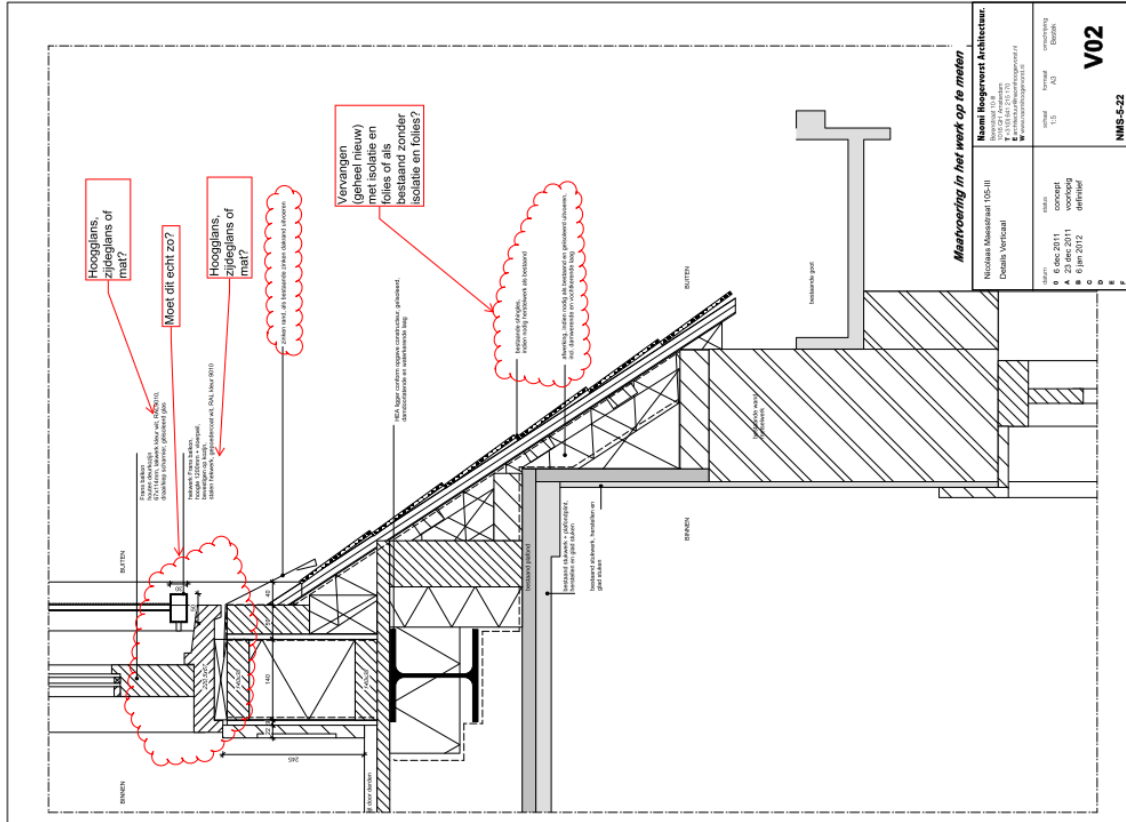
- Gebrek aan kennis: door ondersteunde adviseurs later in het proces te betrekken is er een kans dat het project niet mogelijk is in de vorm zoals gewenst door de opdrachtgever. Hierdoor zijn verschillende ontwerpwijzigingen noodzakelijk, met als gevolg dat veel tijd aan herberekening en ontwerp besteed wordt.
- Door verkrijging van 2D-materiaal van ondersteunende adviseurs moet de architect de tekening van de constructeur in haar tekening overnemen. Dit kost tijd. Bij wijzigingen van de constructie betekent het dat opnieuw de data moet worden ingevoerd.
- Er is geen toetsing van uitvoerbaarheid. Een aannemer of deskundige op gebied van aanneming wordt niet ingeschakeld om de risico's van uitvoerbaarheid te toetsen.

Fasering / activiteiten	(Tussen)resultaten/producten:	Start datum	Eind datum
Fase 3: ONTWERPFASE	Minimaal: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ gedetailleerd ontwerp (bestek)</li> <li>▪ detailplan voor de voorbereidingsfase</li> </ul> en eventueel aangevuld met: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ test- en implementatieplan</li> <li>▪ acceptatieprocedure</li> </ul>		

Het definitief ontwerp wordt afgerond en ingediend als aanvraag bouwvergunning. De stukken bevatten 2D en 3D tekeningen. De architect levert tekeningen van bestaande en de gewijzigde situatie. De situaties worden weergegeven in plattegronden, doorsneden, aanzichten en details. De constructeur levert berekeningen en tekeningen van de staalconstructie.

Op het plan wordt geen toetsing van uitvoerbaarheid gedaan. Het is hierdoor mogelijk dat bij grote wijzigingen na de aanbesteding correcties op de bouwaanvraag gedaan moeten worden.





**Werkle eis ligt ten grondslag aan de keuze van het type glas. Het is belangrijk om te weten of het gewenste type glas behandeld is. Of wordt bedoeld alleen gelaagd glas?**

**Volgdoet dit aan de eisen van brandveiligheid? 60 minuten eis?**

**Maatvoering in het werk op te meten**

Nicolaas Massaad 105-III  
Details Vertical

status: concept  
A 23 dec 2011 definitief  
B 6 jan 2012  
C  
D  
E  
F

NMS-5-22  
**V05**

**Maatvoering in het werk op te meten**

Nicolaas Massaad 105-III  
Details Vertical

status: concept  
A 23 dec 2011 definitief  
B 6 jan 2012  
C  
D  
E  
F

NMS-5-22  
**V06**

**BIJ DEZE TECHNISCHE OMSCHRIJVING BEHOREN DE BESCHIEDEN**
**VAN DE ARCHITECT I**

TEKENING / DOCUMENT	OMSCHRIJVING	NUMMER	SCHAAL	DATUM
Bestaande situatie //	plattengronden en dooreinden	NMS-5-11-01-best	1:50	6 januari 2012
Nieuwe situatie //	plattengronden en dooreinden	NMS-5-11-01	1:50	6 januari 2012
Bestaand en nieuw	peilsaandochten en dakopbouw	NMS-5-12-01	1:50	6 januari 2012
Sloop //	plattengronden	NMS-5-11-01-sloop	1:50	6 januari 2012
Details	Verticaal en Horizontaal V01-V03, V04a,b, V05-08, H01	NMS-5-22-	1:5	6 januari 2012
Kozijn- trap en TVkast	tekening Kozijn tekening 01	NMS-5-31-01	1:20	6 januari 2012
	Kozijn tekening 02	NMS-5-31-02	1:20	6 januari 2012
	Trap tekening	NMS-5-34-01	1:20	6 januari 2012
	TV kast tekening	NMS-5-38-01	1:20	6 januari 2012

Vergunning bouw aanvraag (bezit van opdrachtgever)

Tekeningen, daglicht en ventilatieberekening

2011? 17 november 2012

**VAN DE CONSTRUCTEUR I** Statistische berekening Deel 1/ 211337 26 september 2011

Constructie tekeningen 01B / 211337 1:50/1:10/1:5 12 september 2011

**01 VOOR HET WERK GELDENDE VOORWAARDEN**

Van toepassing zijn de standaard bepalingen, zoals deze zijn opgenomen in de STABU standaard 1995, uitgegeven door de Stichting STABU te Ede.

**Overige bepalingen**

De risicoregeling is niet van toepassing  
 De voorschriften en bepalingen van de betreffende Gemeente, haar diensten en bedrijven  
 De algemene voorschriften van de administratieve afd voor de levering, uitvoering en onderhoud van Technische installaties: AVTI 197B  
 De Algemene Bepalingen voor de Uitvoering van Installatiewerken: ABI 1982  
 De publicaties van de Arbeidsinspectie betreffende veiligheidsvoorschriften voor de bouwplaats, uitgegeven door de Centrale Dienst Arbeidsinspectie, Den Haag  
 De uitgave een 'Brandveilig Gebouwt', de delen 'Bouwen' en 'Installeren'

**Strijdigheid van bepalingen**

Zijn deze bepalingen geldig? Zo ja, ontvang ik graag een kopie.

Indien in de voorschriften onderling strijdige bepalingen voorkomen is de techniciër van toepassing.

**Onduidelijke volgorde. Bouwverlagen laatste wijzigingen, dus na wetgeving meeste rechtskracht.**

1. De nota's van wijziging en aanvulling
2. De technische omschrijving
3. De bij deze technische omschrijving behorende tekeningen
4. De bouwverlagen (de werkverlagen hebben geen juridische rechtskracht)
5. De U.A.V.

Een uitzondering hierop vormen de in de technische omschrijving en/of nota's genoemde aantallen; hiervoor blijven de technische ontwerpen bepalend; aantallen worden uitsluitend genoemd onder voorbehoud van de controle van de aannemer en kunnen geen aanleiding zijn voor verrekening.

Alle maten dienen door de aannemer in het werk gecontroleerd te worden.  
 Maten aangegeven op de tekeningen in de technische omschrijving dienen ter indicatie.

**Aanvullende bepalingen**
**Figuur 4-13 Opmerking op tekeningen en technische omschrijving**

De opmerkingen van de verschillende aannemers leidde tot een lijst van 49 punten. De punten zijn niet verwerkt in nieuwe tekeningen. Allereerst wordt de bezuinigingsronde met de geselecteerde aannemer gehouden. De verantwoordelijkheid om nieuwe of gewijzigde tekeningen te maken valt onder de gekozen aannemer. De aannemer hoeft geen nieuwe tekeningen op te stellen. De aannemer kan het afdoen door tekeningen van onderaannemers en leverancier te laten controleren.

**Bevindingen**

Er vindt geen controle van tekeningen en technische omschrijving voor de aanbesteding plaats door de projectmanager. De architect is de enige persoon met projectkennis voor aanbesteding. De architect heeft geen rol in de aanbesteding of verdere verloop van het bouwproject.

Controle op uitvoeringmogelijkheden wordt niet gedaan. Niet door de projectmanager, maar ook niet door aannemers. Daarnaast wordt niet gevraagd om een plan van aanpak van de uitvoering.

Er wordt geen begroting voor de aanbesteding opgesteld en de planning blijft gehandhaafd.

Fasering / activiteiten	(Tussen)resultaten/producten:	Start datum	Eind datum
Fase 5: <i>REALISATIEFASE</i>	<i>Minimaal:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ gerealiseerde, goedgekeurde en overgedragen resultaten</li> <li>▪ opgeleide gebruikers</li> <li>▪ ingerichte beheersorganisatie</li> <li>▪ detailplan voor de nazorgfase</li> </ul>		

*Aannemer wordt gecontracteerd.*

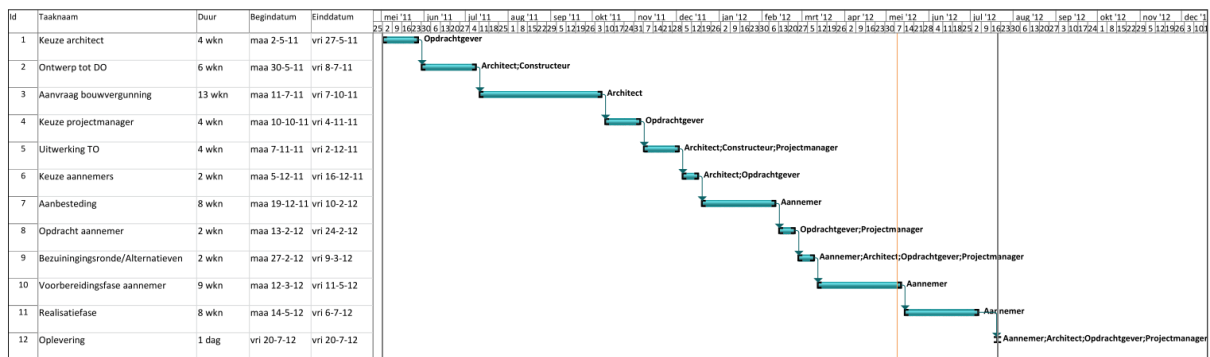
*De uitvoering valt buiten het onderwerp.*

Fasering / activiteiten	(Tussen)resultaten/producten:	Start datum	Eind datum
<i>Fase 6:</i> <i>NAZORG</i>	<p><i>Minimaal:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ resultaat (zonder teveel restpunten en “kinderziektes”)</li> <li>▪ decharge van het project</li> <li>▪ overgedragen projectarchief</li> <li>▪ goed ingewerkte gebruikers en beheerders</li> </ul>		

*De nazorg valt buiten het onderwerp.*

### PROJECTBEHEERSING: TIJD

De planning wordt opgesteld naar de wensen van de opdrachtgever.



**Figuur 4-14 Casus 1: Planning**

Geen back-up plan.

### PROJECTBEHEERSING: GELD

*Geen raming gemaakt.*

### PROJECTBEHEERSING: KWALITEIT

- Aanpassingen dienen voor uitvoering ter goedkeuring te worden voorgelegd aan de architect.
- Tussentijdse controle projectmanager.
- Oplevering.

*Beheersen:* Projectbeheersing Kwaliteit is onder te verdelen in:

- Wat ga je doen om het plan zo te laten verlopen als gepland?
- Ontwerpcontrole
- Controle op bouwplaats
- Wat ga je doen als het plan niet wordt gerealiseerd?
- Afkeur
- Alternatieve oplossing aannemer

### PROJECTBEHEERSING: INFORMATIE

*Aannemer zorgt voor informatiestroom tijdens uitvoering.*

### PROJECTBEHEERSING: ORGANISATIE

*Opdrachtgever, Architect, Projectmanager, Aannemer, Onderaannemer, Leverancier, Constructeur*

Rol	Wie	Verantwoordelijk-/bevoegdheden
Opdrachtgever	Xxxxx	Eindverantwoordelijk
Projectmanager	Xxx	Vertegenwoordiger opdrachtgever Geen financiële bevoegdheden

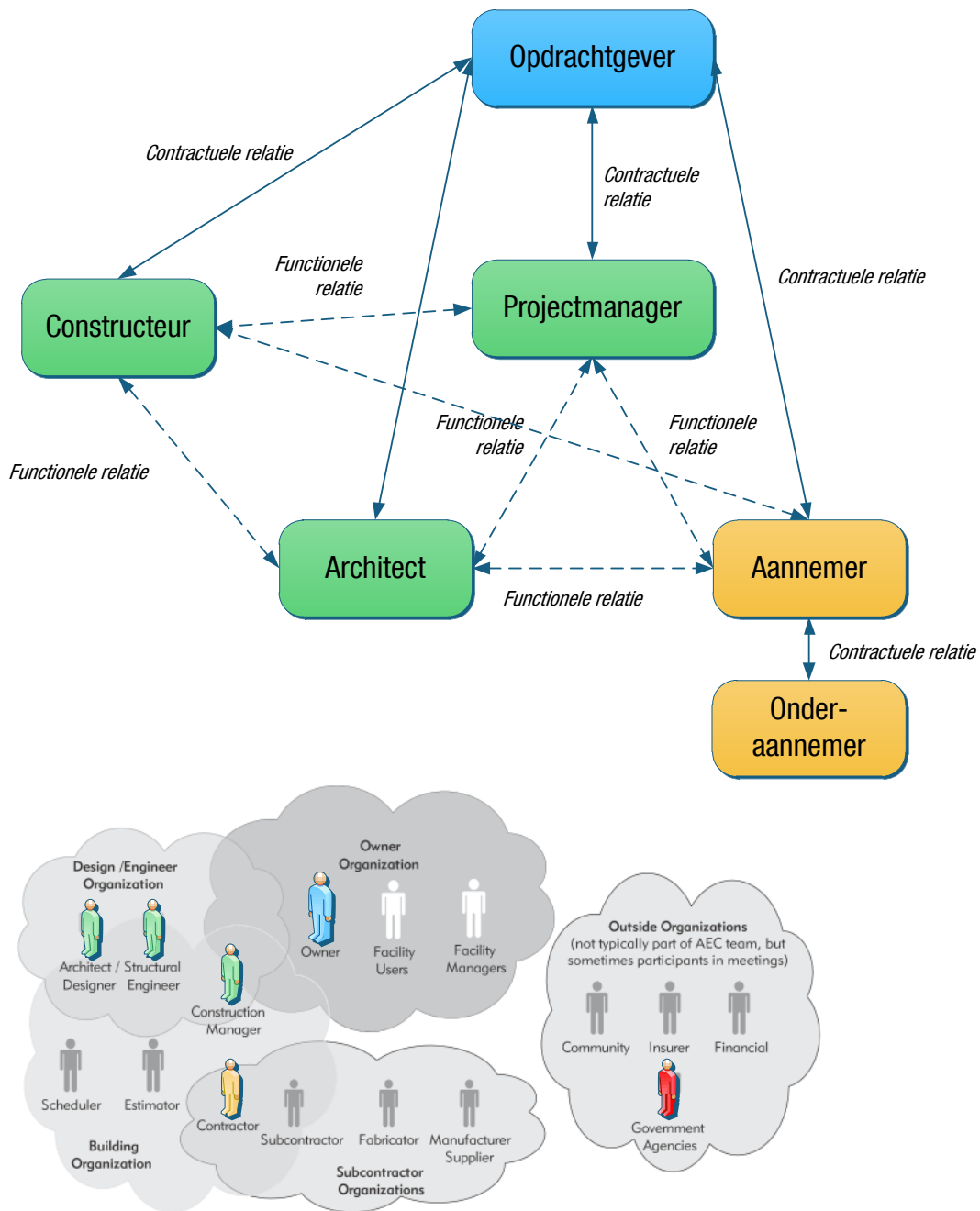
#### 4.2.3 PROJECTPLAN BIM

PROJECTPLAN		Versie: 1.0 Doc. nummer: 11417.PP01
		Datum: 22-05-2012
Naam opdrachtgever	Xxxxx Amsterdam	Voor akkoord:  Datum:
Naam opsteller	F. Jägers	
Naam projectleider	F. Jägers	
Projectcode	11417	

#### AANPAK/WERKWIJZE

Het contractmodel in casus 1 is het bouwprojectmanagement model. De projectorganisatie bestaat uit de traditionele partijen aangevuld met een bouwprojectmanager, zie figuur 4-15. Met uitzondering van onderaannemers en leveranciers worden overige partijen direct door de opdrachtgever gecontracteerd. De onderaannemers en leveranciers worden door de aannemer gecontracteerd.

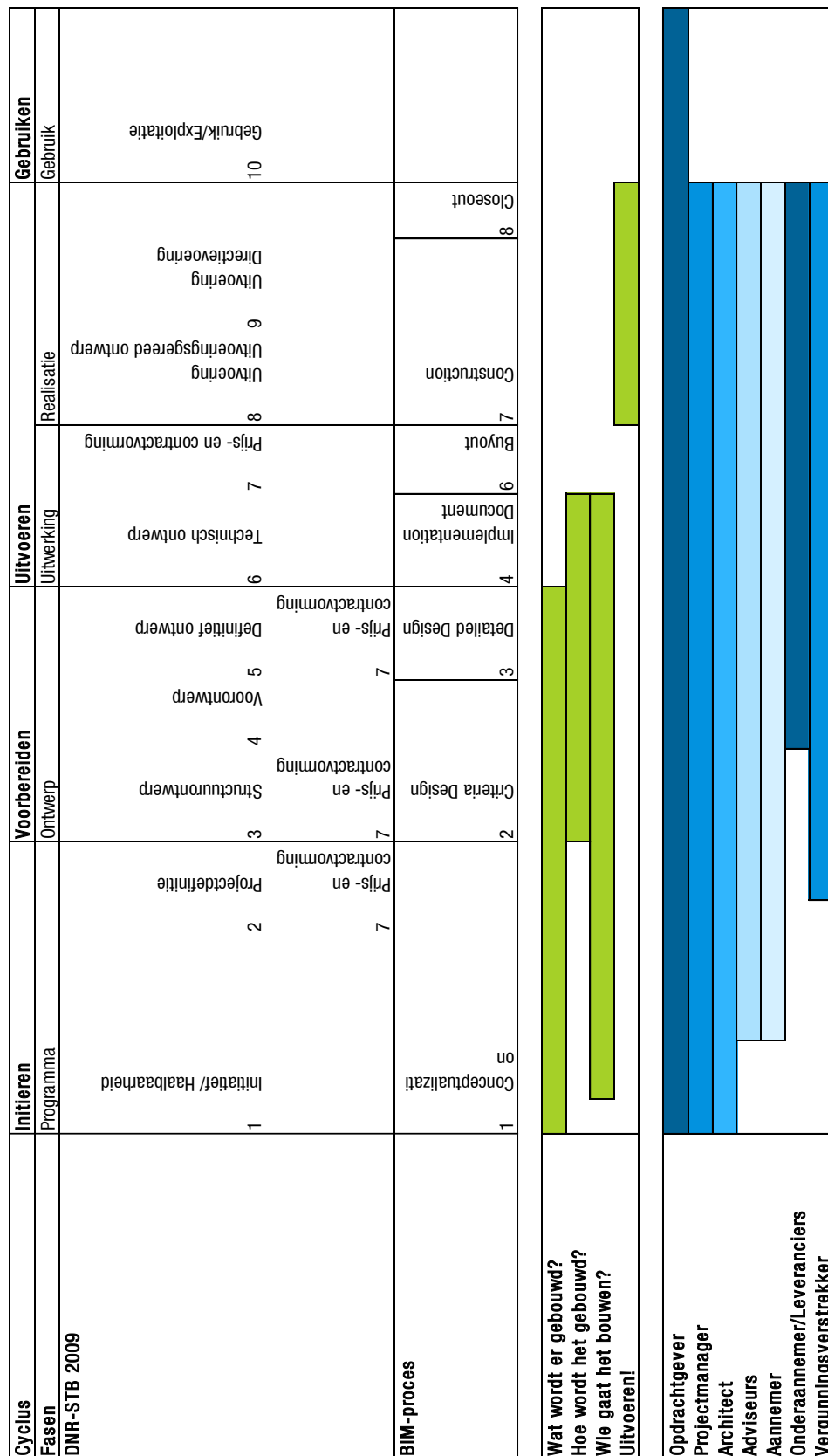
De adviseurs hebben als contractvoorwaarden de DNR 2011 en de aannemer heeft als contractvoorwaarden de UAV 1989.



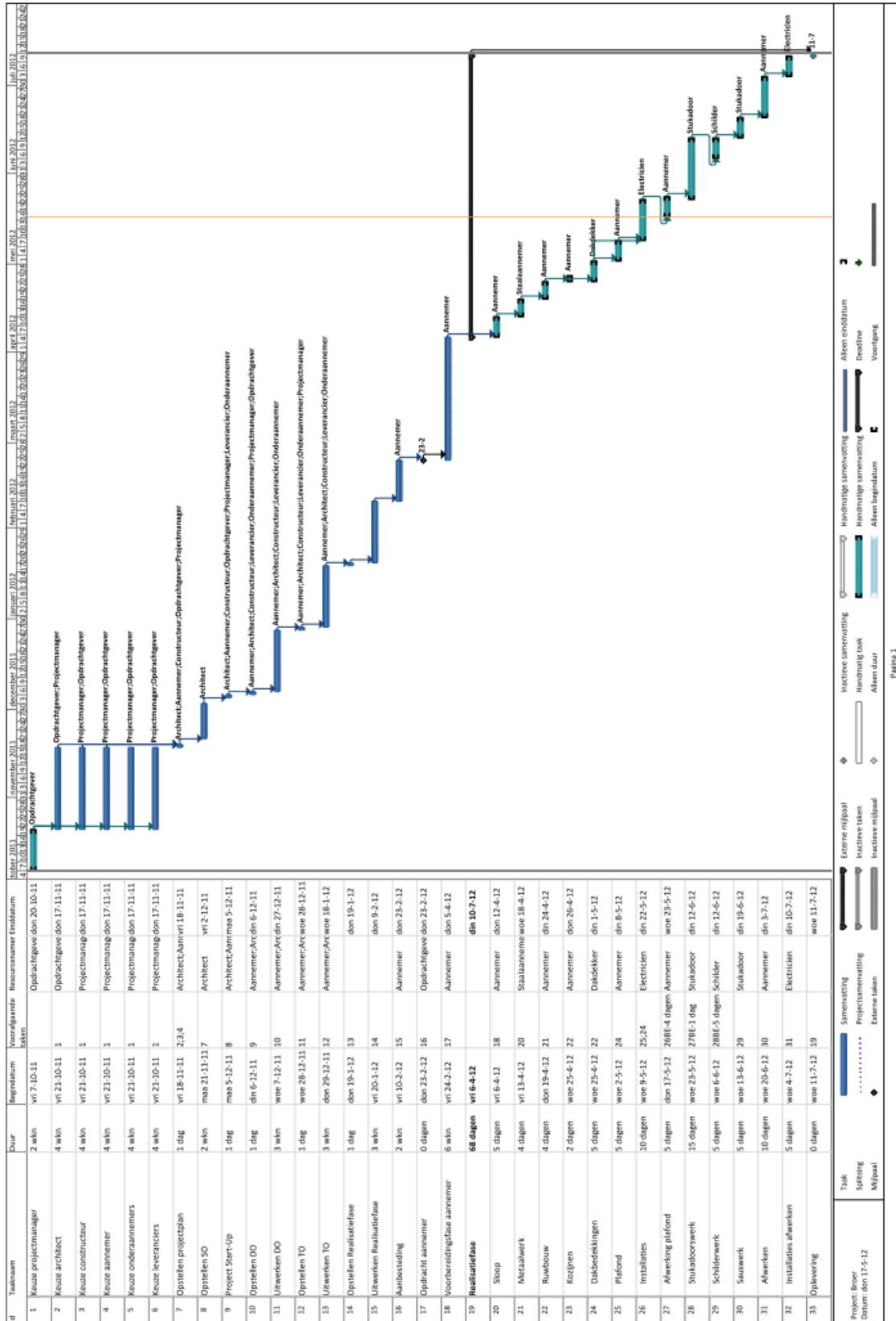
Figuur 4-15 Projectorganisatie Casus 1



**FASERING: ACTIVITEITEN, EN (TUSSEN)RESULTATEN/PRODUCTEN**



**Figuur 4-16 Fasering en actoren Casus 1**



Figuur 4-17 Route tot aanbesteding

Fasering / activiteiten	(Tussen)resultaten/producten:	Start datum	Eind datum
Fase 1: CONCEPTUALIZATI ON	Minimaal: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vaststellen wat gebouwd gaat worden.</li> <li>▪ Vaststellen wie wat gaat bouwen.</li> <li>▪ Vaststellen hoe wat gebouwd gaat worden.</li> </ul>	02-05-2011	27-05-2011

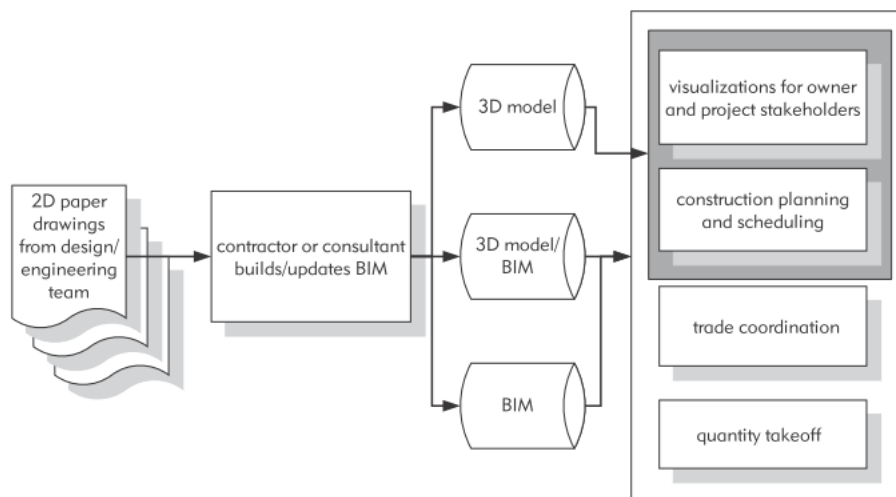
### Selectie Adviseurs/Aannemers/Leverancier

Bij het traditionele bouwproces kan de aanbesteding van opdrachten aan adviseurs via een selectieprocedure gaan. In de selectieprocedure kunnen verschillende voorwaarden opgenomen worden, zoals inkoopvoorwaarden, waarborgen, uitsluitingsgronden, geschiktheidseisen, ed. Bij opdracht met BIM kunnen geschiktheidseisen een belangrijke factor zijn om met een actor in zee te gaan. Onder geschiktheidseisen kunnen technische- en beroepsbekwaamheid vallen. Om de technische- en beroepsbekwaamheid te toetsen kunnen eisen gesteld worden als:

- Referentieprojecten: actoren dienen middels referentieprojecten aan te tonen de opdracht naar behoren te kunnen uitvoeren.
- Personeel: actoren dienen te beschikken over voldoende gekwalificeerd personeel om de opdracht naar behoren te kunnen uitvoeren.
- Kwaliteitssysteem: actoren dienen te beschikken over een adequaat kwaliteitssysteem.
- Project specifieke eisen: specialistische kenmerken van het project. Een project kan moeilijk bereikbaar zijn (bijvoorbeeld smalle straten of steegjes, grote bomen die een belemmering voor de hijskraan vormen), een project kan een specialistische kennis van een bouwmethode vragen, ed.

De selectie van de meeste partijen vindt plaats in deze fase. In deze fase omschrijven opdrachtgevers, adviseurs en aannemer wat er gebouwd gaat worden. Ze stellen samen een programma van eisen op. Dit is een weergave van wat er gebouwd gaat worden. In deze casus is uitgegaan van het bestaande set tekeningen.

### Werkvolgorde



**Figuur 4-18** Procesvolgorde (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008)

### Programma van Eisen

Het opstellen van het PvE is gelijk aan de omschrijving in het projectplan van het traditionele bouwproces, zie pagina 60.

Fasering / activiteiten	(Tussen)resultaten/producten:	Start datum	Eind datum
Fase 2: CRITERIA DESIGN	Minimaal: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verschillende varianten analyseren</li> </ul>		

**Kosten en budgetbewaking**

Door elementen te koppelingen aan een kostenspecificatie kunnen verschillen direct zichtbaar worden gemaakt, zie figuur 4-19. Dit kan in Autodesk® REVIT® Architecture 2012, zie figuur 4-20, of het kan naar een programma, bijvoorbeeld Excel, zie figuur 4-21, worden geëxporteerd voor verdere bewerking.

The image shows a screenshot of the Revit software interface. At the top, a 'New Schedule' dialog box is open, showing the 'Walls' category selected in the tree view. The 'Name' field is 'Wall Sweep Schedule', and the 'Phase' is set to 'New Construction'. Below the dialog, a data table is visible with columns for 'Description', 'Family', 'Family and Type', 'Length', 'Width', 'Type', 'Structural Usage', 'Count', 'Cost', and 'Area'. The table contains multiple rows of wall data. Two 'Revit' warning dialog boxes are overlaid on the table, each displaying the message: 'This change will be applied to all elements of type Basic Wall: Draagmuur - 270mm Brick.' The dialog boxes have 'OK' and 'Cancel' buttons.

Description	Family	Family and Type	Length	Width	Type	Structural Usage	Count	Cost	Area
Basic Wall	Basic Wall	Draagmuur - 270mm Brick	11370	300	Draagmuur - 270mm Brick	Bearing	1	60	81 m²
Basic Wall	Basic Wall	Draagmuur - 270mm Brick	11370	300	Draagmuur - 270mm Brick	Bearing	1		81 m²
Basic Wall	Basic Wall	Draagmuur - 150mm Brick	11370	180	Draagmuur - 150mm Brick	Bearing	1		28 m²
Basic Wall	Basic Wall	Buitenmuur	9600	285					
Basic Wall	Basic Wall	Draagmuur - 100mm Brick	3440	120					
Basic Wall	Basic Wall	Interior - 200mm	5360	195					
Basic Wall	Basic Wall	Generic - 90mm Brick	5360	100					
Basic Wall	Basic Wall	Generic - 90mm Brick	1240	100					
Basic Wall	Basic Wall	Generic - 90mm Brick	1360	100					
Basic Wall	Basic Wall	Generic - 90mm Brick	1240	100					
Basic Wall	Basic Wall	Generic - 90mm Brick	1360	100					
Basic Wall	Basic Wall	Generic - 90mm Brick							1 m²
Basic Wall	Basic Wall	Generic - 90mm Brick							3 m²
Basic Wall	Basic Wall	Generic - 90mm Brick							1 m²
Basic Wall	Basic Wall	Generic - 90mm Brick							3 m²
Basic Wall	Basic Wall	Generic - 90mm Brick							1 m²
Basic Wall	Basic Wall	HSB Wand							23 m²
Basic Wall	Basic Wall	Generic - 90mm Brick							4 m²
Basic Wall	Basic Wall	Generic - 90mm Brick							6 m²
Basic Wall	Basic Wall	Generic - 90mm Brick							5 m²
Basic Wall	Basic Wall	Generic - 90mm Brick	1240	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1		3 m²

Figuur 4-19 Koppeling uittrekstaat met kosten

Walls												
Description	Family	Family and Type	Length	Width	Type	Structural Usage	Count	Cost	Area	Hoogte	Kosten wan	
	Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	9600	285	Buitenmuur	Bearing	1	40.00	36 m²	3.776381		1450.13
	Basic Wall	Basic Wall: Draagmuur - 100mm Brick	3440	120	Draagmuur - 100mm Brick	Bearing	1	65.00	13 m²	3.762791		841.36
	Basic Wall	Basic Wall: Interior - 200mm	5360	195	Interior - 200mm	Non-bearing	1	77.00	11 m²	2.072583		855.40
	Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	5360	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	11 m²	2.072583		666.54
	Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1240	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	4 m²	3.290565		244.82
	Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1360	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	2 m²	1.397443		114.03
	Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1240	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	3 m²	2.799435		208.28
	Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1360	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	4 m²	3.045		248.47
	Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1240	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	3 m²	2.799435		208.28
	Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1160	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	3 m²	2.7825		193.66
	Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1607	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	5 m²	2.950283		284.54
	Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	400	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	1 m²	3.045		73.08
	Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1320	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	3 m²	2.583636		204.62
	Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	380	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	1 m²	2.243684		51.16
	Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1140	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	3 m²	3.045		208.28
	Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	380	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	1 m²	1.442368		32.89
	Basic Wall	Basic Wall: HSB Wand	9600	218	HSB Wand	Non-bearing	1	80.00	23 m²	2.356073		1809.46
	Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1240	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	4 m²	3.074435		228.74
	Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	3591	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	6 m²	1.775614		382.58
	Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1830	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	5 m²	2.889536		295.31
	Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1240	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	3 m²	2.615565		194.60
	Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	380	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	1 m²	2.096316		47.80
	Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1140	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	3 m²	2.845		194.60
	Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	380	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	1 m²	1.468421		33.48
	Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	3930	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	11 m²	2.700229		636.77
	Basic Wall	Basic Wall: Draagmuur - 150mm Brick	7920	180	Draagmuur - 150mm Brick	Non-bearing	1	70.00	15 m²	1.924973		1067.14
	Basic Wall	Basic Wall: Draagmuur - 100mm Brick	4240	120	Draagmuur - 100mm Brick	Non-bearing	1	65.00	11 m²	2.683962		739.70
	Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	10500	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40.00	36 m²	3.412857		1433.40
	Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	1425	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40.00	3 m²	2.076		118.33
	Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	545	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40.00	2 m²	3.952018		86.15
	Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	1425	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40.00	3 m²	2.076		118.33
	Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	545	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40.00	2 m²	3.952018		86.15
	Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	1325	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40.00	3 m²	2.03683		107.95
	Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	465	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40.00	2 m²	4.185484		77.85
	Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	1325	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40.00	3 m²	2.03683		107.95
	Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	465	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40.00	2 m²	4.185484		77.85
	Basic Wall	Basic Wall: HSB Wand	9600	218	HSB Wand	Non-bearing	1	80.00	29 m²	3.003125		2306.40
	Basic Wall	Basic Wall: HSB Wand	3210	218	HSB Wand	Non-bearing	1	80.00	8 m²	2.595		666.40
	Curtain Wall	Curtain Wall: Exterior Glazing	1809		Exterior Glazing	Non-bearing	1	40.00	4 m²	2.43864		176.46
	Curtain Wall	Curtain Wall: Exterior Glazing	3008		Exterior Glazing	Non-bearing	1	40.00	8 m²	2.595		312.23
	Curtain Wall	Curtain Wall: Exterior Glazing	1809		Exterior Glazing	Non-bearing	1	40.00	4 m²	2.43864		176.46
	Curtain Wall	Curtain Wall: Curtain Wall	7450		Curtain Wall	Non-bearing	1	80.00	9 m²	1.2		715.20
	Curtain Wall	Curtain Wall: Curtain Wall	8978		Curtain Wall	Non-bearing	1	80.00	11 m²	1.180952		848.16
	Curtain Wall	Curtain Wall: Curtain Wall	1944		Curtain Wall	Non-bearing	1	80.00	2 m²	1.2		186.64
	Curtain Wall	Curtain Wall: Curtain Wall	4447		Curtain Wall	Non-bearing	1	80.00	5 m²	1.161543		413.19
	Basic Wall	Basic Wall: Interior - 126mm Partition (2-hr)	3042	128	Interior - 126mm Partition (2-hr)	Non-bearing	1	55.00	9 m²	2.877807		481.41
	Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1430	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	4 m²	2.5664		220.14
Grand total: 50												32646.72

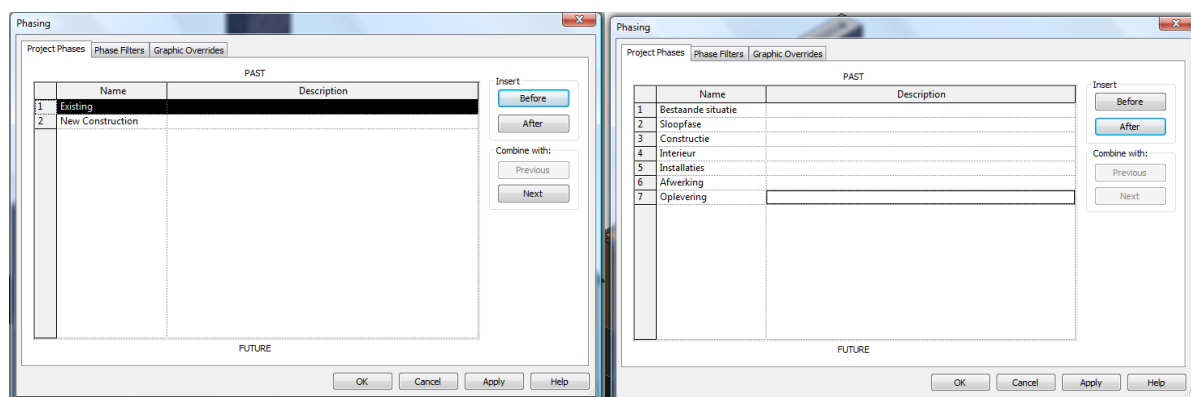
Figuur 4-20 Uittrekstaat wanden met kosten in Autodesk® REVIT® Architecture 2012

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2	Description	Family	Family and Type	Length	Width	Type	Structural Usage	Count	Cost	Area	Hoogte	Kosten wand
3												
4		Basic Wall	Basic Wall: Draagmuur - 270mm Brick	11370	300	Draagmuur - 270mm Brick	Bearing	1	60.00	81 m <sup>2</sup>	7.126.756	4861.87
5		Basic Wall	Basic Wall: Draagmuur - 270mm Brick	11370	300	Draagmuur - 270mm Brick	Bearing	1	60.00	81 m <sup>2</sup>	7.126.756	4861.87
6		Basic Wall	Basic Wall: Draagmuur - 150mm Brick	11370	180	Draagmuur - 150mm Brick	Bearing	1	70.00	38 m <sup>2</sup>	3.380.595	2690.62
7		Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	9600	285	Buitenmuur	Bearing	1	40.00	36 m <sup>2</sup>	3.776.381	1450.13
8		Basic Wall	Basic Wall: Draagmuur - 100mm Brick	3440	120	Draagmuur - 100mm Brick	Bearing	1	65.00	13 m <sup>2</sup>	3.762.791	841.36
9		Basic Wall	Basic Wall: Interior - 200mm	5360	195	Interior - 200mm	Non-bearing	1	77.00	11 m <sup>2</sup>	2.072.583	855.40
10		Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	5360	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	11 m <sup>2</sup>	2.072.583	666.54
11		Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1240	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	4 m <sup>2</sup>	3.290.565	244.82
12		Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1360	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	2 m <sup>2</sup>	1.397.443	114.03
13		Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1240	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	3 m <sup>2</sup>	2.799.435	208.28
14		Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1360	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	4 m <sup>2</sup>	3.045	248.47
15		Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1240	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	3 m <sup>2</sup>	2.799.435	208.28
16		Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1160	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	3 m <sup>2</sup>	27.825	193.66
17		Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1607	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	5 m <sup>2</sup>	2.950.283	284.54
18		Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	400	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	1 m <sup>2</sup>	3.045	73.08
19		Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1320	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	3 m <sup>2</sup>	2.583.636	204.62
20		Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	380	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	1 m <sup>2</sup>	2.243.684	51.16
21		Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1140	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	3 m <sup>2</sup>	3.045	208.28
22		Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	380	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	1 m <sup>2</sup>	1.442.368	32.89
23		Basic Wall	Basic Wall: HSB Wand	9600	218	HSB Wand	Non-bearing	1	80.00	23 m <sup>2</sup>	2.356.073	1809.46
24		Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1240	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	4 m <sup>2</sup>	3.074.435	228.74
25		Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	3591	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	6 m <sup>2</sup>	1.775.614	382.58
26		Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1830	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	5 m <sup>2</sup>	2.689.536	295.31
27		Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1240	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	3 m <sup>2</sup>	2.615.565	194.60
28		Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	380	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	1 m <sup>2</sup>	2.096.316	47.80
29		Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	1140	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	3 m <sup>2</sup>	2.845	194.60
30		Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	380	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	1 m <sup>2</sup>	1.468.421	33.48
31		Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick	3930	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60.00	11 m <sup>2</sup>	2.700.229	636.77
32		Basic Wall	Basic Wall: Draagmuur - 150mm Brick	7920	180	Draagmuur - 150mm Brick	Non-bearing	1	70.00	15 m <sup>2</sup>	1.924.973	1067.14
33		Basic Wall	Basic Wall: Draagmuur - 100mm Brick	4240	120	Draagmuur - 100mm Brick	Non-bearing	1	65.00	11 m <sup>2</sup>	2.683.962	739.70
34		Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	10500	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40.00	36 m <sup>2</sup>	3.412.857	1433.40
35		Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	1425	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40.00	3 m <sup>2</sup>	2.076	118.33
36		Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	545	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40.00	2 m <sup>2</sup>	3.952.018	86.15
37		Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	1425	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40.00	3 m <sup>2</sup>	2.076	118.33
38		Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	545	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40.00	2 m <sup>2</sup>	3.952.018	86.15
39		Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	1325	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40.00	3 m <sup>2</sup>	203.683	107.95
40		Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	465	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40.00	2 m <sup>2</sup>	4.185.484	77.85

Figuur 4-21 Uittreksaat wanden met kosten Excel

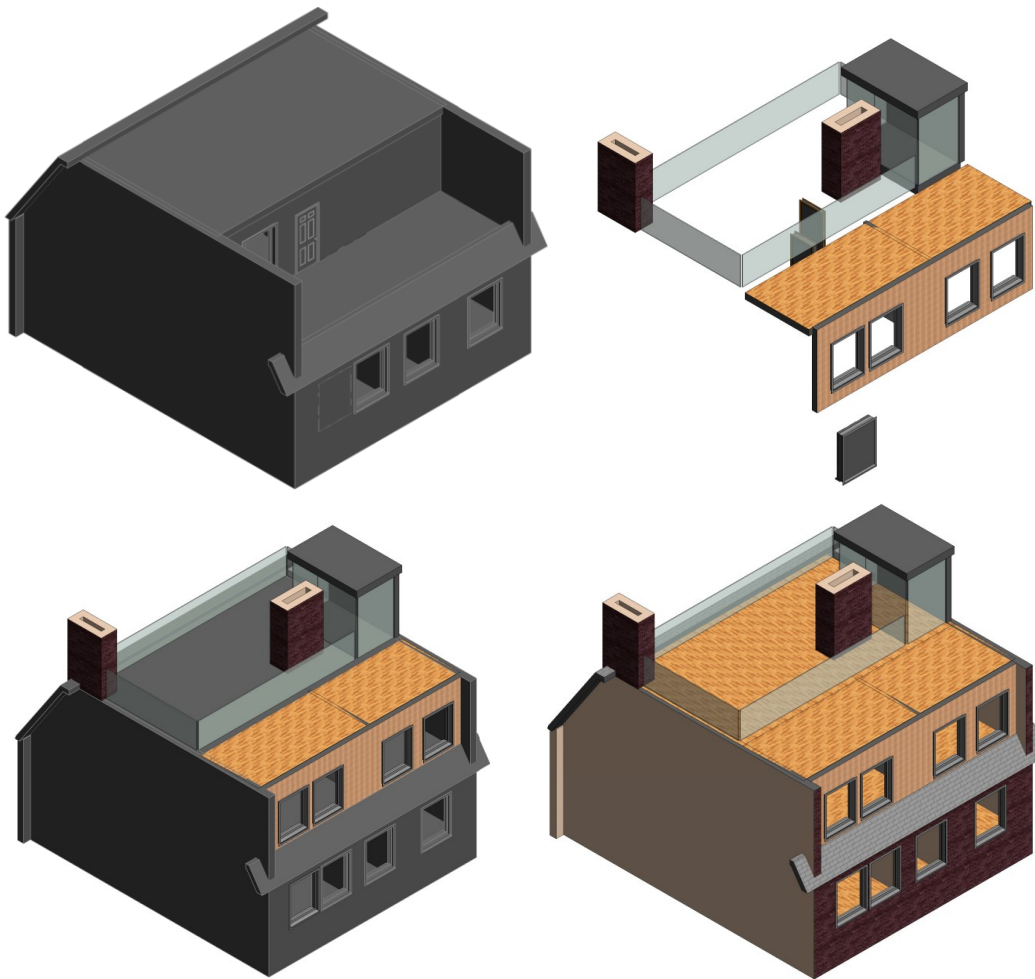
Tijdplanning

Om een basis te maken voor een planning is informatie van faseringen. Faseringen kunnen eenvoudig worden weergegeven in Autodesk® REVIT® Architecture 2012. De standaard fasen zijn bestaand en nieuw, zie figuur 4-22. Aan de hand van de wensen van het projectteam kan op eenvoudige wijze fasen worden toegevoegd of samengevoegd, zie figuur 4-22.

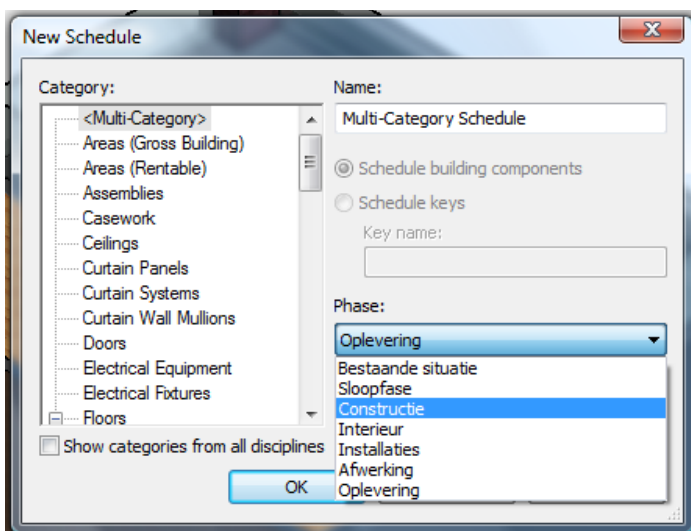


Figuur 4-22 Faseringen in Autodesk® REVIT® Architecture 2012

De fasering kan gebruikt worden om bepaalde uitkomsten per fase weer te geven in overzichten. Hierdoor is het mogelijk om de bouwvolgorde in afbeeldingen (zie figuur 4-23), of uittreksaten per fase weer te geven, met of zonder kosten- en urenoverzicht (zie figuur 4-24).



**Figuur 4-23** Verschil in weergave (linksboven: bestaand, rechtsboven: nieuwe onderdelen, linksonder: samengevoegd, rechtsonder: eindresultaat).



Deuren Nieuw											
Family and Type	Count	Head Height	Height	Width	Sill Height	Rough Height	Deur				Finish
							Door Panel Height	Door Panel Thickness	Door Panel Width		
IntSgl (10): 910 x 2110mm	1	2110	2110	910	0	2110	2060	38	826	Hoogglans RAL9010	
IntSgl (10): 910 x 2110mm	1	2110	2110	910	0	2110	2060	38	826	Hoogglans RAL9010	
IntSgl (10): 910 x 2110mm	1	2110	2110	910	0	2110	2060	38	826	Hoogglans RAL9010	
IntSgl (10): 910 x 2110mm	1	2110	2110	910	0	2110	2060	38	826	Hoogglans RAL9010	

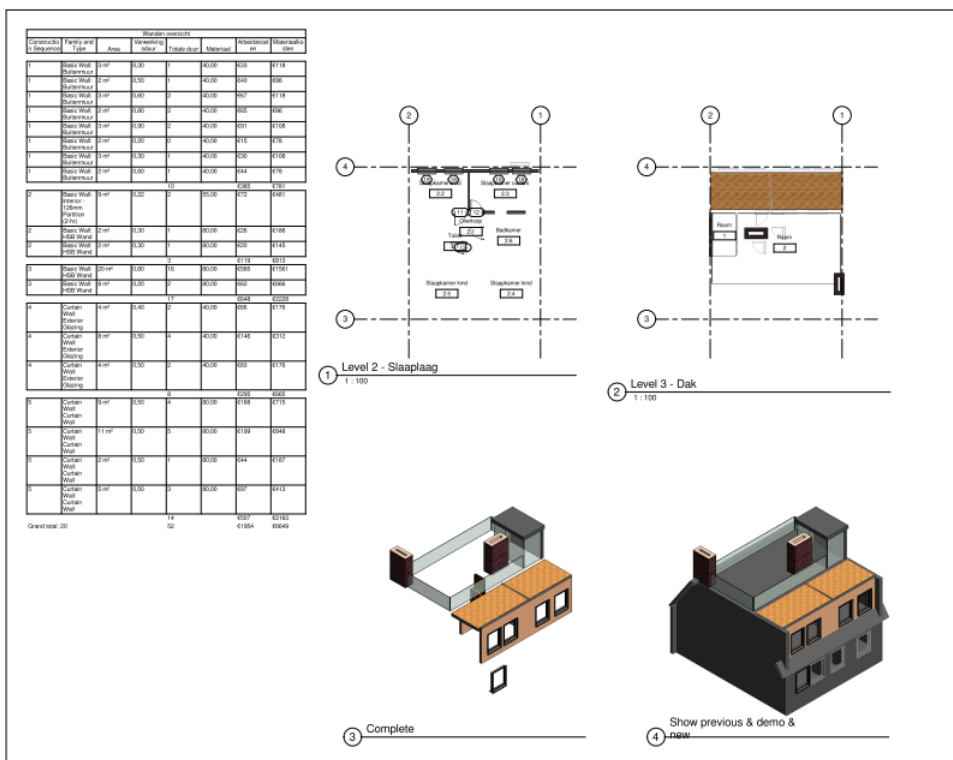
Wall Schedule							
Construction	Family and Type	Area	Verwerkingsduur	Totale duur	Materiaal	Arbeidskosten	Materiaalkosten
1	Basic Wall: Buitenmuur	3 m²	0,30	1	40,00	€33	€118
1	Basic Wall: Buitenmuur	2 m²	0,50	1	40,00	€40	€86
1	Basic Wall: Buitenmuur	3 m²	0,60	2	40,00	€67	€118
1	Basic Wall: Buitenmuur	2 m²	0,80	2	40,00	€65	€86
1	Basic Wall: Buitenmuur	3 m²	0,90	2	40,00	€91	€108
1	Basic Wall: Buitenmuur	2 m²	0,20	0	40,00	€15	€78
1	Basic Wall: Buitenmuur	3 m²	0,30	1	40,00	€30	€108
1	Basic Wall: Buitenmuur	2 m²	0,60	1	40,00	€44	€78
				10		€385	€781
2	Basic Wall: Interior - 126mm Partition (2-hr)	9 m²	0,22	2	55,00	€72	€481
2	Basic Wall: HSB Wand	2 m²	0,30	1	80,00	€26	€186
2	Basic Wall: HSB Wand	2 m²	0,30	1	80,00	€20	€145
				3		€119	€813
3	Basic Wall: HSB Wand	20 m²	0,80	16	80,00	€585	€1561
3	Basic Wall: HSB Wand	6 m²	0,20	2	80,00	€62	€666
				17		€648	€2228
4	Curtain Wall: Exterior Glazing	4 m²	0,40	2	40,00	€66	€176
4	Curtain Wall: Exterior Glazing	6 m²	0,50	4	40,00	€146	€312
4	Curtain Wall: Exterior Glazing	4 m²	0,50	2	40,00	€83	€176
				8		€295	€665
5	Curtain Wall: Curtain Wall	9 m²	0,50	4	80,00	€168	€715
5	Curtain Wall: Curtain Wall	11 m²	0,50	5	80,00	€199	€848
5	Curtain Wall: Curtain Wall	2 m²	0,50	1	80,00	€44	€187
5	Curtain Wall: Curtain Wall	5 m²	0,50	3	80,00	€97	€413
				14		€507	€2163
Grand total: 20				52		€1954	€6649

Figuur 4-24 Kosten en urenoverzicht wanden

**Bevindingen**

In tegenstelling tot de 2D-tekeningen wordt bij BIM alle informatie uit het 3D-model gehaald. De standaard bibliotheek in Autodesk® REVIT® Architecture 2012 geeft bij de opzet van een plan voldoende handvatten. Desgewenst kunnen eigenschappen van wanden, vloeren, ed. worden aangepast.

Doordat de gegevens in één model verwerkt worden is de informatie consistent. De tekeningen, 3d-view, schema's, uittrekstaten bevatten dezelfde informatie. Als er wijzigingen optreden in BIM, veranderen alle uitvoerresultaten direct. Er zitten geen verschillen in plattegronden, aanzichten of doorsneden. De uittrekstaten worden bijgewerkt en wijzigingen zijn af te lezen, zie figuur 4-24.



Figuur 4-25 Uittrekstaat, plattegronden, 3D's uit BIM



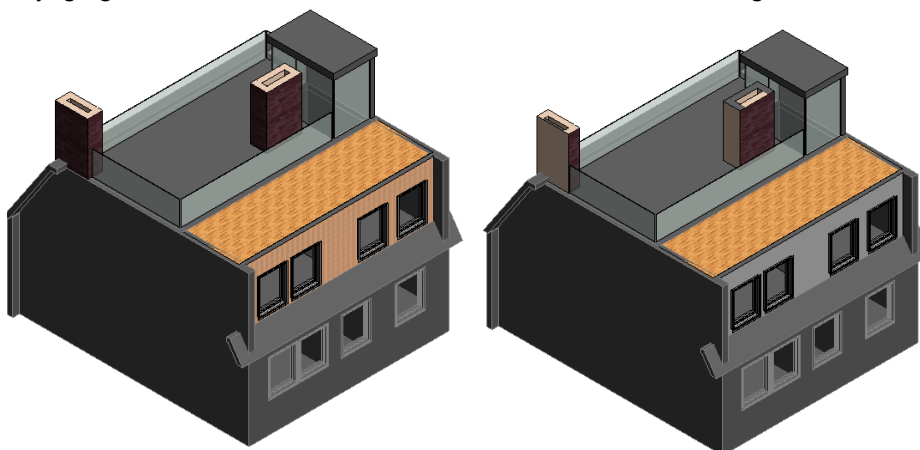
Het tekenprogramma Autodesk® REVIT® Architecture 2012 is een complex programma. Elk getekend object kan verschillende eigenschappen bevatten. Om de juiste waarden in de uittrekstaten te krijgen is het van belang dat op een consequente manier getekend wordt. Controle van tekeningen zijn door 3D eenvoudiger. Door de opbouw van de tekeningen te faseren is het mogelijk per stap BIM te controleren. Afwijkingen per fase zijn dan herkenbaar. Voorbeeld is het raam in 3D complete in figuur 4-25. Hierbij zweeft het raam in het lucht ledige. Het raam is geen nieuw raam, er is een fout in de toewijzing van de bouwfase. Door de fout te herstellen wijzigen alle uittrekstaten en tekeningen.

Fasering / activiteiten	(Tussen)resultaten/producten:	Start datum	Eind datum
Fase 3: DETAILED DESIGN	Minimaal: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Beslissing wat er gebouwd gaat worden.</li> <li>▪ Afstrepen varianten.</li> </ul>		

Walls												
Description	Family	Family and Type	Length	Width	Type	Structural Usage	Count	Cost	Area	Volume	Hoogte	Kosten wan
Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur		1425	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	3 m²	1 m³	2,076	118,33
Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur		545	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	2 m²	1 m³	3,952018	86,15
Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur		1425	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	3 m²	1 m³	2,076	118,33
Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur		545	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	2 m²	1 m³	3,952018	86,15
Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur		1325	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	3 m²	1 m³	2,03683	107,95
Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur		465	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	2 m²	1 m³	4,185484	77,85
Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur		1325	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	3 m²	1 m³	2,03683	107,95
Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur		465	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	2 m²	1 m³	4,185484	77,85
Basic Wall	Basic Wall: Interior - 200mm		9600	195	Interior - 200mm	Non-bearing	1	77,00	20 m²	4 m³	2,032812	1502,65
Basic Wall	Basic Wall: HSB Wand		3210	218	HSB Wand	Non-bearing	1	80,00	8 m²	2 m³	2,595	666,40
Curtain Wall	Curtain Wall: Exterior Glazing		1809		Exterior Glazing	Non-bearing	1	40,00	4 m²		2,43864	176,46
Curtain Wall	Curtain Wall: Exterior Glazing		3008		Exterior Glazing	Non-bearing	1	40,00	8 m²		2,595	312,23
Curtain Wall	Curtain Wall: Exterior Glazing		1809		Exterior Glazing	Non-bearing	1	40,00	4 m²		2,43864	176,46
Curtain Wall	Curtain Wall: Curtain Wall		7450		Curtain Wall	Non-bearing	1	80,00	9 m²		1,2	715,20
Curtain Wall	Curtain Wall: Curtain Wall		8978		Curtain Wall	Non-bearing	1	80,00	11 m²		1,180952	848,16
Curtain Wall	Curtain Wall: Curtain Wall		1944		Curtain Wall	Non-bearing	1	80,00	2 m²		1,2	186,64
Curtain Wall	Curtain Wall: Curtain Wall		4447		Curtain Wall	Non-bearing	1	80,00	5 m²		1,161543	413,19
Basic Wall	Basic Wall: Interior - 200mm		3053	195	Interior - 200mm	Non-bearing	1	77,00	8 m²	2 m³	2,652569	623,57
6401,53												

Description	Family	Family and Type	Length	Width	Type	Structural Usage	Count	Cost	Area	Volume	Hoogte	Kosten wan
Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur		1440	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	3 m²	1 m³	2,054375	118,33
Basic Wall	Basic Wall: Draagmuur - 270mm Brick		553	300	Draagmuur - 270mm Brick	Non-bearing	1	60,00	2 m²	1 m³	3,968824	131,57
Basic Wall	Basic Wall: Draagmuur - 270mm Brick		1440	300	Draagmuur - 270mm Brick	Non-bearing	1	60,00	3 m²	1 m³	2,054375	177,50
Basic Wall	Basic Wall: Draagmuur - 270mm Brick		553	300	Draagmuur - 270mm Brick	Non-bearing	1	60,00	2 m²	1 m³	3,968824	131,57
Basic Wall	Basic Wall: Generic - 90mm Brick		1325	100	Generic - 90mm Brick	Non-bearing	1	60,00	3 m²	0 m³	2,03683	161,93
Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur		373	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	1 m²	0 m³	3,93604	58,65
Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur		1325	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	3 m²	1 m³	2,03683	107,95
Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur		373	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	1 m²	0 m³	3,93604	58,65
Basic Wall	Basic Wall: Interior - 200mm		9600	195	Interior - 200mm	Non-bearing	1	77,00	20 m²	4 m³	2,032812	1502,65
Basic Wall	Basic Wall: HSB Wand		3210	218	HSB Wand	Non-bearing	1	80,00	8 m²	2 m³	2,595	666,40
Curtain Wall	Curtain Wall: Exterior Glazing		1809		Exterior Glazing	Non-bearing	1	40,00	4 m²		2,43864	176,46
Curtain Wall	Curtain Wall: Exterior Glazing		3008		Exterior Glazing	Non-bearing	1	40,00	8 m²		2,595	312,23
Curtain Wall	Curtain Wall: Exterior Glazing		1809		Exterior Glazing	Non-bearing	1	40,00	4 m²		2,43864	176,46
Curtain Wall	Curtain Wall: Curtain Wall		7450		Curtain Wall	Non-bearing	1	80,00	9 m²		1,2	715,20
Curtain Wall	Curtain Wall: Curtain Wall		8978		Curtain Wall	Non-bearing	1	80,00	11 m²		1,180952	848,16
Curtain Wall	Curtain Wall: Curtain Wall		1944		Curtain Wall	Non-bearing	1	80,00	2 m²		1,2	186,64
Curtain Wall	Curtain Wall: Curtain Wall		4447		Curtain Wall	Non-bearing	1	80,00	5 m²		1,161543	413,19
Basic Wall	Basic Wall: Interior - 200mm		3053	195	Interior - 200mm	Non-bearing	1	77,00	8 m²	2 m³	2,652569	623,57
6567,09												

Wijziging in wanden. Kosten veranderen direct. Net als tekeningen.

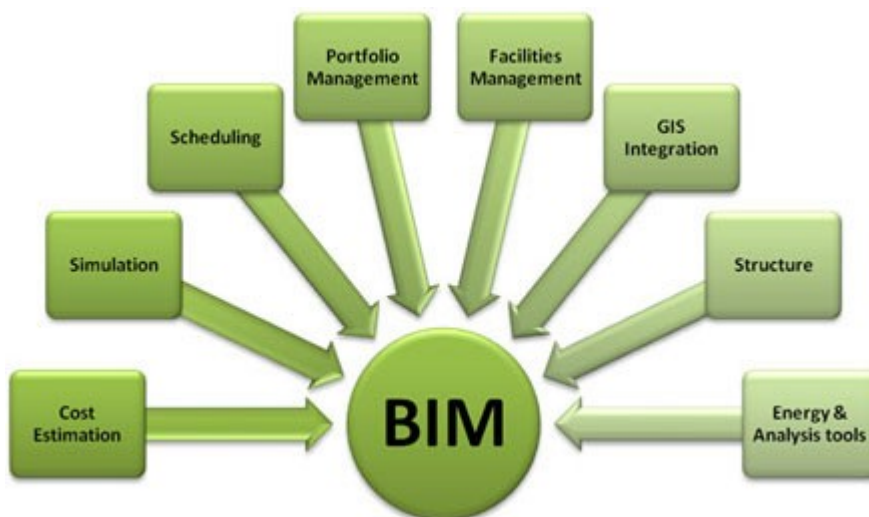


Fasering / activiteiten	(Tussen)resultaten/producten:	Start datum	Eind datum
Fase 4: IMPLEMENTATION DOCUMENT	Minimaal: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Omzetting van wat naar hoe het gebouwd wordt.</li> <li>▪ Voltooiing ontwerp</li> <li>▪ Opstellen vergunningsstukken.</li> </ul>		

Vaststelling bouwvolgorde:

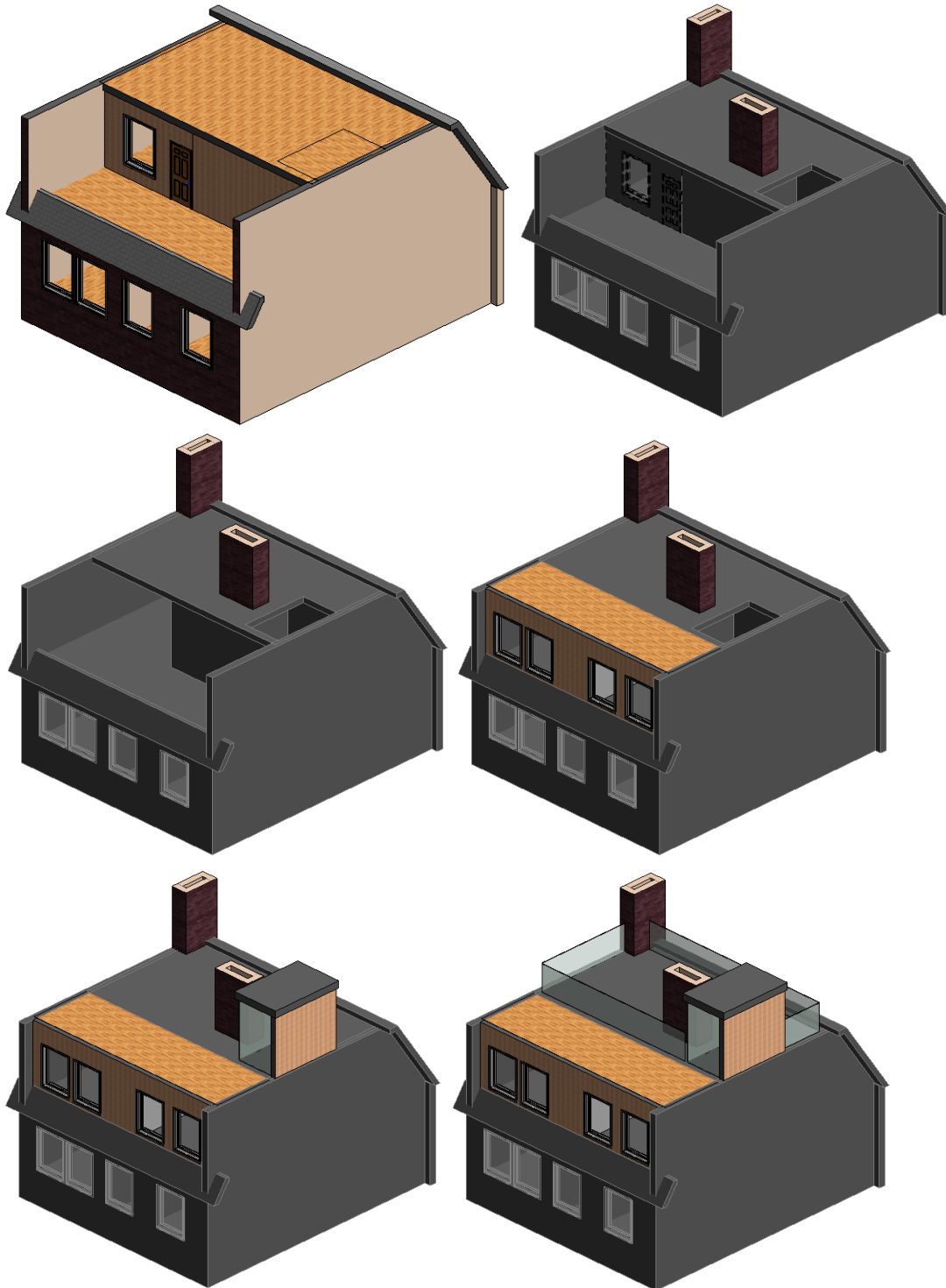
Construction Sequence	Description	Family	Family and Type	Length	Width	Type	Structural Usage	Count	Cost	Area	Hoogte	Kosten w
2		Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	1425	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	3 m²	2,076	118,33
2		Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	545	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	2 m²	3,952018	86,15
2		Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	1425	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	3 m²	2,076	118,33
2		Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	545	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	2 m²	3,952018	86,15
2		Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	1325	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	3 m²	2,03683	107,95
2		Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	465	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	2 m²	4,185484	77,85
2		Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	1325	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	3 m²	2,03683	107,95
2		Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	465	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	2 m²	4,185484	77,85
1		Basic Wall	Basic Wall: HSB Wand	9600	218	HSB Wand	Non-bearing	1	80,00	20 m²	2,032812	1561,20
3		Basic Wall	Basic Wall: HSB Wand	3210	218	HSB Wand	Non-bearing	1	80,00	8 m²	2,595	666,40
4		Curtain Wall	Curtain Wall: Exterior Glazing	1809		Exterior Glazing	Non-bearing	1	40,00	4 m²	2,43864	176,46
2		Curtain Wall	Curtain Wall: Exterior Glazing	3008		Exterior Glazing	Non-bearing	1	40,00	8 m²	2,595	312,23
4		Curtain Wall	Curtain Wall: Exterior Glazing	1809		Exterior Glazing	Non-bearing	1	40,00	4 m²	2,43864	176,46
5		Curtain Wall	Curtain Wall: Curtain Wall	7450		Curtain Wall	Non-bearing	1	80,00	9 m²	1,2	715,20
5		Curtain Wall	Curtain Wall: Curtain Wall	8978		Curtain Wall	Non-bearing	1	80,00	11 m²	1,180952	848,16
5		Curtain Wall	Curtain Wall: Curtain Wall	1944		Curtain Wall	Non-bearing	1	80,00	2 m²	1,2	186,64
5		Curtain Wall	Curtain Wall: Curtain Wall	4447		Curtain Wall	Non-bearing	1	80,00	5 m²	1,161543	413,19
1		Basic Wall	Basic Wall: Interior - 126mm Partition (2-hr)	3042	128	Interior - 126mm Partition (2-hr)	Non-bearing	1	55,00	8 m²	2,641084	441,81
Grand total: 18												6278,31

Construction Sequence	Description	Family	Family and Type	Length	Width	Type	Structural Usage	Count	Cost	Area	Hoogte	Kosten w
1		Basic Wall	Basic Wall: HSB Wand	9600	218	HSB Wand	Non-bearing	1	80,00	20 m²	2,032812	1561,20
1		Basic Wall	Basic Wall: Interior - 126mm Partition (2-hr)	3042	128	Interior - 126mm Partition (2-hr)	Non-bearing	1	55,00	8 m²	2,641084	441,81
2		Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	1425	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	3 m²	2,076	118,33
2		Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	545	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	2 m²	3,952018	86,15
2		Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	1425	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	3 m²	2,076	118,33
2		Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	545	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	2 m²	3,952018	86,15
2		Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	1325	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	3 m²	2,03683	107,95
2		Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	465	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	2 m²	4,185484	77,85
2		Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	1325	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	3 m²	2,03683	107,95
2		Basic Wall	Basic Wall: Buitenmuur	465	285	Buitenmuur	Non-bearing	1	40,00	2 m²	4,185484	77,85
2		Curtain Wall	Curtain Wall: Exterior Glazing	3008		Exterior Glazing	Non-bearing	1	40,00	8 m²	2,595	312,23
3		Basic Wall	Basic Wall: HSB Wand	3210	218	HSB Wand	Non-bearing	1	80,00	8 m²	2,595	666,40
4		Curtain Wall	Curtain Wall: Exterior Glazing	1809		Exterior Glazing	Non-bearing	1	40,00	4 m²	2,43864	176,46
4		Curtain Wall	Curtain Wall: Exterior Glazing	1809		Exterior Glazing	Non-bearing	1	40,00	4 m²	2,43864	176,46
5		Curtain Wall	Curtain Wall: Curtain Wall	7450		Curtain Wall	Non-bearing	1	80,00	9 m²	1,2	715,20
5		Curtain Wall	Curtain Wall: Curtain Wall	8978		Curtain Wall	Non-bearing	1	80,00	11 m²	1,180952	848,16
5		Curtain Wall	Curtain Wall: Curtain Wall	1944		Curtain Wall	Non-bearing	1	80,00	2 m²	1,2	186,64
5		Curtain Wall	Curtain Wall: Curtain Wall	4447		Curtain Wall	Non-bearing	1	80,00	5 m²	1,161543	413,19
Grand total: 18												6278,31

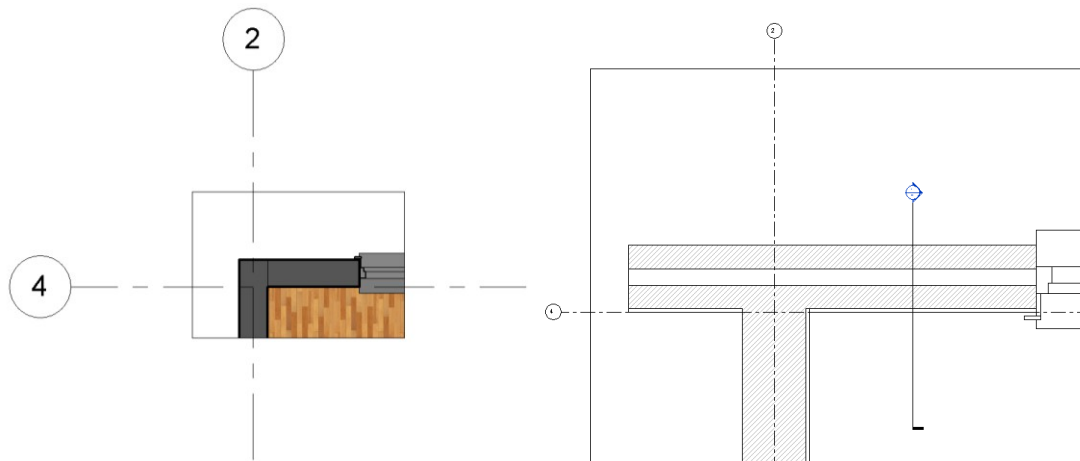


Figuur 4-26 Mogelijkheden om BIM in te zetten (BluEnt, 2009)

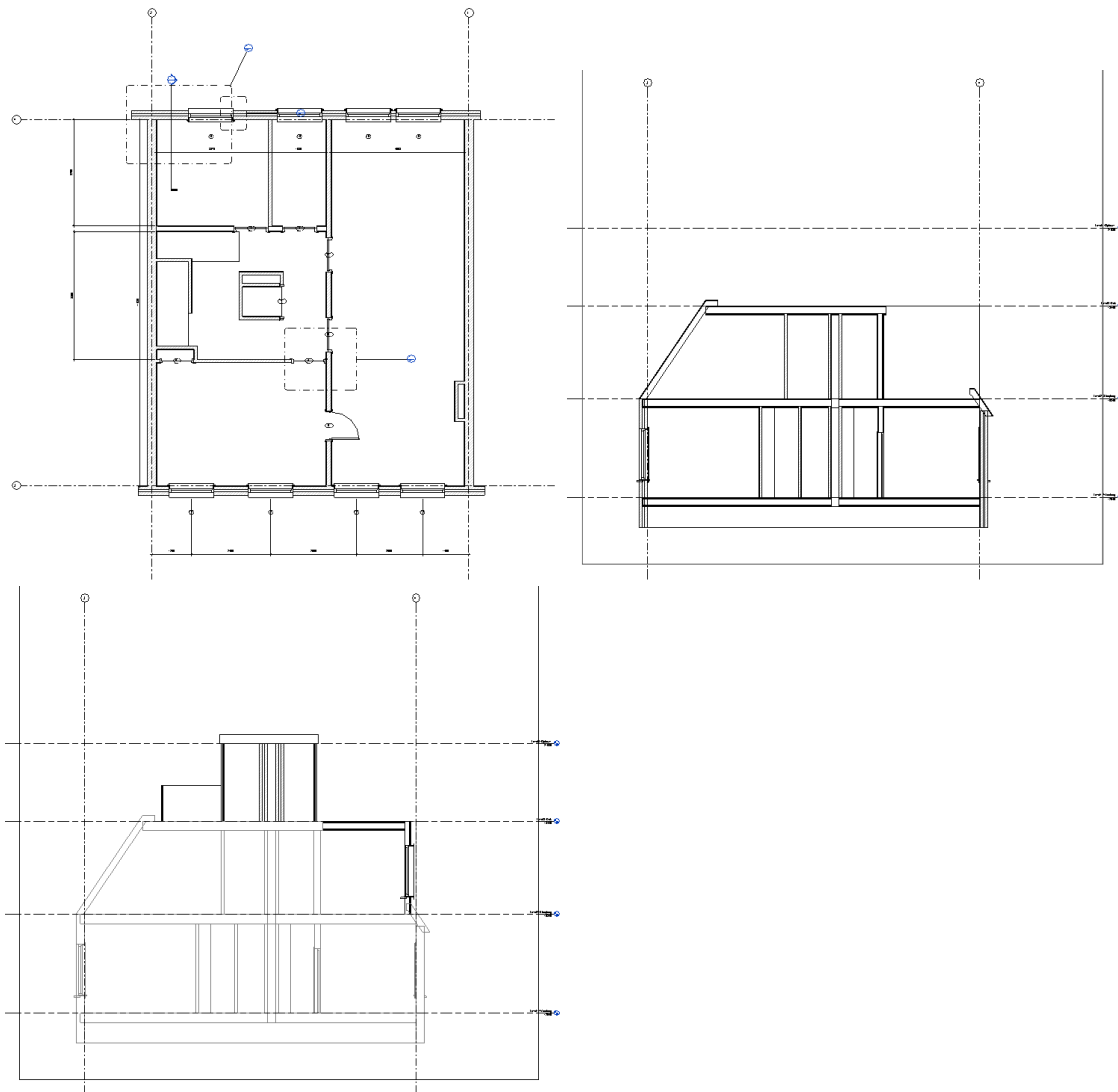
Bestaand naar nieuw:



Detailering:



Plattegronden en doorsneden:

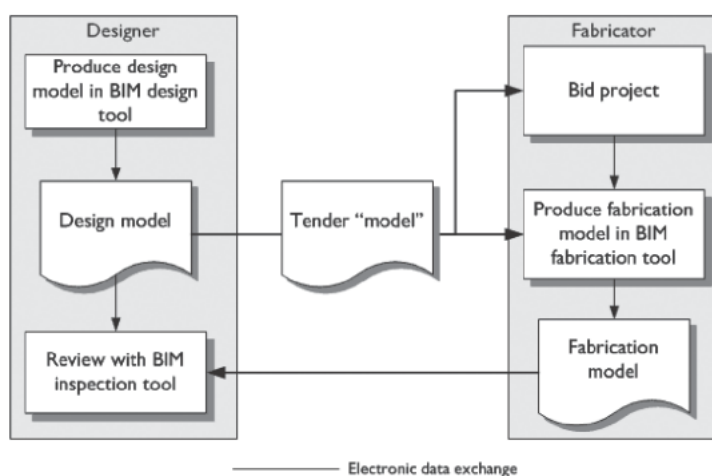


Fasering / activiteiten	(Tussen)resultaten/producten:	Start datum	Eind datum
Fase 5: AGENCY REVIEW	Minimaal: <ul style="list-style-type: none"> <li>Vergunningsverlener betrekken om opmerkingen tijdens aanvraag bouwvergunning te voorkomen.</li> </ul>		

3D Visualisaties, Walkthroughs en dergelijke, inpassing in situatie.

Fasering / activiteiten	(Tussen)resultaten/producten:	Start datum	Eind datum
Fase 6: BUYOUT	Minimaal: <ul style="list-style-type: none"> <li>Definitieve prijsvorming aannemer</li> </ul>		

Aannemer heeft in eerdere fase steeds inzicht gegeven in prijsvorming. De prijsvorming van de aannemer zal geen grote afwijkingen geven.



Figuur 4-27 Inkoopproces BIM (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008)

Fasering / activiteiten	(Tussen)resultaten/producten:	Start datum	Eind datum
Fase 7: <i>CONSTRUCTION</i>	Minimaal: <ul style="list-style-type: none"> <li>Uitvoeringsfase volgens ontworpen visualisatie</li> <li>Controle op uitvoering door vergelijk uitvoering en BIM.</li> </ul>		

Fasering / activiteiten	(Tussen)resultaten/producten:	Start datum	Eind datum
Fase 8: <i>CLOSEOUT</i>	Minimaal: <ul style="list-style-type: none"> <li>Overdragen BIM aan opdrachtgever.</li> </ul>		

#### 4.2.4 AANBEVELINGEN VOOR CASUS 2

Aanbevelingen hebben betrekking op proces en op de werkzaamheden van alle actoren. De stelling is dat als de kwaliteit van de resultaten van actoren verbeterd de bouwprojectmanager minder tijd kwijt is aan controle of begeleiding van werkzaamheden.

## AANBEVELINGEN

### ***Programma van Eisen opstellen met BIM met alternatieven, planning en budget:***

Programma van Eisen opstellen met BIM met alternatieven, planning en budget. Het beoogde voordeel is de afstemming tussen wensen van de opdrachtgever en het eindresultaat. Het uitgangspunt is dat als de verwachtingen en de wensen van de opdrachtgever omgezet zijn naar specifieke technische eigenschappen dan is het eindresultaat in ieder geval een (bijgestelde) weergave van de wens.

Koppeling van informatie aan ruimte om te plaatsen in het model geeft de mogelijkheid om controle uit te voeren. In de schedules kunnen per eigenschap ruimten geselecteerd worden om te controleren of de ruimte voldoet.

### ***Verkorten van vergaderschema naar maximaal 2 weken:***

Door de tijd tussen het vergaderschema te verkorten ontstaat een compacter schema. Twee weken tussen vergaderschema geven voldoende ruimte om activiteiten uit te werken.

Verkorten van vergaderschema naar maximaal 2 weken. Er is veel informatie aanwezig die eerder kan worden behandeld. Hoe eerder de informatiedeling is, hoe eerder afwijkingen geconstateerd of goedkeuringen versterkt kunnen worden.

## **4.3 Casus 2: Nieuwbouw loods met kantoorfunctie Aalsmeer**

### **4.3.1 INLEIDING**

De vraag die bij casus 2 gesteld wordt is: Wat zijn de kosten van toepassing van BIM?

In de tweede casus wordt het proces met BIM weergegeven. Om dit te bereiken wordt een projectplan van het bouwproces met BIM opgesteld. De aanbevelingen uit casus 1 worden gebruikt om het proces te verbeteren. Hierbij wordt voor de taken van de bouwprojectmanager een tijdmeting gedaan. De tijdmeting wordt vergeleken met de ingediende offerte. De offerte is een aanname van het aantal benodigde uren die de bouwprojectmanager nodig acht voor het project. De aanname wordt gedaan op basis van ervaringen van de bouwprojectmanager uit het verleden. Aangezien de bouwprojectmanager weinig ervaring met het gebruik van BIM heeft, zal de offerte voornamelijk gebaseerd zijn op ervaringen uit het traditionele bouwproces. De tijdmeting wordt in twee stappen uitgezet. De eerste stap is de waarde weergegeven uit de tijdmeting en de tweede stap is de getallen uit de offerte van de bouwprojectmanager aan de opdrachtgever.

De algemene voordelen worden in twee stappen uitgezet. De eerste stap is of het een voordeel voor het project is, en de tweede stap is of er tijdwinst ontstaat voor de bouwprojectmanager. De voordelen voor het project worden weergegeven aan de hand van vragenlijsten aan adviseurs beantwoording van ja en nee. De voordelen voor de bouwprojectmanager worden weergegeven in waarschijnlijkheid of er tijdwinst ontstaat, zie Bijlage D.

Als laatste worden lessen voor de volgende projecten weergegeven.

### 4.3.2 PROJECTPLAN BIM

PROJECTPLAN		Versie: 1.0 Doc. nummer: 11412.PP01
		Datum: 22-05-2012
Naam opdrachtgever	Xxx Xxx Aalsmeer	Voor akkoord: Datum:
Naam opsteller	F. Jägers	
Naam projectleider	F. Jägers	
Projectcode	11412	

Het projectplan wordt door de bouwprojectmanager in overleg met de opdrachtgever, gebruikers, projectteam, beheerders en gebruikers . opgesteld. Men maakt een globaal projectplan voor het hele project en een detailuitwerking voor de volgende fase.

Projectgegevens	
Type	Utiliteitsbouwproject (Nieuwbouw)
Omschrijving	Hal met kantoor en opslag
Locatie	Aalsmeer
Bouwjaar	2012
Partijen	
Opdrachtgever	Bouwprojectmanager
Constructeur	
Aannemer	Onderaannemers en leveranciers
Kosten	
Inhuur adviseurs (schatting)	€ 10.000,- excl. BTW
Bouwkosten (schatting)	€ 80.000,- excl. BTW
Resultaat	
Oppervlakte GBO voor verbouwing (m2)	-
Oppervlakte GBO ná verbouwing (m2)	150

#### ACHTERGROND (ZIE OOK TEKST BIJ DE PROJECTOPDRACHT)

Op de bouwlocatie van het kantoor en de opslag is op dit moment een houten schuur geplaatst. In de houten schuur is de meterkast met aansluitingen van water en elektriciteit aanwezig. Het plan is de houten schuur te slopen en de meterkast te behouden. Na de sloop ontstaat er een braakliggend terrein waar op het kantoor en de opslag zullen herrijzen.

#### PROJECTDOEL (ZIE OOK TEKST BIJ DE PROJECTOPDRACHT)

De huidige houten schuur voldoet niet voor langdurige opslag van graafmateriaal behorende bij het grondverzetbedrijf van de opdrachtgever. Het eerste plan was om alleen een opslag te plaatsen. Na overleg is gekozen om er een kantoorfunctie aan toe te voegen.

#### PROJECTRESULTAAT

Op het braakliggende terrein achter op het erf wordt kantoorruimte en opslagruimte gecreëerd in staalskeletbouw. Deze wordt afgewerkt met sandwich gevel- en dakpanelen. De onderste plint is opgebouwd uit metselwerk. De hal bestaat uit een entreehal, een kantoor, toiletruimte en een ruimte opslag.

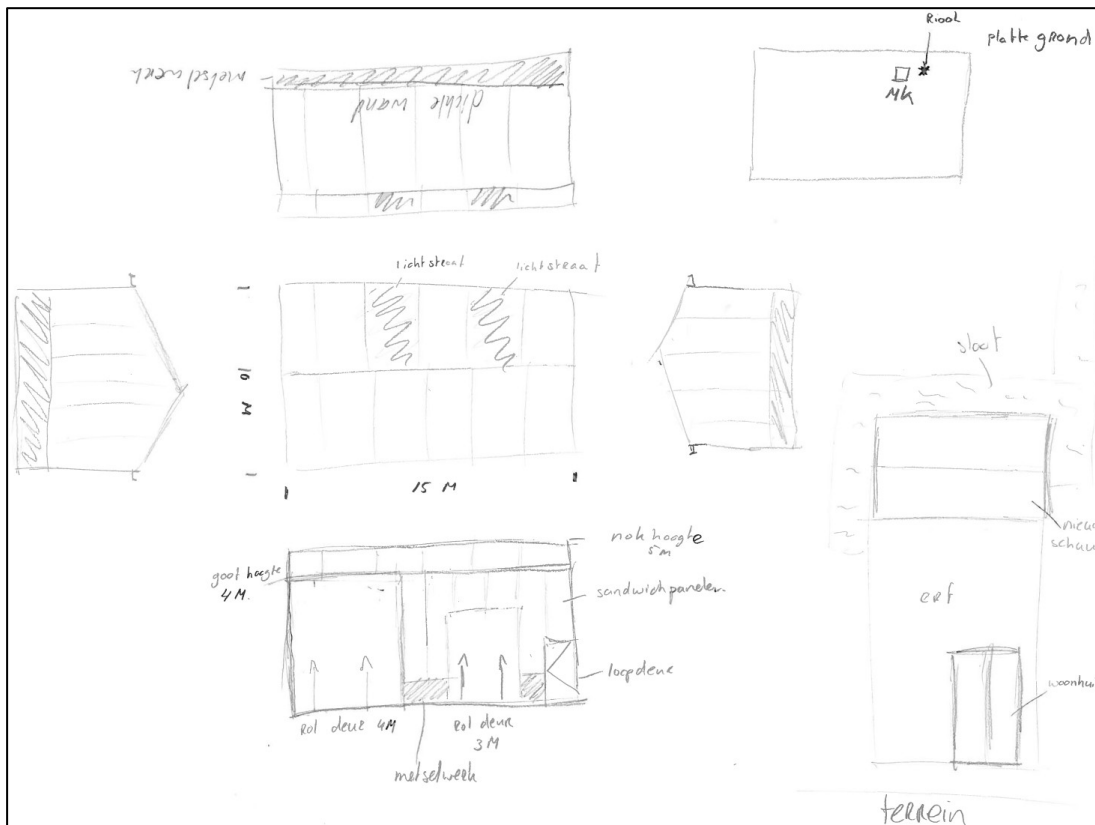
#### AFBAKENING: WAT IS HET RESULTAAT NIET?

Kantorencomplex met garage.

**RANDVOORWAARDEN**

**Stukken van bij aantrekken bouwprojectmanager**

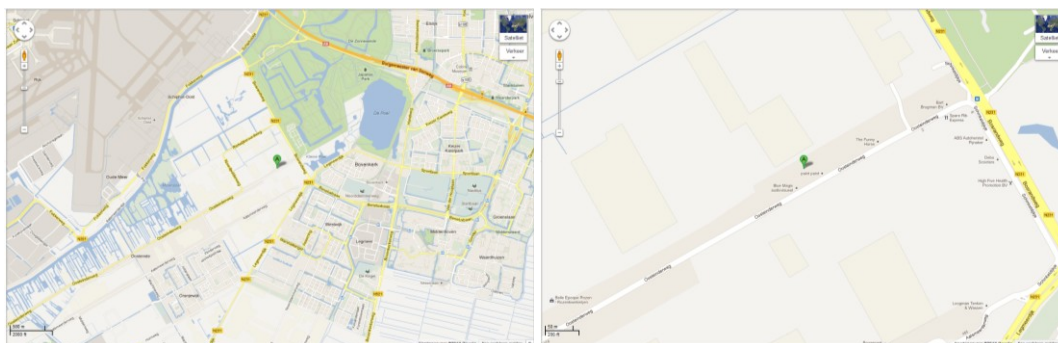
In casus 2 wordt de bouwprojectmanager ingeschakeld bij de start van het project. Het enige stuk wat door de opdrachtgever wordt verstrekt is een schets, zie figuur 4-28. De oplevering is vastgesteld op 19 oktober 2012. Het plan is dusdanig opgezet zodat de aannemer direct na de bouwvakantie kan starten met de realisatie.



**Figuur 4-28 Schetstekening opdrachtgever**

**Locatie**

De locatie van de hal is op een erf aan de Oosteinderweg in Aalsmeer. Het ligt in de wijk Oosteind wat rechtstreeks grenst aan Schiphol-Oost en Schiphol-Rijk. De Oosteinderweg is een dijklichaam met aan beiden zijden huizen, die in veel gevallen een industriefunctie hebben, zie figuur 4-29. De locatie is door bouwverkeer bereikbaar vanaf de A9. Waarna over brede toegangswegen de smaller Oosteinderweg volgt.





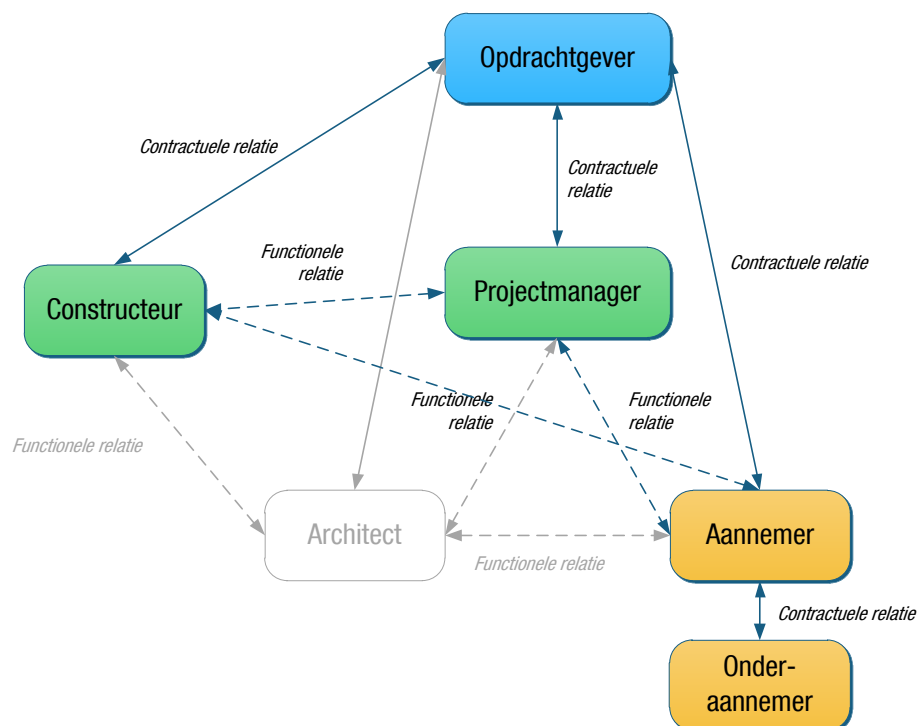


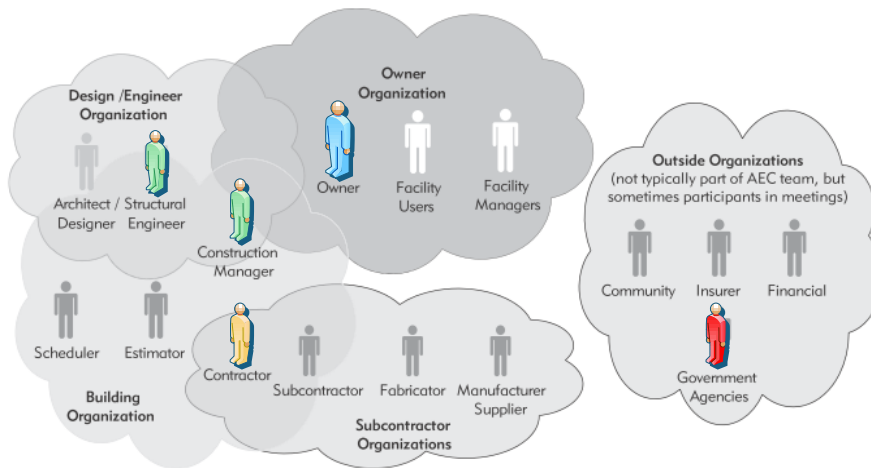
**Figuur 4-29 Locatie Casus 2 (bron: Google)**

**AANPAK/WERKWIJZE**

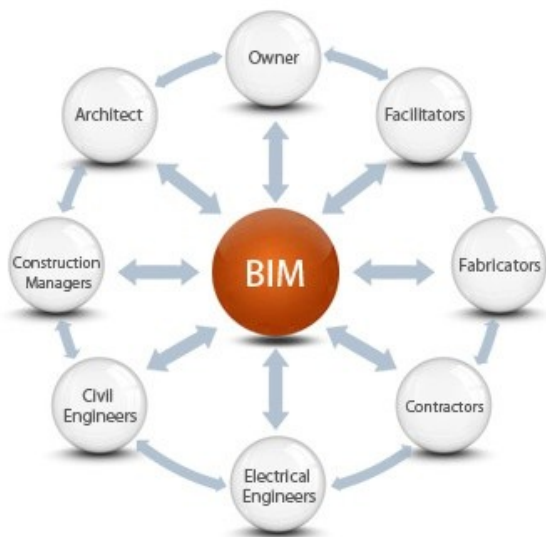
Het contractmodel in casus 2 is het bouwprojectmanagement model. In de projectorganisatie ontbreekt de architect. Het project wordt opgezet op schetsniveau en zal verder uitgewerkt worden door de leverancier van sandwich-elementen. Verder bestaat de projectorganisatie uit de traditionele partijen aangevuld met een bouwprojectmanager, zie figuur 4-30. De onderaannemers en leveranciers worden gecontracteerd door de aannemer en de overige partijen direct door de opdrachtgever.

De adviseurs hebben als contractvoorwaarden de DNR 2011 en de aannemer heeft als contractvoorwaarden de UAV 1989. De organisatie rond BIM is gelijk aan de weergave in figuur 4-31.



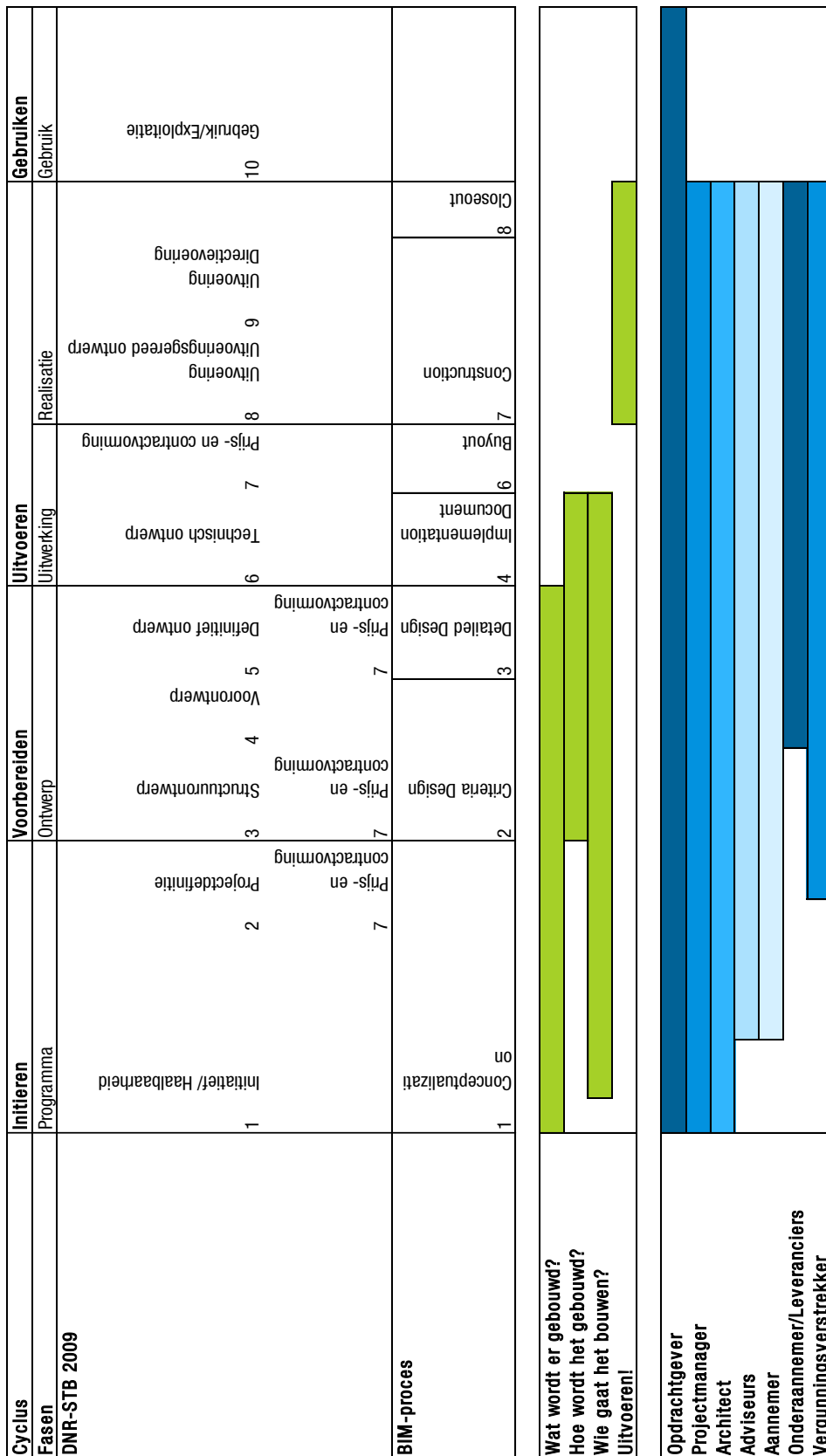


**Figuur 4-30 Projectorganisatie Casus 2**

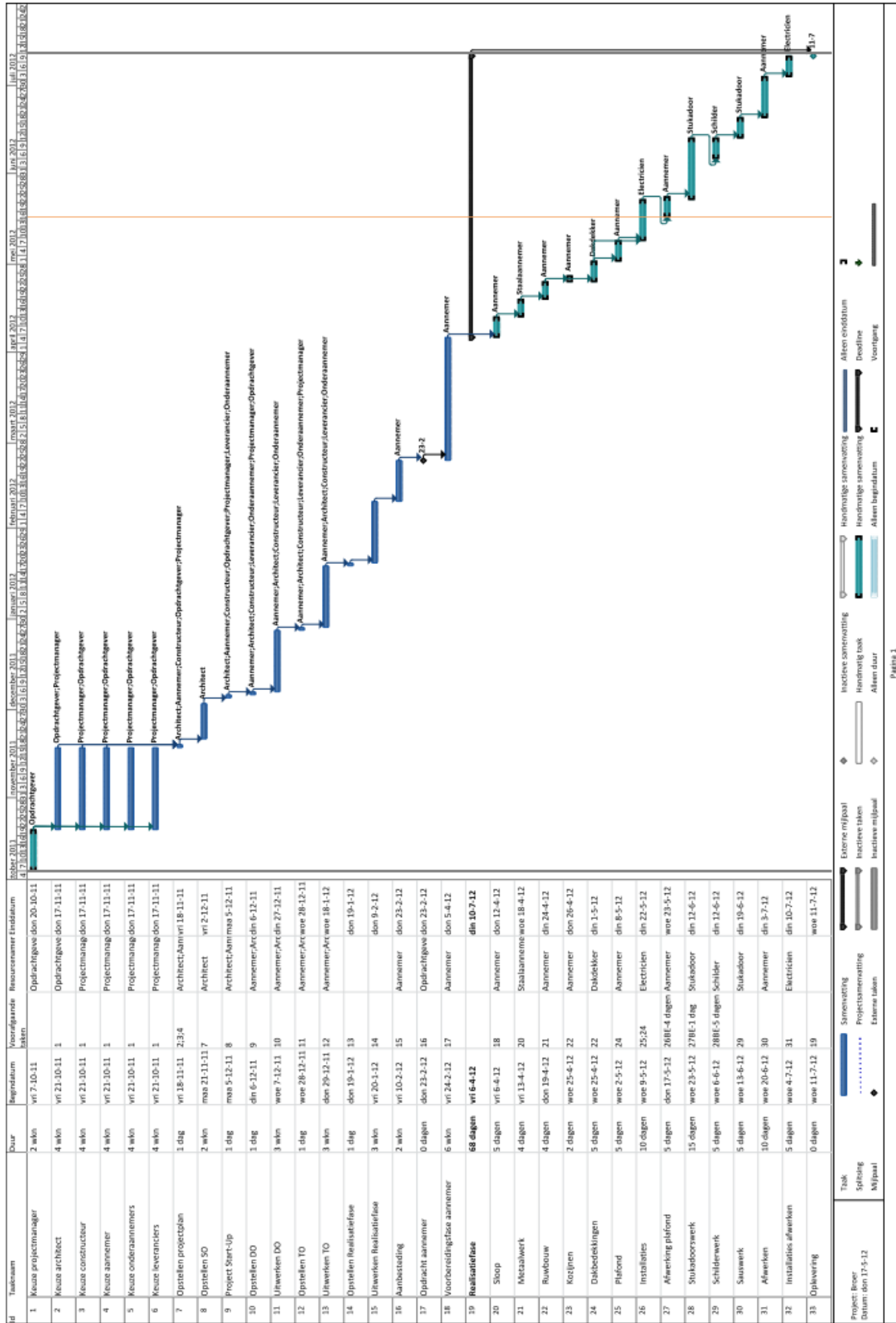


**Figuur 4-31 Organisatie rond BIM (BluEnt, 2010)**

**FASERING: ACTIVITEITEN, EN (TUSSEN)RESULTATEN/PRODUCTEN**



Figuur 4-32 Fasering en actoren Casus 2



Fasering / activiteiten	(Tussen)resultaten/producten:	Start datum	Eind datum
Fase 1: CONCEPTUALIZATI ON	Minimaal: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vaststellen wat gebouwd gaat worden.</li> <li>▪ Vaststellen wie wat gaat bouwen.</li> <li>▪ Vaststellen hoe wat gebouwd gaat worden.</li> </ul>	02-05-2011	27-05-2011

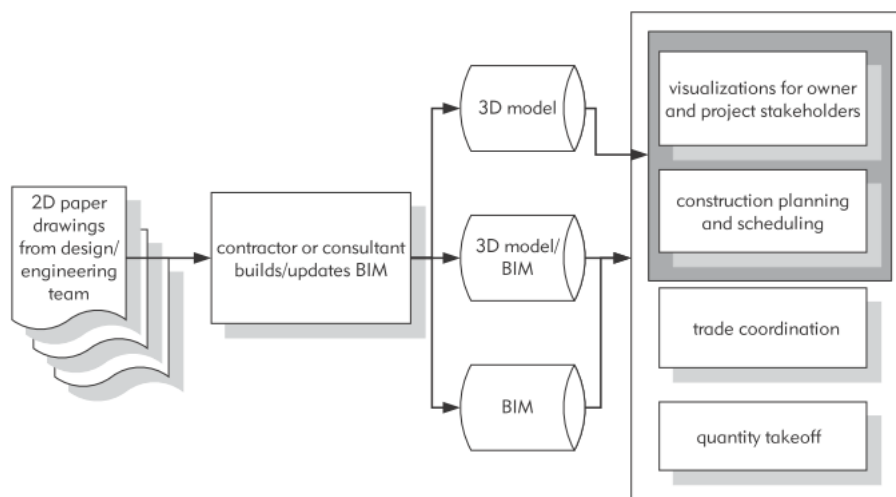
### Selectie Adviseurs/Aannemers/Leveranciers

Bij het traditionele bouwproces kan de aanbesteding van opdrachten aan adviseurs via een selectieprocedure gaan. In de selectieprocedure kunnen verschillende voorwaarden opgenomen worden, Denk aan inkoopvoorwaarden, waarborgen, uitsluitingsgronden en geschiktheidseisen.. Bij een opdracht met BIM kunnen geschiktheidseisen een belangrijke factor zijn om met een actor in zee te gaan. Onder geschiktheidseisen kunnen technische- en beroepsbekwaamheid vallen. Om de technische- en beroepsbekwaamheid te toetsen kunnen eisen gesteld worden als:

- Referentieprojecten: actoren dienen door middel van referentieprojecten aan te tonen de opdracht naar behoren uit te kunnen voeren.
- Personeel: Actoren dienen te beschikken over voldoende gekwalificeerd personeel om de opdracht naar behoren te kunnen uitvoeren.
- Kwaliteitssysteem: Actoren dienen te beschikken over een adequaat kwaliteitssysteem.
- Project specifieke eisen: Specialistische kenmerken van het project. Een project kan moeilijk bereikbaar, een project kan een specialistische kennis van een bouwmethode vragen, ed.

De selectie van de meeste partijen vindt in deze fase plaats. In deze fase omschrijven opdrachtgevers, adviseurs en aannemer wat er gebouwd gaat worden. Ze stellen samen een programma van eisen op. Dit is een weergave van wat er gebouwd gaat worden. In deze case is uitgegaan van de bestaande tekeningenset.

### Werkvolgorde



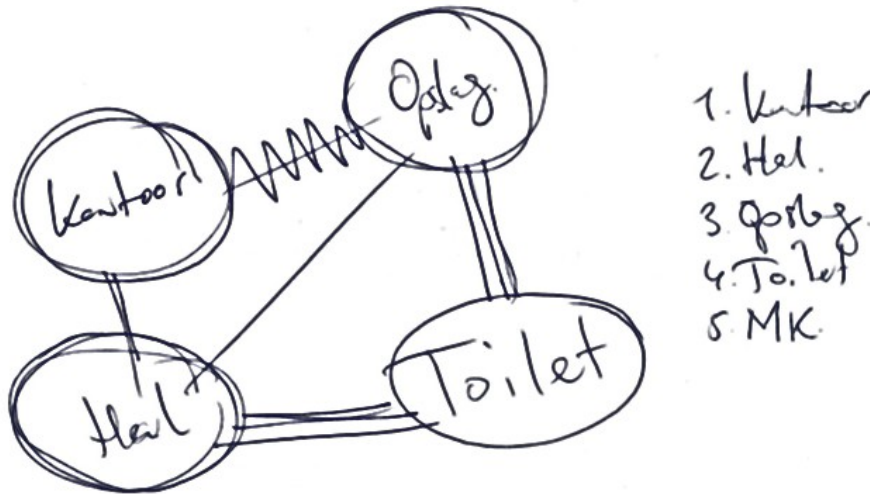
**Figuur 4-33** Procesvolgorde (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008)

### Programma van Eisen

Het opstellen van een globaal programma van eisen is een hulpmiddel om te bepalen waar het project over gaat. Een globaal programma van eisen is een verzameling van toetsbare voorwaarden van het bouwproject. Wettelijke eisen vormen het beginsel van een programma van eisen aangevuld met eisen van de opdrachtgever. Alle eisen en voorwaarden zijn een weerspiegeling van het eindresultaat cq. het bouwwerk. Het globale programma van eisen bij een bouwwerk met kleine omvang is het startpunt van het ontwerp.

Het programma van eisen geeft aan welke ruimten er zijn en wat de relatie tussen de ruimten is (zie

figuur 4-34) en welke eisen er aan de ruimte worden gesteld (zie tabel 4-4). Het globale programma van eisen wordt opgesteld in overleg met de opdrachtgever.

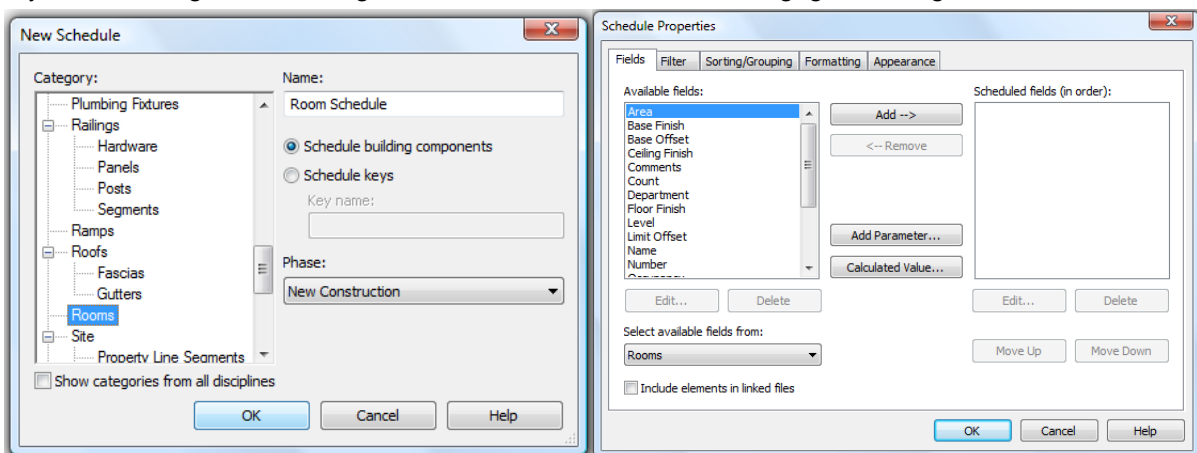


Figuur 4-34 Overzicht ruimten en relatieschema

Tabel 4-4 Eisen woonkamer

Ruimte	Kantoor
Functie	Kantoor
Oppervlakte	20 m2
Ligging	Geen voorkeur
Daglicht	Ja
Aangrenzend aan	Hal, Opslag
Vloerafwerking	Cement
Wandafwerking	Behang
Plafondwerking	Stukadoorwerk

In Autodesk® REVIT® Architecture 2012 kan het globale programma van eisen op een soortgelijk wijze worden ingevoerd, zie figuur 4-35. Het resultaat wordt weergegeven in figuur 4-36.

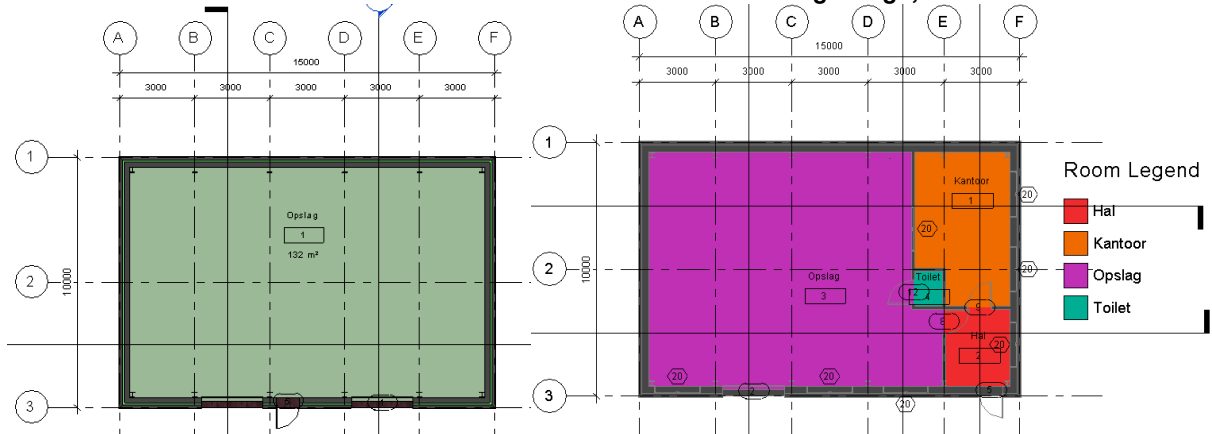


Figuur 4-35 Invoer programma van eisen

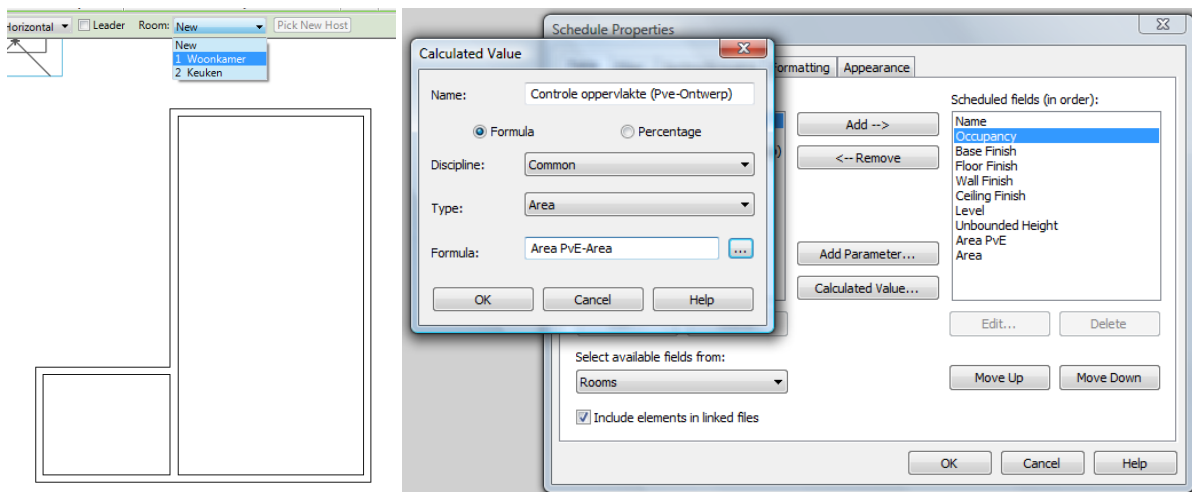
Room Schedule								
Name	Area	Ceiling Finish	Floor Finish	Wall Finish	Occupancy	Level	Unbounded Height	
Woonkamer	Not Placed	Stukadoorswerk in kleur	Hout	Behang	Wonen	Not Placed	0	
Keuken	Not Placed	Stukadoorswerk in kleur	Tegels	Tegels tot 1,5 m. Daarboven stukadoorswerk in kleur.	Koken	Not Placed	0	

Figuur 4-36 Overzicht ruimten

In het BIM-model (Autodesk® REVIT® Architecture 2012) is het mogelijk om de gewenste eigenschappen van de ruimte aan een ruimte in het ontwerp te koppelen, zie figuur 4-37. Door de koppeling ontstaat de mogelijkheid om te controleren. Hierdoor is het mogelijk om de gevolgen van wijzigingen in het model in het overzicht te zien. In het overzicht kunnen som-functies worden toegevoegd, zie

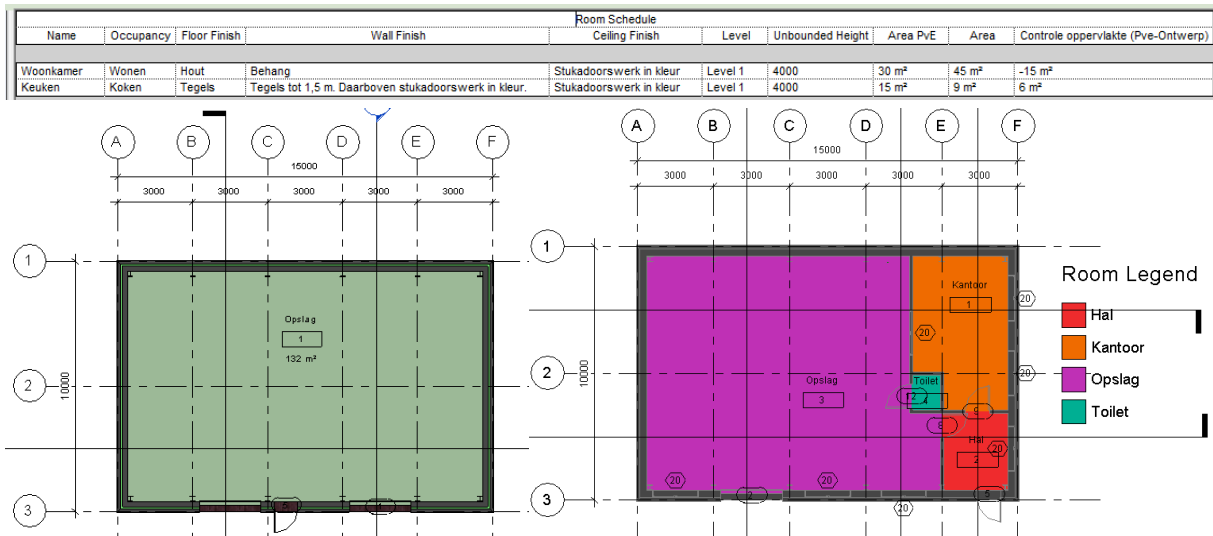


figuur 4-38.



Figuur 4-37 Plaatsen eigenschappen in ruimte en aanmaken controle kolom

Room Schedule									
Name	Occupancy	Floor Finish	Wall Finish	Ceiling Finish	Level	Unbounded Height	Area PVE	Area	Controle oppervlakte (Pve-Ontwerp)
Woonkamer	Wonen	Hout	Behang	Stukadoorswerk in kleur	Not Placed	0	30 m²	Not Placed	
Keuken	Koken	Tegels	Tegels tot 1,5 m. Daarboven stukadoorswerk in kleur.	Stukadoorswerk in kleur	Not Placed	0	15 m²	Not Placed	



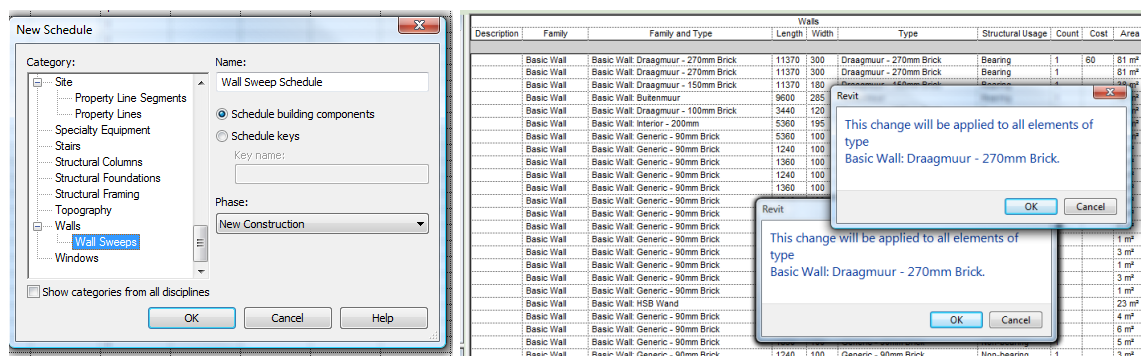
Figuur 4-38 Resultaat controle (voor en na plaatsing in model)

Daarnaast kan in deze fase een ontwerp worden gemaakt zonder dat er informatie over wanden en vloeren bekend is. Alle benodigde informatie wordt verzameld. Bijvoorbeeld bestemmingsplannen en de constructie van huidige bebouwing.

Fasering / activiteiten	(Tussen)resultaten/producten:	Start datum	Eind datum
Fase 2: CRITERIA DESIGN	Minimaal: <ul style="list-style-type: none"> <li>Verschillende varianten analyseren</li> </ul>		

### Kosten en budgetbewaking

Door elementen te koppelingen aan een kostenspecificatie kunnen verschillen direct zichtbaar worden gemaakt, zie figuur 4-39. Dit kan in Autodesk® REVIT® Architecture 2012, zie figuur 4-40, of het kan naar een programma, bijvoorbeeld Excel, worden geëxporteerd voor verdere bewerking.



Figuur 4-39 Koppeling uittrekstaat met kosten



Multi-Category Schedule															
Family	Family and Type	Description	Model	A	Assembly Code	Assembly Description	Category	Comments	Cost	Count	Keynote	Level	Manufacture	Mark	OmniCl
UC-Universal Column	UC-Universal Column: 203x203x60UC			0 m²			Structural Framing			1					23.25.3C
UC-Universal Column	UC-Universal Column: 203x203x60UC			0 m²			Structural Framing			1					23.25.3C
UC-Universal Column	UC-Universal Column: 203x203x60UC			0 m²			Structural Framing			1					23.25.3C
UC-Universal Column	UC-Universal Column: 203x203x60UC			0 m²			Structural Framing			1					23.25.3C
UC-Universal Column	UC-Universal Column: 203x203x60UC			0 m²			Structural Framing			1					23.25.3C
UC-Universal Column	UC-Universal Column: 203x203x60UC			0 m²			Structural Framing			1					23.25.3C
System Panel	System Panel: Glazed						Curtain Panels			1					23.25.3C
System Panel	System Panel: Glazed						Curtain Panels			1					23.25.3C
System Panel	System Panel: Glazed						Curtain Panels			1					23.25.3C
System Panel	System Panel: Glazed						Curtain Panels			1					23.25.3C
System Panel	System Panel: Glazed						Curtain Panels			1					23.25.3C
System Panel	System Panel: Glazed						Curtain Panels			1					23.25.3C
System Panel	System Panel: Glazed						Curtain Panels			1					23.25.3C
System Panel	System Panel: Glazed						Curtain Panels			1					23.25.3C
System Panel	System Panel: Glazed						Curtain Panels			1					23.25.3C
System Panel	System Panel: Glazed						Curtain Panels			1					23.25.3C
System Panel	System Panel: Glazed						Curtain Panels			1					23.25.3C
System Panel	System Panel: Glazed						Curtain Panels			1					23.25.3C
System Panel	System Panel: Glazed						Curtain Panels			1					23.25.3C
System Panel	System Panel: Glazed						Curtain Panels			1					23.25.3C
System Panel	System Panel: Glazed						Curtain Panels			1					23.25.3C
System Panel	System Panel: Glazed						Curtain Panels			1					23.25.3C
System Panel	System Panel: Glazed						Curtain Panels			1					23.25.3C
System Panel	System Panel: Glazed						Curtain Panels			1					23.25.3C
System Panel	System Panel: Glazed						Curtain Panels			1					23.25.3C
System Panel	System Panel: Glazed						Curtain Panels			1					23.25.3C
System Panel	System Panel: Glazed						Curtain Panels			1					23.25.3C
System Panel	System Panel: Glazed						Curtain Panels			1					23.25.3C
Foundation Slab	Foundation Slab: Fundering 450mm						Structural Foundations			1		Level 0 - PEIL			23.25.3C
UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC			0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL			23.25.3C
UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC			0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL			23.25.3C
UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC			0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL			23.25.3C
UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC			0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL			23.25.3C
UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC			0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL			23.25.3C
UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC			0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL			23.25.3C
UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC			0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL			23.25.3C
UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC			0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL			23.25.3C
UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC			0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL			23.25.3C
UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC			0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL			23.25.3C
UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC			0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL			23.25.3C
UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC			0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL			23.25.3C
UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC			0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL			23.25.3C
UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC			0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL			23.25.3C
M_Overhead-Sectional	M_Overhead-Sectional: 2435 x 4000mm						Doors			1		Level 0 - PEIL	2		23.30.1C
M_Single-Flush	M_Single-Flush: 0950 x 2300mm						Doors			1		Level 0 - PEIL	5		23.30.1C
M_Casement Dbl with Trim	M_Casement Dbl with Trim: 1830 x 0915mm						Windows			1		Level 0 - PEIL	7		23.30.2C
M_Casement Dbl with Trim	M_Casement Dbl with Trim: 1830 x 0915mm						Windows			1		Level 0 - PEIL	8		23.30.2C
M_Single-Flush	M_Single-Flush: 0950 x 2300mm						Doors			1		Level 0 - PEIL	8		23.30.1C
M_Single-Flush	M_Single-Flush: 0950 x 2300mm						Doors			1		Level 0 - PEIL	9		23.30.1C
M_Single-Flush	M_Single-Flush: 0950 x 2300mm						Doors			1		Level 0 - PEIL	12		23.30.1C
M_Casement Dbl with Trim	M_Casement Dbl with Trim: 1830 x 0915mm						Windows			1		Level 0 - PEIL	14		23.30.2C
M_Casement Dbl with Trim	M_Casement Dbl with Trim: 1830 x 0915mm						Windows			1		Level 0 - PEIL	15		23.30.2C
M_Casement Dbl with Trim	M_Casement Dbl with Trim: 1830 x 0915mm						Windows			1		Level 0 - PEIL	16		23.30.2C
M_Casement Dbl with Trim	M_Casement Dbl with Trim: 1830 x 0915mm						Windows			1		Level 0 - PEIL	18		23.30.2C
M_Casement Dbl with Trim	M_Casement Dbl with Trim: 1830 x 0915mm						Windows			1		Level 0 - PEIL	19		23.30.2C

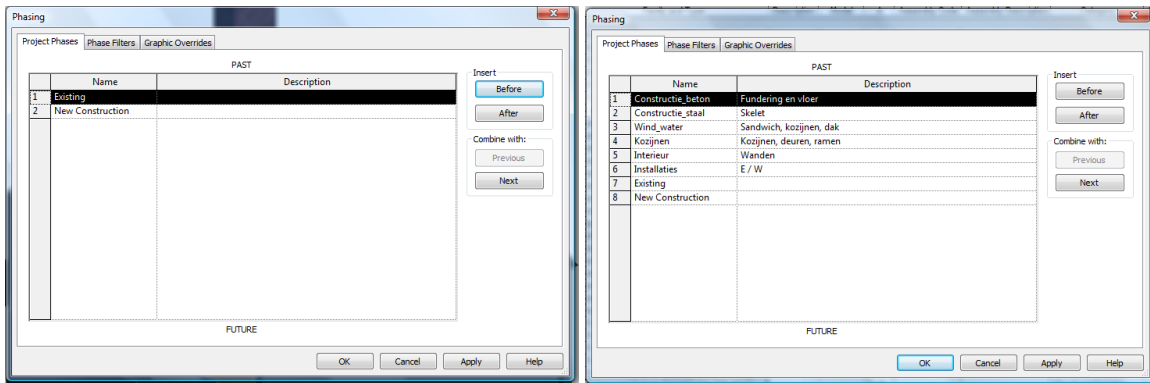
Figuur 4-40 Uittrekstaat wanden met kosten in Autodesk® REVIT® Architecture 2012

35	Foundation Slab	Foundation Slab: Fundering 450mm					Structural Foundations			1		Level 0 - PEIL			
36	UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC		0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL		23.25.30.11.14.11	Column
37	UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC		0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL		23.25.30.11.14.11	Column
38	UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC		0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL		23.25.30.11.14.11	Column
39	UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC		0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL		23.25.30.11.14.11	Column
40	UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC		0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL		23.25.30.11.14.11	Column
41	UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC		0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL		23.25.30.11.14.11	Column
42	UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC		0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL		23.25.30.11.14.11	Column
43	UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC		0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL		23.25.30.11.14.11	Column
44	UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC		0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL		23.25.30.11.14.11	Column
45	UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC		0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL		23.25.30.11.14.11	Column
46	UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC		0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL		23.25.30.11.14.11	Column
47	UC-Universal Column-Column	UC-Universal Column-Column: 203x203x60UC		0 m²			Structural Columns			1		Level 0 - PEIL		23.25.30.11.14.11	Column
48	M_Overhead-Sectional	M_Overhead-Sectional: 2435 x 4000mm					Doors			1		Level 0 - PEIL	2	23.30.10.17.37.14	Sectional
49	M_Single-Flush	M_Single-Flush: 0950 x 2300mm					Doors			1		Level 0 - PEIL	5	23.30.10.00	Doors
50	M_Casement Dbl with Trim	M_Casement Dbl with Trim: 1830 x 0915mm					Windows			1		Level 0 - PEIL	7	23.30.20.17.21.14	Casement
51	M_Casement Dbl with Trim	M_Casement Dbl with Trim: 1830 x 0915mm					Windows			1		Level 0 - PEIL	8	23.30.20.17.21.14	Casement
52	M_Single-Flush	M_Single-Flush: 0950 x 2300mm					Doors			1		Level 0 - PEIL	8	23.30.10.00	Doors
53	M_Single-Flush	M_Single-Flush: 0950 x 2300mm					Doors			1		Level 0 - PEIL	9	23.30.10.00	Doors
54	M_Single-Flush	M_Single-Flush: 0950 x 2300mm					Doors			1		Level 0 - PEIL	12	23.30.10.00	Doors
55	M_Casement Dbl with Trim	M_Casement Dbl with Trim: 1830 x 0915mm					Windows			1		Level 0 - PEIL	14	23.30.20.17.21.14	Casement
56	M_Casement Dbl with Trim	M_Casement Dbl with Trim: 1830 x 0915mm					Windows			1		Level 0 - PEIL	15	23.30.20.17.21.14	Casement
57	M_Casement Dbl with Trim	M_Casement Dbl with Trim: 1830 x 0915mm					Windows			1		Level 0 - PEIL	16	23.30.20.17.21.14	Casement
58	M_Casement Dbl with Trim	M_Casement Dbl with Trim: 1830 x 0915mm					Windows			1		Level 0 - PEIL	18	23.30.20.17.21.14	Casement
59	M_Casement Dbl with Trim	M_Casement Dbl with Trim: 1830 x 0915mm					Windows			1		Level 0 - PEIL	19	23.30.20.17.21.14	Casement
60															
61															

Figuur 4-41 Uittrekstaat wanden met kosten Excel

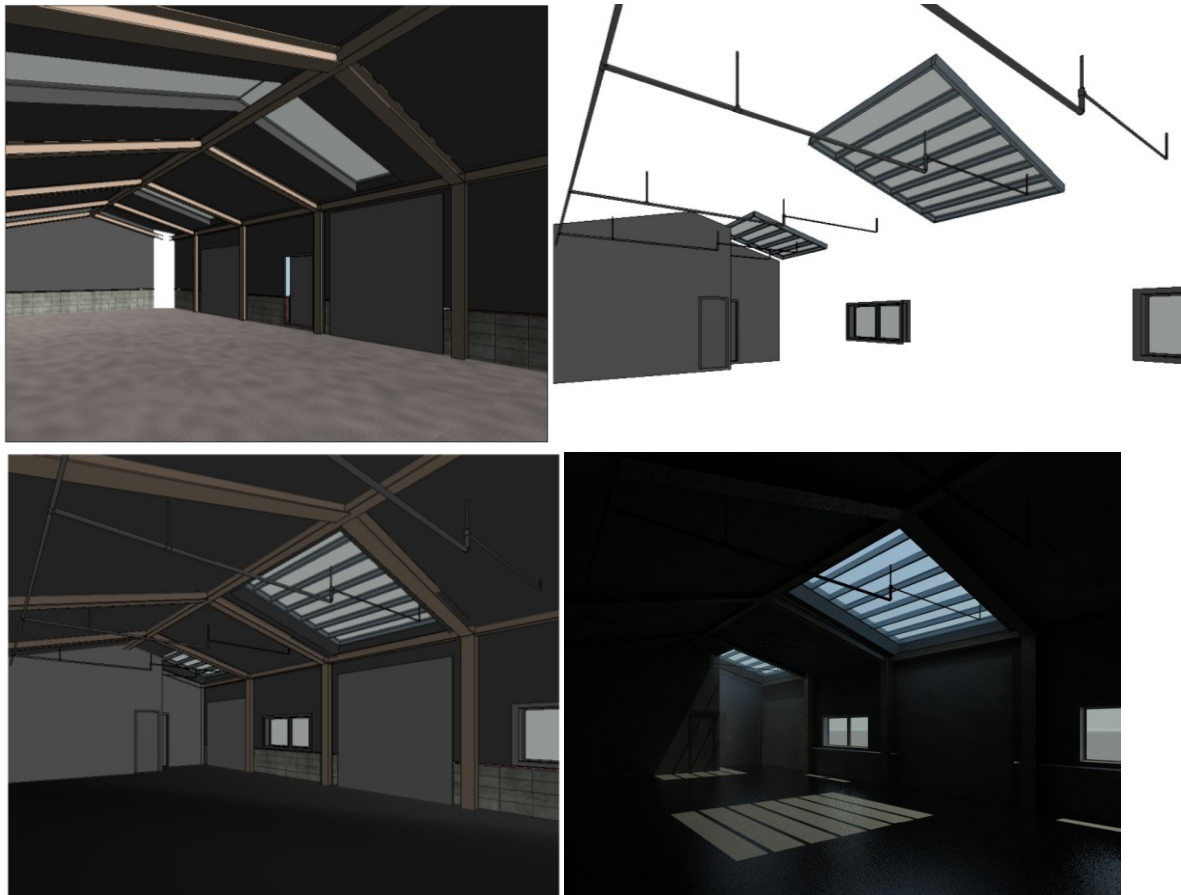
### Tijdplanning

Om een basis te maken voor een planning is informatie van faseringen. Faseringen kunnen eenvoudig worden weergegeven in Autodesk® REVIT® Architecture 2012. De standaard fasen zijn bestaand en nieuw, zie figuur 4-42. Aan de hand van de wensen van het projectteam kunnen op eenvoudige wijze fasen worden toegevoegd of samengevoegd, zie figuur 4-42.

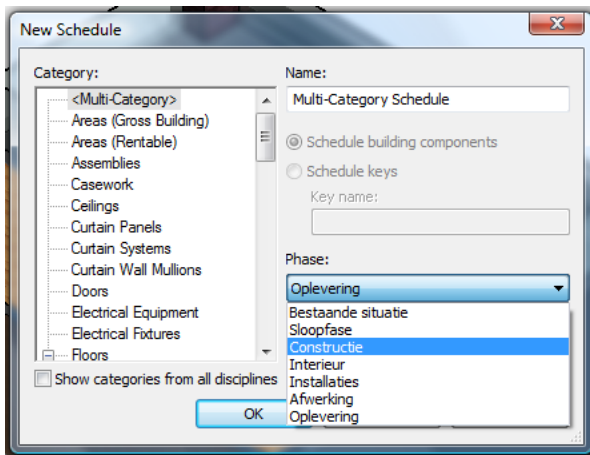


**Figuur 4-42 Faseringen in Autodesk® REVIT® Architecture 2012**

De fasering kan gebruikt worden om bepaalde uitkomsten per fase weer te geven in overzichten. Hierdoor is het mogelijk om de bouwvolgorde in afbeeldingen (zie figuur 4-43), of uittrekstaten per fase weer te geven, met of zonder kosten- en urenoverzicht (zie figuur 4-44).



**Figuur 4-43 Verschil in weergave (linksboven: bestaand, rechtsboven: nieuwe onderdelen, linksonder: samengevoegd, rechtsonder: eindresultaat.)**



Deuren Nieuw										
Family and Type	Count	Head Height	Height	Width	Sill Height	Rough Height	Deur			Finish
							Door Panel Height	Door Panel Thickness	Door Panel Width	
IntSgl (10): 910 x 2110mm	1	2110	2110	910	0	2110	2060	38	826	Hoogglans RAL9010
IntSgl (10): 910 x 2110mm	1	2110	2110	910	0	2110	2060	38	826	Hoogglans RAL9010
IntSgl (10): 910 x 2110mm	1	2110	2110	910	0	2110	2060	38	826	Hoogglans RAL9010
IntSgl (10): 910 x 2110mm	1	2110	2110	910	0	2110	2060	38	826	Hoogglans RAL9010

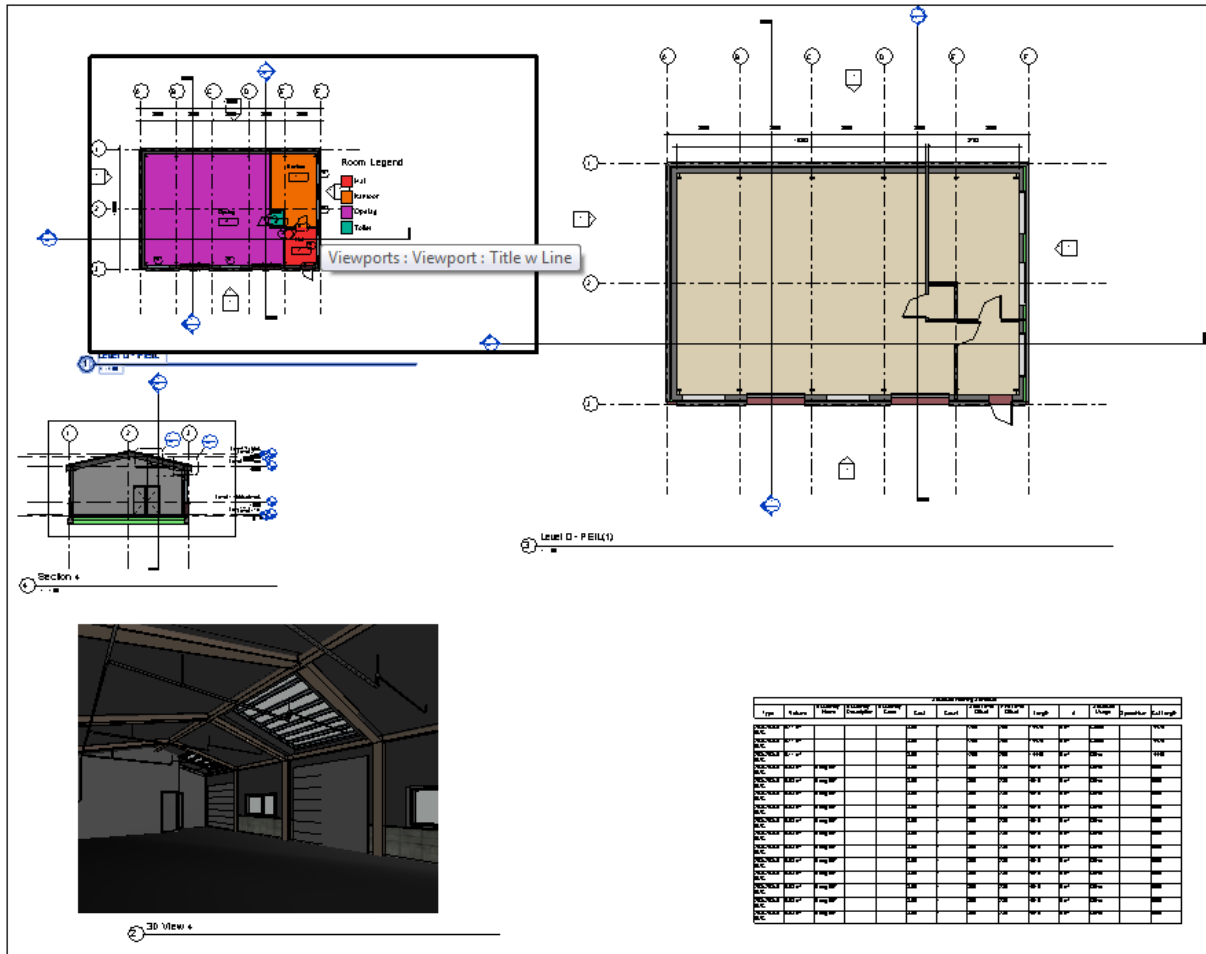
Wall Schedule							
Construction	Family and Type	Area	Verwerkingsduur	Totale duur	Materiaal	Arbeidskosten	Materiaalkosten
1	Basic Wall: Buitenmuur	3 m <sup>2</sup>	0,30	1	40,00	€33	€118
1	Basic Wall: Buitenmuur	2 m <sup>2</sup>	0,50	1	40,00	€40	€86
1	Basic Wall: Buitenmuur	3 m <sup>2</sup>	0,60	2	40,00	€67	€118
1	Basic Wall: Buitenmuur	2 m <sup>2</sup>	0,80	2	40,00	€65	€86
1	Basic Wall: Buitenmuur	3 m <sup>2</sup>	0,90	2	40,00	€91	€108
1	Basic Wall: Buitenmuur	2 m <sup>2</sup>	0,20	0	40,00	€15	€78
1	Basic Wall: Buitenmuur	3 m <sup>2</sup>	0,30	1	40,00	€30	€108
1	Basic Wall: Buitenmuur	2 m <sup>2</sup>	0,60	1	40,00	€44	€78
				10		€385	€781
2	Basic Wall: Interior - 126mm Partition (2-hr)	9 m <sup>2</sup>	0,22	2	55,00	€72	€481
2	Basic Wall: HSB Wand	2 m <sup>2</sup>	0,30	1	80,00	€26	€186
2	Basic Wall: HSB Wand	2 m <sup>2</sup>	0,30	1	80,00	€20	€145
				3		€119	€813
3	Basic Wall: HSB Wand	20 m <sup>2</sup>	0,80	16	80,00	€585	€1561
3	Basic Wall: HSB Wand	8 m <sup>2</sup>	0,20	2	80,00	€62	€666
				17		€648	€2228
4	Curtain Wall: Exterior Glazing	4 m <sup>2</sup>	0,40	2	40,00	€66	€176
4	Curtain Wall: Exterior Glazing	8 m <sup>2</sup>	0,50	4	40,00	€146	€312
4	Curtain Wall: Exterior Glazing	4 m <sup>2</sup>	0,50	2	40,00	€83	€176
				8		€295	€665
5	Curtain Wall: Curtain Wall	9 m <sup>2</sup>	0,50	4	80,00	€168	€715
5	Curtain Wall: Curtain Wall	11 m <sup>2</sup>	0,50	5	80,00	€199	€848
5	Curtain Wall: Curtain Wall	2 m <sup>2</sup>	0,50	1	80,00	€44	€187
5	Curtain Wall: Curtain Wall	5 m <sup>2</sup>	0,50	3	80,00	€97	€413
				14		€507	€2163
Grand total: 20				52		€1954	€6649

Figuur 4-44 Kosten en urenoverzicht wanden

### Bevingingen

In tegenstelling tot de 2D-tekeningen wordt bij BIM alle informatie uit het 3D-model gehaald. De standaard bibliotheek in Autodesk® REVIT® Architecture 2012 geeft voor de opzet van een plan voldoende handvatten. Desgewenst kunnen eigenschappen van bijvoorbeeld wanden en vloeren worden aangepast.

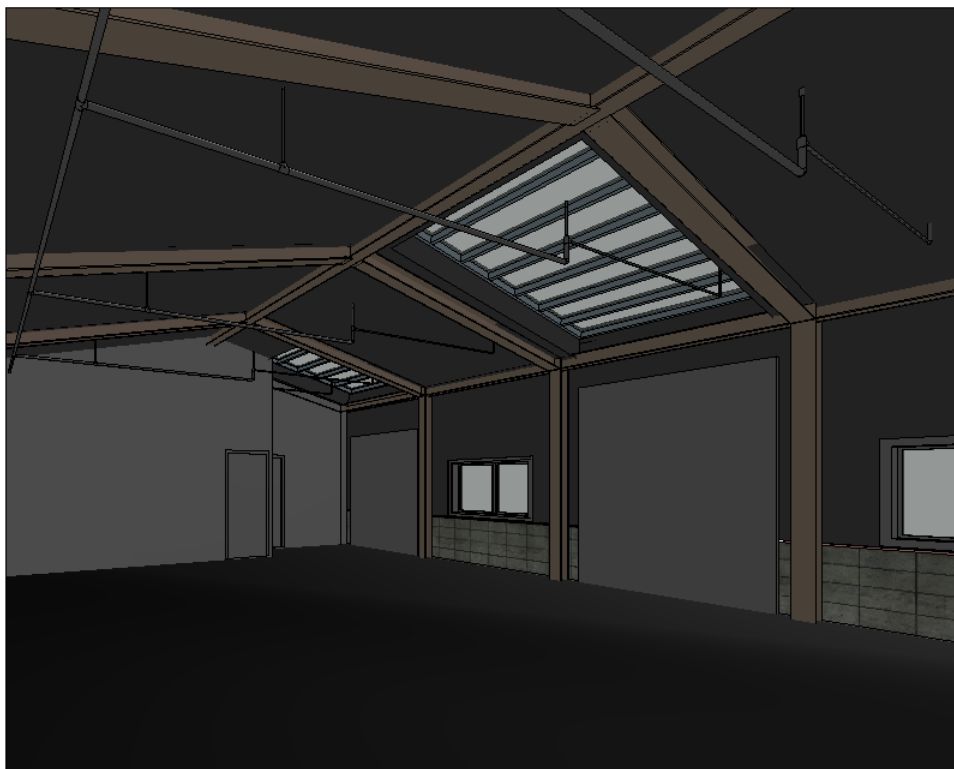
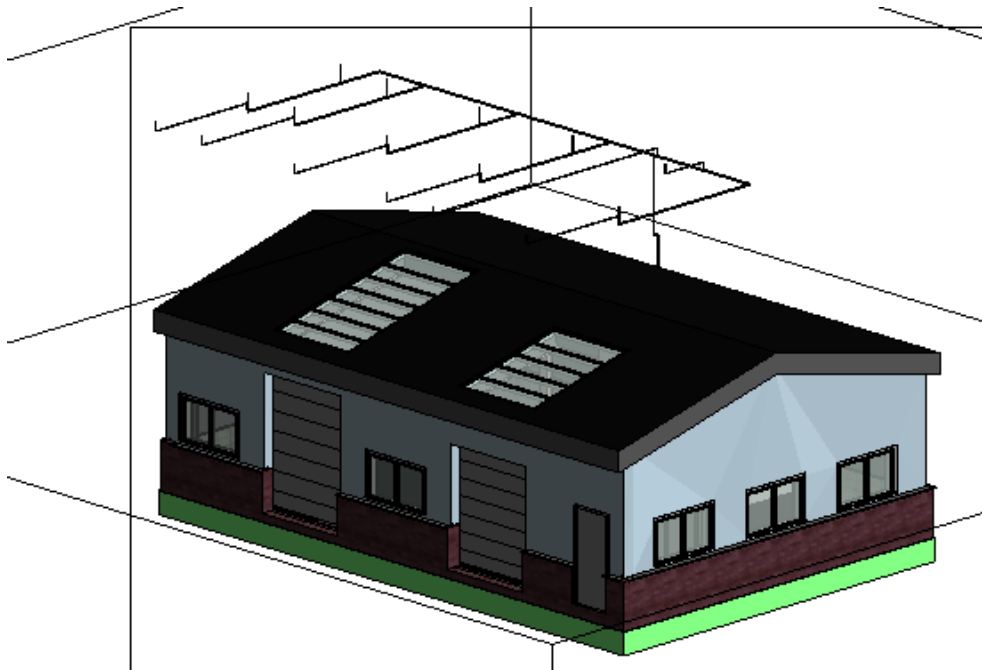
Doordat de gegevens in één model verwerkt en bewerkt worden is de informatie consistent. De tekeningen, 3d-view, schema's en uittrekstaten bevatten dezelfde informatie. Als er wijzigingen optreden in BIM, veranderen alle uitvoerresultaten direct. Er zitten geen verschillen in plattegronden, aanzichten of doorsneden. De uittrekstaten worden bijgewerkt en wijzigingen zijn af te lezen, zie figuur 4-45.

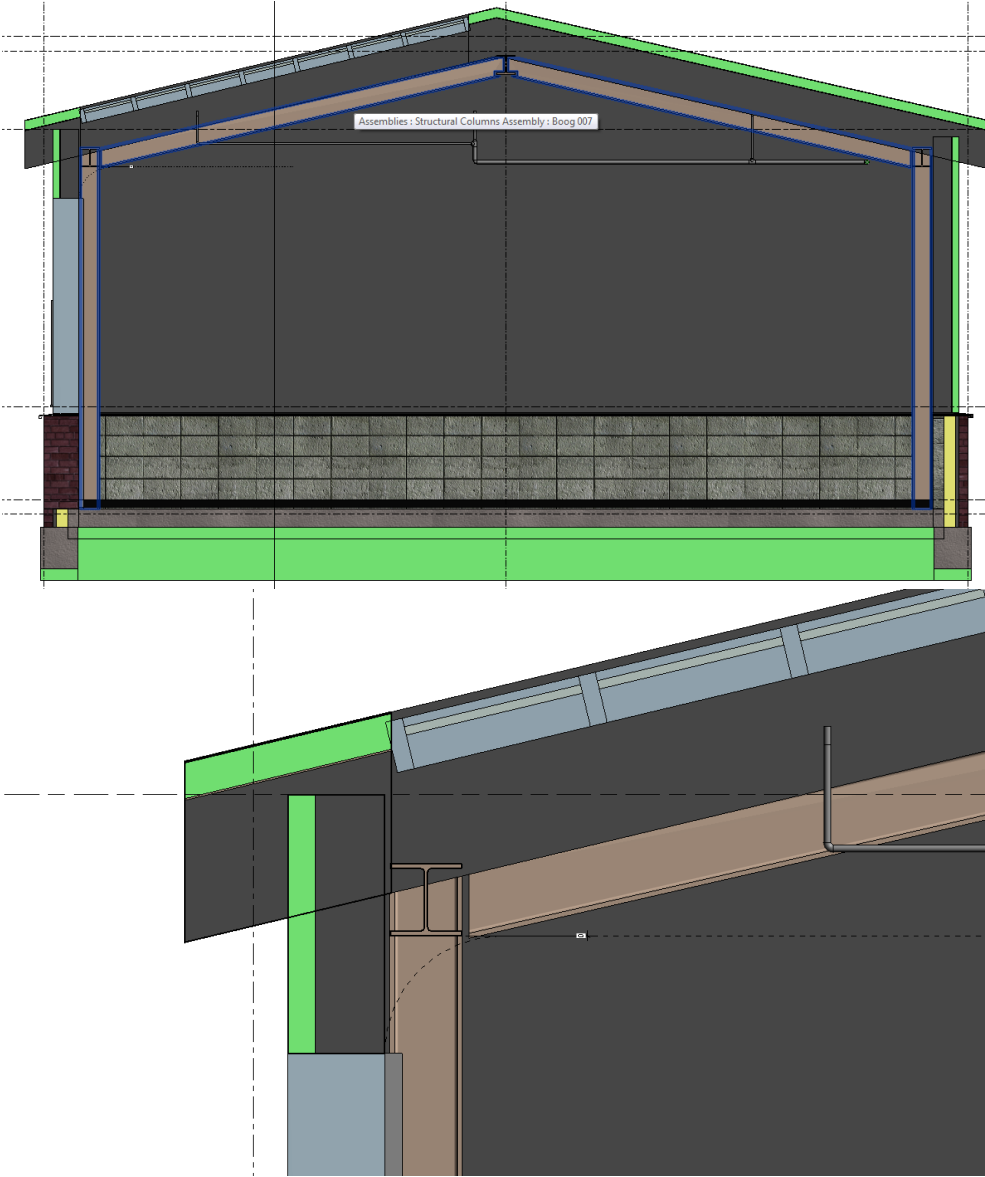


Figuur 4-45 Uitrekstaat, plattegronden, 3D's uit BIM

Het tekenprogramma Autodesk® REVIT® Architecture 2012 is een complex programma. Elk getekend object kan verschillende eigenschappen bevatten. Om de juiste waarden in de uittrekstaten te krijgen is het van belang dat er op een consequente manier getekend wordt. Controle van tekeningen zijn door 3D eenvoudiger. Door de opbouw van de tekeningen te faseren is het mogelijk per stap BIM te controleren. Afwijkingen per fase zijn dan herkenbaar. Een voorbeeld is de installatie in de onderstaande 3D-tekening, zie figuur 4-46. Hierbij zweeft de brandblusinstallatie in het lucht ledige. De verplaatsing van de installatie zorgt voor een goede tekening. Het 0,0-punt is hierin maatgevend. Door de fout te herstellen wijzigen alle tekeningen.

Fasering / activiteiten	(Tussen)resultaten/producten:	Start datum	Eind datum
Fase 3: DETAILED DESIGN	Minimaal: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Beslissing wat er gebouwd gaat worden.</li> <li>▪ Afstrepen varianten.</li> </ul>		

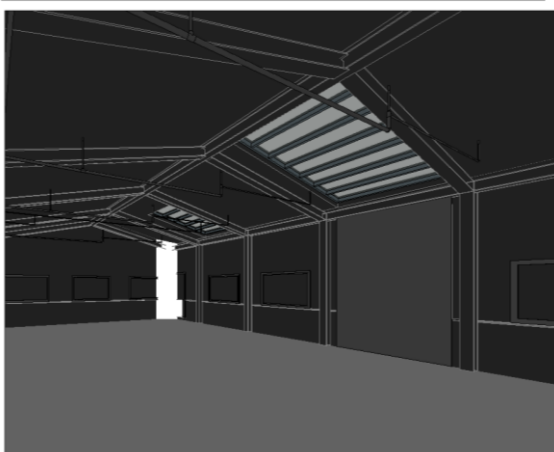
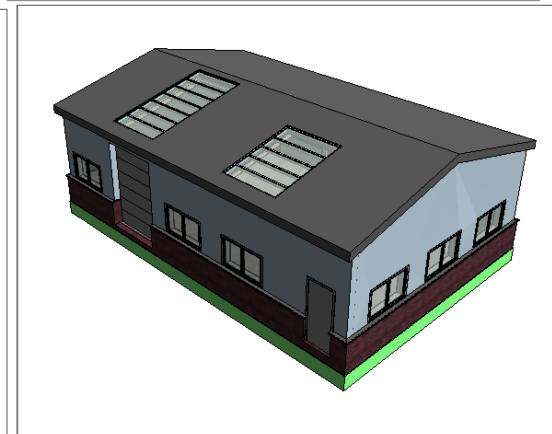
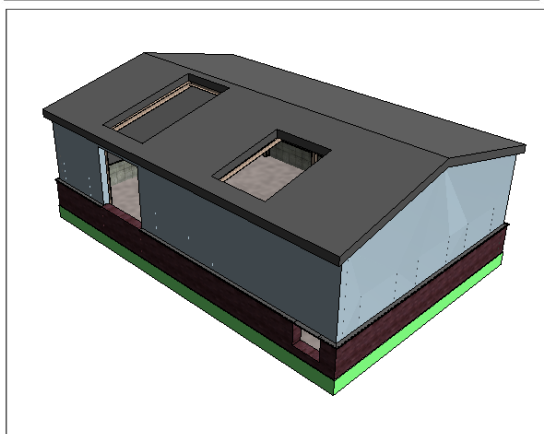
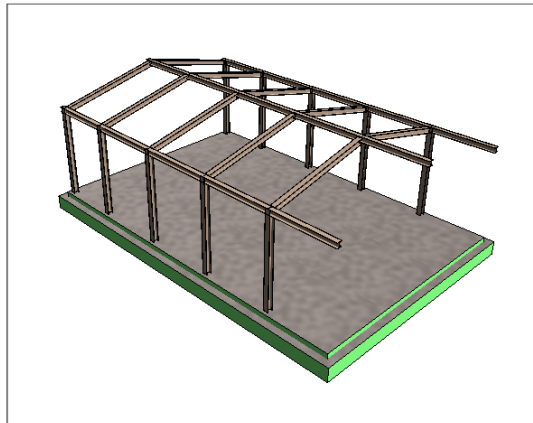
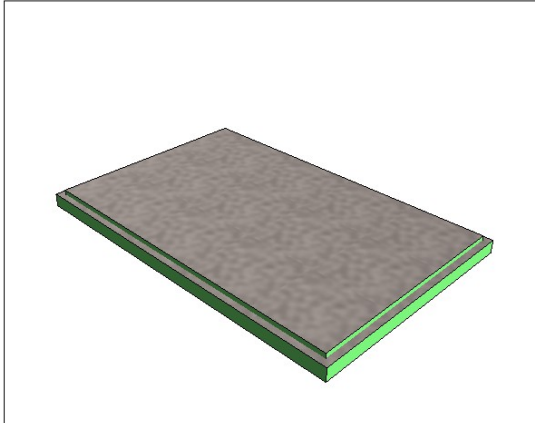




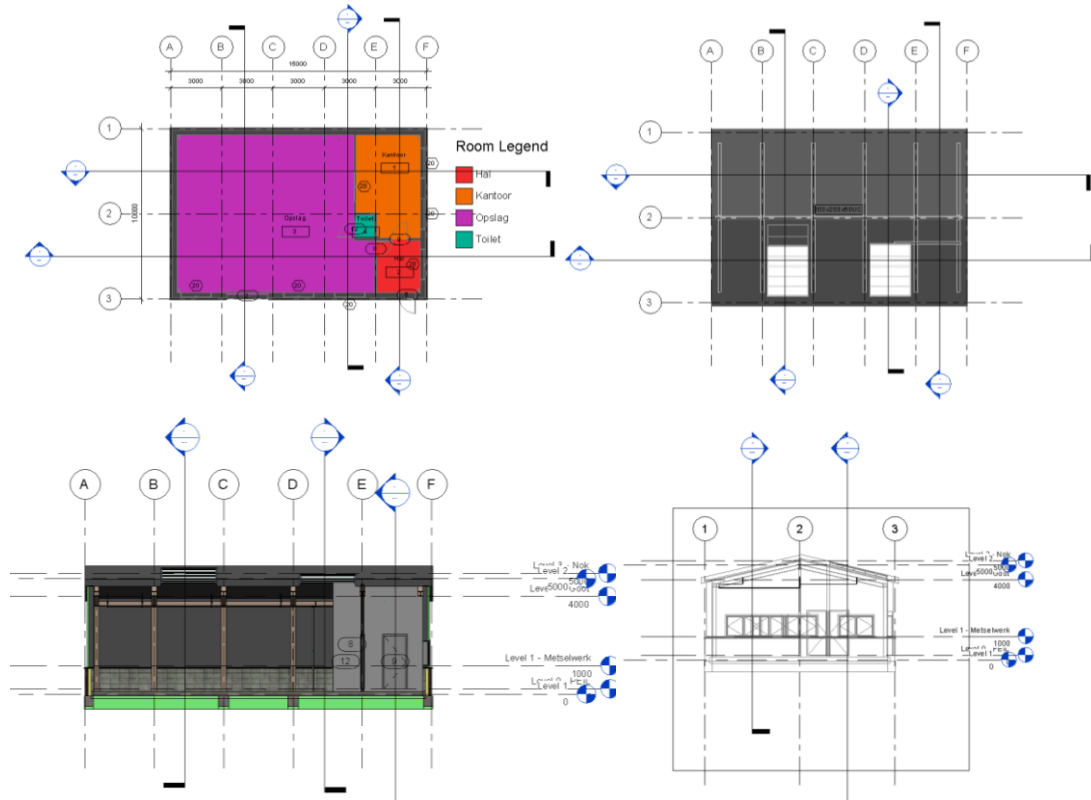
Figuur 4-46 Foutcontrole tekening

Fasering / activiteiten	(Tussen)resultaten/producten:	Start datum	Eind datum
Fase 4: IMPLEMENTATION DOCUMENT	Minimaal: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Omzetting van wat te bouwen → hoe het gebouwd wordt.</li> <li>▪ Voltooiing ontwerp</li> <li>▪ Opstellen vergunningsstukken.</li> </ul>		

Vaststelling bouwvolgorde:



Plattegronden en doorsneden:



Rendering:



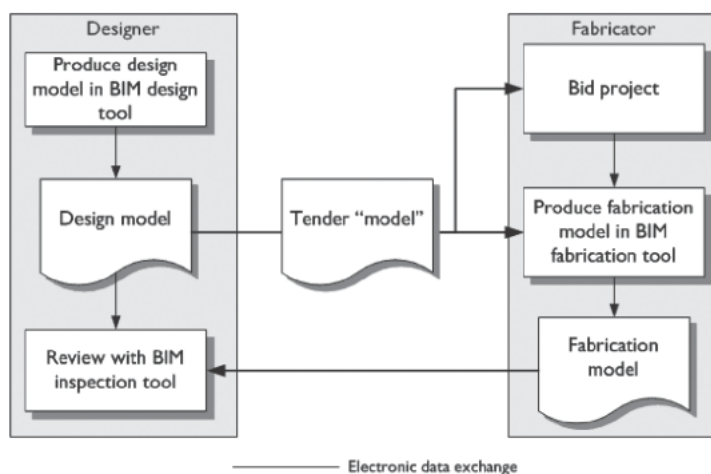


Fasering / activiteiten	(Tussen)resultaten/producten:	Start datum	Eind datum
Fase 5: AGENCY REVIEW	Minimaal: <ul style="list-style-type: none"> <li>Vergunningsverlener betrekken om opmerkingen tijdens aanvraag bouwvergunning te voorkomen.</li> </ul>		

3D Visualisaties, Walkthroughs en dergelijke, inpassing in situatie.

Fasering / activiteiten	(Tussen)resultaten/producten:	Start datum	Eind datum
Fase 6: BUYOUT	Minimaal: <ul style="list-style-type: none"> <li>Definitieve prijsvorming aannemer</li> </ul>		

Aannemer heeft in eerdere fase steeds inzicht gegeven in prijsvorming. De prijsvorming van de aannemer zal geen grote afwijkingen geven.



**Figuur 4-47 Inkoopproces BIM (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008)**

Fasering / activiteiten	(Tussen)resultaten/producten:	Start datum	Eind datum
Fase 7: <i>CONSTRUCTION</i>	Minimaal: <ul style="list-style-type: none"> <li>Uitvoeringsfase volgens ontworpen visualisatie</li> <li>Controle op uitvoering door vergelijk uitvoering en BIM.</li> </ul>		

Fasering / activiteiten	(Tussen)resultaten/producten:	Start datum	Eind datum
Fase 8: <i>CLOSEOUT</i>	Minimaal: <ul style="list-style-type: none"> <li>Overdragen BIM aan opdrachtgever.</li> </ul>		

### 4.3.3 AANBEVEILING UIT CASUS 1

Beantwoording van de stelling: Als de kwaliteit van de resultaten van actoren verbeterd de bouwprojectmanager minder tijd kwijt is aan controle of begeleiding van werkzaamheden.

Door de investering in casus 1 in kennis van software valt op dat het tekenproces soepeler verloopt. De integratie van rollen van architect, bouwprojectmanager en aannemer speelt hierbij een grote rol. In casus 2 zijn simpelweg minder actoren aanwezig.

De bouwprojectmanager is afhankelijk van input van andere actoren, zoals constructeur en installatie deskundige. Controle van het tekenwerk van deze actoren valt nu onder verantwoordelijkheid van bouwprojectmanager in de rol van architect en aannemer.

Een groot voordeel is dat de controle bij goede kwaliteit van tekeningen één keer, maximaal twee keer bij wijzigingen en/of verbetering, plaats vindt.

Een ander voordeel is dat de controle van de tekeningen van andere actoren in één sessie en in één model plaats vindt. De controle op clash detection en maatvoering ten opzichte van actoren onderling kan zo sneller verlopen.

### 4.3.4 AANBEVELINGEN VOOR VOLGENDE CASUS

Aanbevelingen hebben betrekking op proces en op werkzaamheden van alle actoren. De stelling is dat als de kwaliteit van de resultaten van actoren verbeterd de bouwprojectmanager minder tijd kwijt is aan controle of begeleiding van werkzaamheden.

Aanbevelingen voor de volgende casus zijn:

- Optimaliseren van ontwerpproces. Het bouwproces verloopt traag door grote tijdafstanden tussen vergaderingen. Welke maatregelen kan men nemen om het ontwerpproces te optimaliseren.
- Testen IFC bestandsformaat. Het uitwisselen van het IFC-bestand is niet gebeurd. In de cases is gebruik gemaakt van Revit. Hoe verhouden andere programma's zich tot Revit?
- Testen geautomatiseerde analyseprogramma's. Er kunnen verschillende analyse programma's aan BIM worden gekoppeld. Levert het gebruik van analyseprogramma correcte informatie op.
- Testen met partijen die experts zijn met BIM. In de cases is zijn de actoren onervaren met het gebruik van BIM. Hoe gaat het proces met ervaren bimmers?
- Test het uitvoeringsfase. De eerste drie fasen zijn in de cases behandeld. De veronderstelling is dat de projectmanager minder uren in de realisatie nodig heeft. Waarschijnlijk komt dit door de simulatie van BIM. Gebruikt de projectmanager minder uren in de realisatiefase ten opzichte van het traditionele bouwproces?

## 5 BEVINDINGEN

### 5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de bevindingen van de twee casussen beschreven, zijnde:

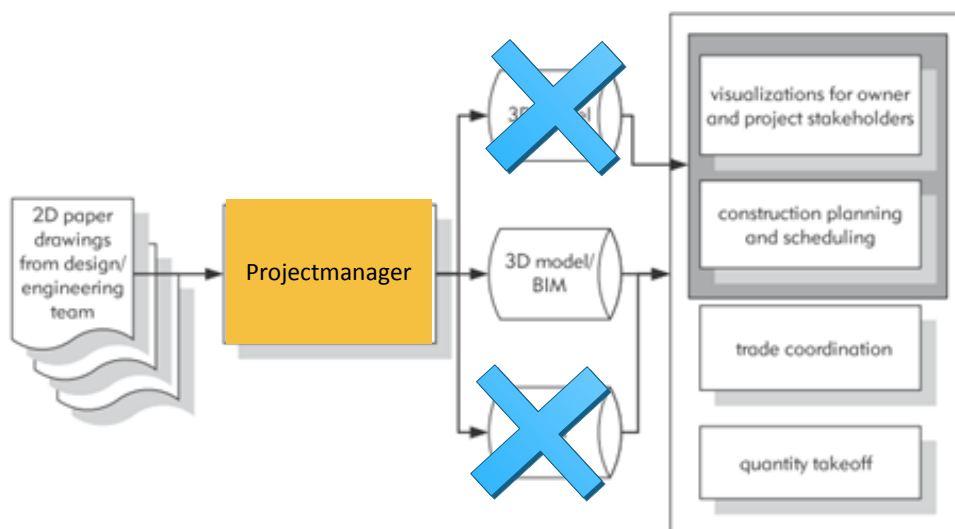
- Casus 1: Uitbreiding woning Amsterdam.
- Casus 2: Nieuwbouw opslag met kantoorfunctie.

In de eerste paragraaf worden verschillende workflows getoond. Daarna wordt er weergegeven of er wijzigingen in de workflows van traditioneel naar BIM zijn opgetreden. Daarna wordt een SWOT-analyse van het gebruik van BIM gebaseerd op de casussen weergegeven. De aspecten worden gebruikt om vast te stellen of het gebruik van BIM toepasbaar is bij kleine projecten. In paragraaf 5.4 worden de tijdmetingen van de casussen weergegeven. De tijdmetingen worden geanalyseerd en onderling vergeleken.

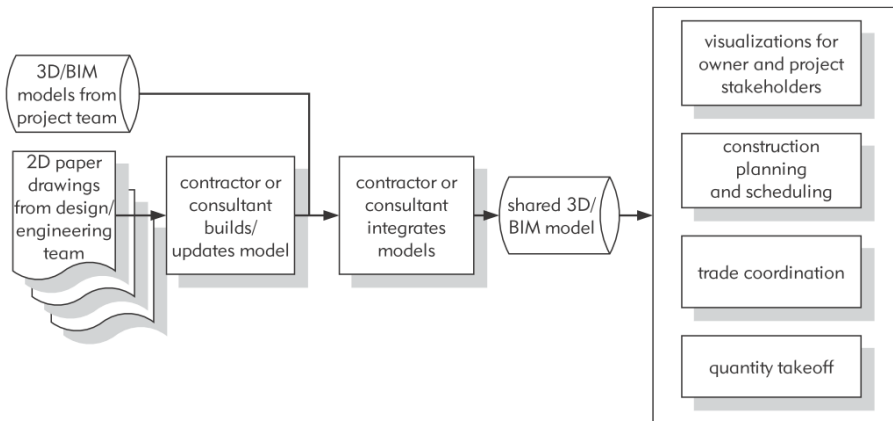
### 5.2 Workflows

#### 5.2.1 PROJECT STARTUP

In casus 1 en 2 werd er gestart met 2D-tekeningen. In casus 1 van de architect en de constructeur en in casus 2 met een handmatige schets van de opdrachtgever. Door de grote van het projecten was het niet nodig om de meerdere modellen aan te maken. Er werd één model gemaakt voor BIM en eventueel 3D-visualisaties. Daarnaast is er een verschil met de actoren met de originele afbeelding van de procesvolgorde, zie figuur 4-33. In figuur 5-1 zet de bouwprojectmanager de 2D-stukken in BIM. Als de bouwprojectmanager beschouwd wordt als consultant model integrator dan klopt figuur 5-2 met de omstandigheden in de cases.



Figuur 5-1 Procesvolgorde 2D naar BIM (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008)



Figuur 5-2 Procesvolgorde 2D/BIM naar BIM (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008)

## 5.2.2 AANBESTEDING

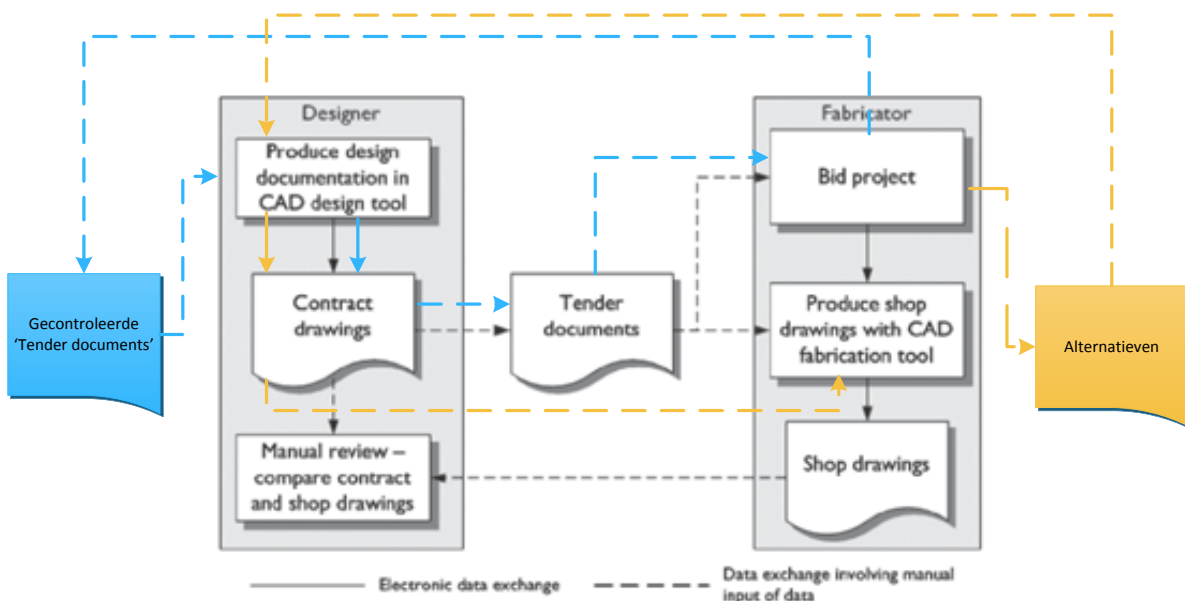
### TRADITIONEEL BOUWPROCES

Het ontwerp- en aanbestedingsproces zijn te vergelijken met het proces in figuur 5-3. De figuur geeft controlerondes van tekeningen weer. Er zijn twee controlerondes nodig om het ontwerp van architect en aannemer, onderaannemer of leverancier te vergelijken. De eerste controle ronde is bij de aanbestedingsdocumenten (lichtblauw) (tender documents), de tweede controle ronde is bij het voorleggen van alternatieven (oranje) (compare contract and shop drawings).

Door twee controles in een bouwtraject toe te passen is de kans op fouten of onmogelijkheden enorm. Dit blijkt uit de lijst met opmerkingen die de projectmanager ontvangt van de aannemers. De aannemers hadden één week om de stukken van de architect en constructeur te bekijken. De kans dat de aannemer daarin fouten over het hoofd heeft gezien, niet op juiste waarde heeft geschat, is daarbij aanwezig.

Door te laat of niet inhuren van ondersteunde kennis (zoals een constructeur, een projectmanager of een aannemer) blijven uitvoeringstechnische vraagstukken open tot en met de uitvoering.

De resultaten uit werkzaamheden worden op tekeningformaat en bestekken onderling gedeeld. Bijvoorbeeld de staalconstructie moet daardoor overgetekend worden in de tekening van de architect. De aannemer op zijn beurt laat zijn staalleverancier de tekening van de constructeur over tekenen. Er vindt dan controle plaats op basis van de verschillen stukken. Niet op de uitvoeringsmogelijkheden op de locatie. Afwijkingen in tekeningen zijn geen uitzondering.

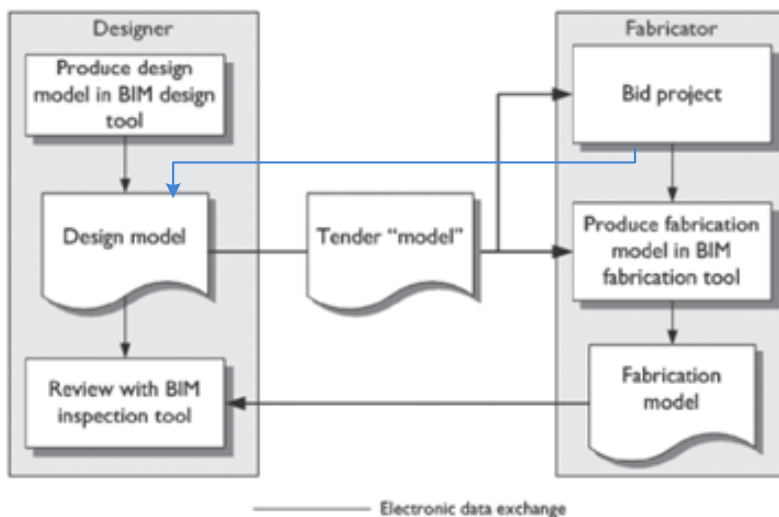


Figuur 5-3 Traditionele controle ontwerp inclusief varianten (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008)

## BIM-BOUWPROCES

Bij het bouwproces met BIM gaat het eenvoudiger. Door het gebruik van één model waarin en waaruit alle informatie gehaald kan worden ontstaat een consistente uitvoer (tekeningen, schema's, 3D's ed.) De koppeling van alle expertise in een vroeg stadium van het ontwerp zorgt voor vergelijkingen van alternatieven, waarna de 'beste' optie gekozen kan worden. De 'beste' optie is een keuze van de opdrachtgever ondersteund door de actoren.

Aannemer heeft in eerdere fase steeds inzicht gegeven in prijsvorming, zie lichtblauwe lijn in figuur 5-4. De prijsvorming van de aannemer zal geen grote afwijkingen geven.

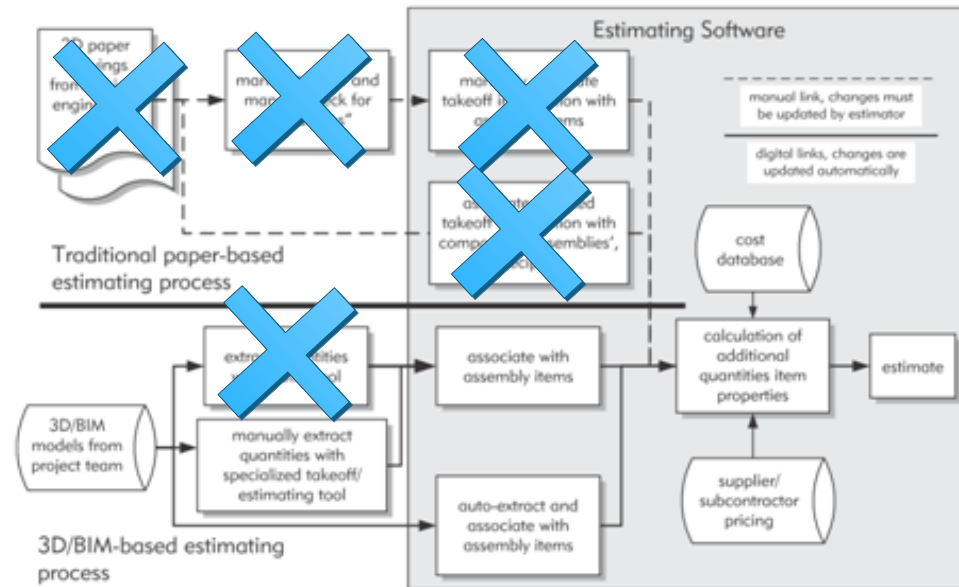


**Figuur 5-4 Inkoopproces BIM (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008)**

Door alle informatie van alle actoren in BIM te verwerken is direct zichtbaar waar botsingen tussen elementen voorkomen. De botsingen kunnen in 3D worden weergegeven, waardoor er een mogelijkheid ontstaat om te beoordelen welke alternatieven er zijn.

### 5.2.3 GELD

Door de koppeling van een kostendatabase aan elementen in BIM is snel aan te geven wat de alternatieven voor een bepaald element zijn. Het is op deze manier mogelijk om gedurende het proces een duidelijk beeld te krijgen van de kosten van uitvoering. De kosten beginnen op een algemeen niveau, waarna er meer aspecten die invloed hebben op de prijs gekoppeld kunnen worden, zie Figuur 5-4. Tot het moment dat het element in productie kan, waarna er in de buy-out een definitieve prijs volgt, zie figuur 5-4. Met de hand een calculatie maken is niet nodig. Er kunnen op simpele wijze uittrekstaten uit het model gehaald worden. Door de koppeling aan wanden, vloeren en dergelijke wijzigen de uittrekstaten automatisch mee. Er ontstaat zo een goed beeld wat de kosten zullen.



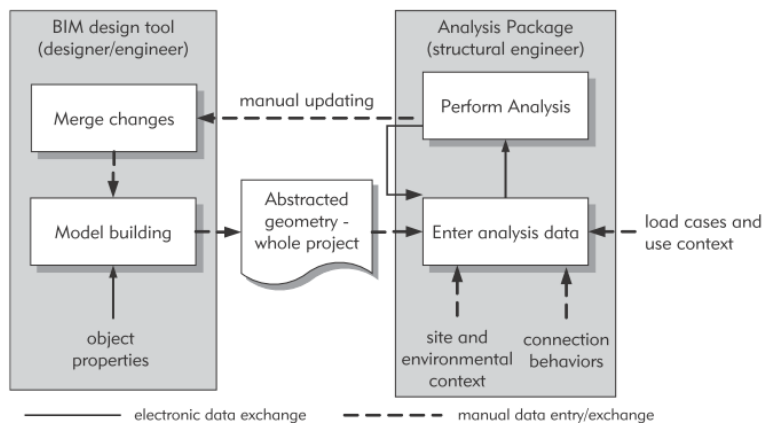
Figuur 5-5 Calculatieproces (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008)

### 5.2.4 ORGANISATIE

De actoren in het bouwproces zijn experts in hun vakgebied. Door de koppeling van kennis en expertise van actoren is het mogelijk om een onderbouwde beslissing te nemen. De actoren werken in de eerste casus vergelijkbaar als in het traditionele bouwproces. De ontwerpvergaderingen zijn leidend in het tempo van het ontwerpproces. Door dezelfde termijn aan te houden (drie weken), is een goede samenwerking mogelijk, maar tempo is er niet. De hoeveelheid werk die de partijen moeten leveren, de koppeling, maar vooral de overlapping van activiteiten en uitwerking kunnen zorgen voor een korte tijdsduur tussen bouwvergaderingen.

In casus 1 is gewerkt met BIM als onderlegger voor volgende actoren. Dit is overeenkomend met BIM-B, de vervolgstap van little BIM. Hierin wordt informatie uitgewisseld buiten BIM, zie figuur 1-6.

In casus 2 is gewerkt met BIM als workset in REVIT. In de workset kan aangegeven worden welke actoren wat kunnen wijzigen. Het is voor de actoren een BIM die iets verder ontwikkeld is dan BIM-B, de vervolgstap van little BIM, uit casus 1. De verwerking van de input gebeurt door de actoren. Er is geen koppeling met geautomatiseerde analyseprogramma's, zie figuur 5-6.



Figuur 5-6 Werkwijze van projectteam (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008)

### 5.3 SWOT-analyse BIM van Casussen

In deze paragraaf wordt een SWOT-analyse weergegeven. De SWOT-analyse is een verzameling aspecten volgend uit de casussen. De aspecten worden gebruikt om vast te stellen of het gebruik van BIM toepasbaar is bij kleine projecten.

### STRENGTH – CONSISTENT MODEL

Door het gebruik van één model waarin en waaruit alle informatie gehaald kan worden ontstaat een consistente uitvoer (tekeningen, schema's, 3D's ed.) De koppeling van alle expertise in een vroeg stadium van het ontwerp zorgt voor vergelijkingen van alternatieven, waarna de 'beste' optie gekozen kan worden. De 'beste' optie is een keuze van de opdrachtgever ondersteund door de actoren. Veel tijd kwijt aan controleren van tekeningen. Door BIM zijn visualisatie, uittrekstaten, plannings, faseringen direct bijgewerkt.

### STRENGTH – CLASH DETECTION

Door alle informatie van alle actoren in BIM te verwerken is direct zichtbaar waar botsingen tussen elementen voorkomen. De botsingen kunnen in 3D weergegeven waardoor er een mogelijkheid ontstaat om te beoordelen welke alternatieven er zijn.

### STRENGTH – 3D MODEL

Het werken met en in een virtueel 3D-bouwwerk geeft het voordeel dat alle teamleden hetzelfde bouwwerk zien en gebruiken. Vraagstukken worden uitsluitend verwerkt in BIM. Door het gebruik van een centraal BIM en de samenwerking tussen de teamleden is een communicatieprotocol om wijzigingen in BIM in kaart te brengen nodig.

### STRENGTH – KOPPELING KOSTEN

Door koppeling van een kostendatabase aan elementen in BIM is snel aan te geven wat alternatieven voor een bepaald element is. Het is op deze manier mogelijk om gedurende het proces een duidelijk beeld te krijgen van de kosten van uitvoering. De kosten beginnen op een algemeen niveau, waarna er meer aspecten die invloed hebben op de prijs gekoppeld kunnen worden. Tot het moment dat het element in productie kan, waarna er in de buy-out een definitieve prijs volgt.

Waarschijnlijk. De automatische begrotingen in casus 1 konden direct uit het model gehaald worden. Bij wijzigingen moesten alternatieven met de hand worden bijgewerkt.

### STRENGTH - KOPPELING TIJD

BIM zorgt voor nauwkeurige hoeveelheden van alle (of de meeste, afhankelijk van de mate van 3D modellering) van de materialen en objecten. De hoeveelheden, de specificaties en eigenschappen kunnen worden gebruikt om materiaal van product leveranciers en onderaannemers (zoals prefab beton) aan te schaffen.

Normaal geeft de aannemer een projectplan weer hoe het denkt het plan uit te voeren. Vaak is het plan opgezet uit ervaringen op andere locaties. Door de koppeling van planning en simulatie aan BIM ontstaat er vertrouwen over de werkwijze, waardoor minder tijd nodig is om buffers te realiseren of onderbouwingen aan aannemer te vragen en deze te controleren.

### STRENGTH - DUBBELE INFORMATIE

Het concentreren van projectinformatie in een BIM is een belangrijke ontwikkeling bij informatiebeheer van een project. Het (zo veel mogelijk) voorkomen van dubbele informatie en concentreren van informatie maakt uitvoeren en bijwerken efficiënter dan de traditionele benaderingen. De informatie in BIM moet gekoppeld aan hulpmiddelen voor verdere verwerking in de organisatie, zoals het koppelen van een kostengegevensbestand aan 3D-componenten om het opstellen van kostenraming mogelijk te maken. De prijsconsequentie van wijzigingen in BIM zijn direct inzichtelijk.

### OPPORTUNITY – BASISMODEL

In casus 1 wordt de traditionele werkwijze met de werkwijze van BIM vergeleken. Bij de start van de casus wordt gebruik gemaakt van de stukken van de architect. De stukken van de architect vormen de basis van het verdere traject. Elke partij maakt haar eigen stukken (tekeningen, berekeningen, ed.). De stukken en adviezen van de actoren worden niet verwerkt in één set tekeningen. Dit vergelijkend met BIM, waarbij de basis van het ontwerp evenzo de tekeningen van de architect zijn, plaatsen alle actoren hun informatie in het model.

Hierdoor ontstaat één consistent model waaruit en waarin alle partijen informatie halen en plaatsen. Om te starten is voor BIM een correcte weergave van de bestaande situatie nodig. Een veel voorkomende zin op tekeningen van ontwerpende partijen is: “Maten in het werk controleren”.

Bij BIM is de zin verboden. De eerste input kan op basis zijn van een eerste inmeting, maar voordat er verder gegaan wordt met het model is het belangrijk om de werkelijke afmetingen en maten weer te geven. Dit kan door 3D-scans van gebouwen of ruimtes te maken.

#### OPPORTUNITY – ND KOPPELING

Diverse meetsoftware is te koppelen aan BIM. Door berekening door software kunnen ontwerpbeslissingen in een eerder stadium worden gedaan.

#### OPPORTUNITY – SIMULATIE VAN BOUWPROCES

Door simulering van het bouwproces is het mogelijk om te zien waar eventueel knelpunten in de uitvoering ontstaat. De simulatie kan een gebrek aan ruimte voor een bouwkraan aantonen, onbereikbare locaties weergeven, complicaties met ander materieel weergeven. Het gevolg kan zijn dat de planning van de uitvoering aangepast kan worden.

#### OPPORTUNITY – SAMENWERKEN

Om het leiden van een project met BIM te vergemakkelijken, moet het duidelijk zijn wat de verschillen zijn tussen traditionele projectprocessen en BIM-projectprocessen. Het projectproces is gebaseerd op samenwerking in een projectteam om van ontwerp tot realisatie (eventueel in combinatie met onderhoud) te komen. De samenwerking baseert zich op onderling vertrouwen van de teamleden. Correcties op eigen en andermans werk zijn gewenst.

#### OPPORTUNITY – VASTGESTELDE STREEFDATA

De tussentijdse en uiterste streefdata kunnen helpen om het programma te handhaven en mijlpalen te verstrekken waarbij de vooruitgang kan worden geëvalueerd en de noodzakelijke aanpassingen kunnen worden gedaan. Elke uiterste termijn is een kans om de herhaalde evaluatie en aanpassingscyclus toe te passen.

#### OPPORTUNITY – COÖRDINATIE

Het koppelen en onderling uitwisselen van projectinformatie binnen BIM maakt het mogelijk om zich op coördinatie te concentreren. Traditioneel heeft het hebben van informatie op diverse plaatsen het moeilijk gemaakt om duplicaten en op fouten te controleren. Het beheersen van informatie is daarbij een project op zich.

Voorbeeld van noodzaak van coördinatie in bouwprojecten is vooral bij onderaannemers (HVAC, loodgieterswerk, elektro, enz.), waar het kritisch is om ontwerp en installatieactiviteiten te coördineren. De coördinatie van activiteiten kan in een efficiënter gebruik van tijd en materialen. De opsporing van conflicten in 3D-modellen is het meest efficiënte hulpmiddel beschikbaar voor virtuele coördinatie.

#### OPPORTUNITY – VAARDIGHEDEN ONTWIKKELEN

Door lezingen en oefeningen kunnen ingenieurs vaardigheden leren die hen helpen om BIM van bouwprojecten te begrijpen. Oefeningen kunnen onderdelen als het visualiseren, het vertegenwoordigen van het team, en het communiceren, ontwerpen in 2D, 3D, 4D, enz. met behulp van programma's als SkedhUp, NavisWorks, ArchiCAD, REVIT.

#### THREAT – SAMENWERKEN

Samenwerken is een fundamenteel concept aan het gehele BIM-proces. Het BIM-proces impliceert vele rollen en disciplines. Het is belangrijk om de verschillende rollen van het team vroeg te betrekken bij het project. BIM is een transparant proces waarbij alle actoren corrigeren en ondersteunen. Dit kan volstrekt anders zijn bij traditionele samenwerking waarbij eerst een contract is afgesloten, zoals met de aannemer of adviseurs, waardoor zij door dat contract begrenst zijn en minder geneigd zijn in het algemeen belang te denken.



## THREAT – VOORBEREIDEN

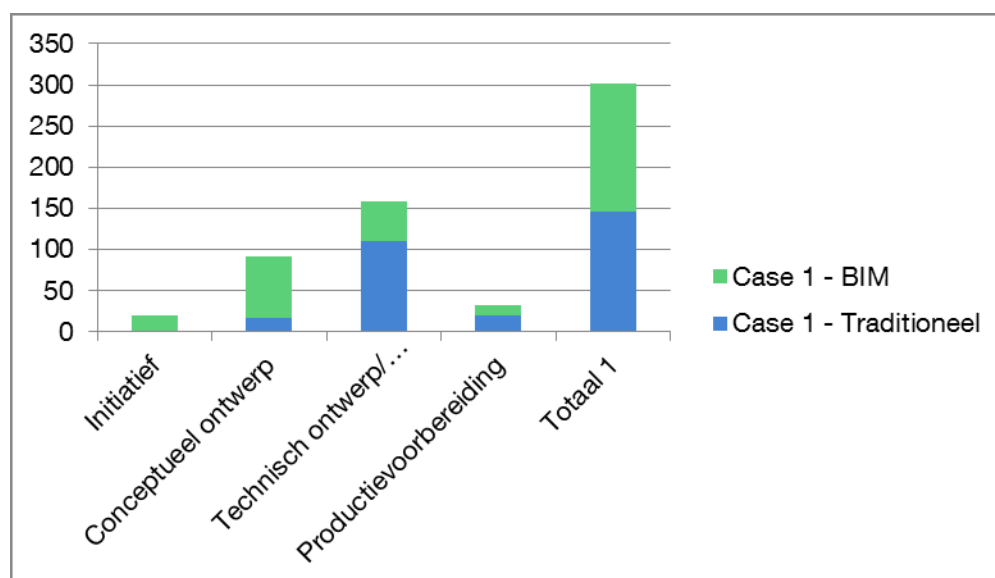
Het belang van juiste voorbereiding mag niet worden overschat. Het is noodzakelijk om het volledige proces te plannen samen met tussentijdse en definitieve doelstellingen van het werk. Een simulatie van een kleiner gedeelte van het project zal bij de totale planning van de volledige projectsimulatie helpen. Dit is een kritieke stap waarbij het noodzakelijk kan zijn om de benadering na deze stap opnieuw te beoordelen en aan te passen. Tijdens het uitvoeren van een kleiner gedeelte kan beoordeeld worden of alle teamleden het zelfde BIM-kennis- en –vaardigheidsniveau hebben.

## THREAT - INFORMATIEBEHEER

In de casus is gebruik gemaakt van enkel REVIT programma's , zoals Architecture, MEP, Structural. De combinatie van de programma's zorgt er voor dat er geen data verlies ontstaat tussen programma's. Alle REVIT-programma's werken met rvt-bestandsformaat. Het inlezen van tekeningen (rvt) levert geen probleem op. Of er dataverlies en inleesverschillen bij analyses in combinatie met andere software ontstaan is verder niet getest. Uitzondering is een poging om een tijdschema te koppelen aan MS Project. Het IFC-bestand van BIM bevat verschillende informatie. Het is daarom van belang een goede vergelijking te maken van software en te testen voordat dit in praktijk wordt uitgevoerd.

## 5.4 Tijdmeting

Uit metingen van de uren in casus 1 tussen traditionele methode en BIM, zie figuur 5-7 en tabel 5-1, blijkt dat de verschillen minimaal zijn. Ten opzichte van de eerste casus is wel een leereffect te zien. Dit heeft te maken met leren omgaan met BIM, maar waarschijnlijk is het grootste leereffect door kennis van software.



Figuur 5-7 Geïnvesteerde uren in Casus 1

Tabel 5-1 Urenvergelijk Traditioneel en BIM in Casus 1

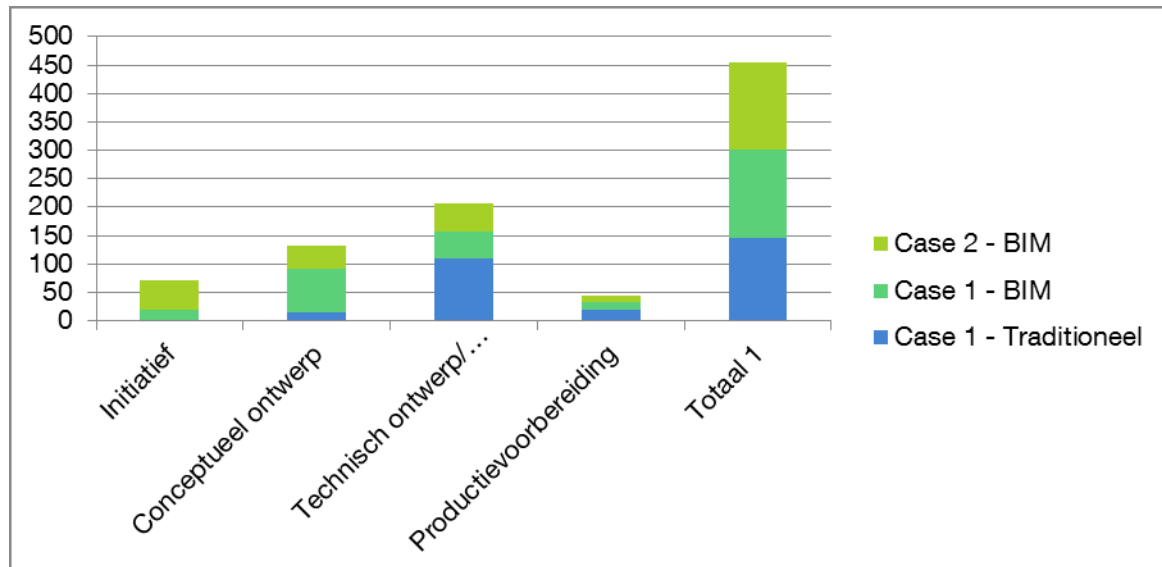
Cyclus	Initiëren	Voorbereiden	Uitvoeren		Totaal 1
Fasen	Programma	Ontwerp	Uitwerking	Realisatie	
IPD	Initiatief	Conceptueel ontwerp	Technisch ontwerp/ Specificatie	Productievoorbereiding	
Werkelijk	0	16	110	20	146
Casus 1	20	76	48	12	156

Er is een verschuiving uren van uitwerkingsfase naar ontwerpfase. De verschuiving heeft deels te maken met het leereffect van de software en het beter definiëren van het ontwerp. Beslissingen in het

verdere verloop van het bouwproces moet in de ontwerpfase vastgelegd worden om later uitgewerkt te worden.

Uit metingen van de uren in casus 2, zie figuur 5-8 en tabel 5-2, blijkt dat er meer uren in de programmafase en ontwerpfase gemaakt zijn. Ten eerste heeft dit met het leereffect van de nieuwe werkzaamheden te maken. Ten tweede heeft de opdrachtgever in casus 2 de bouwprojectmanager de opdracht voor het uitwerken van een schetsontwerp gegeven. Het is daarom vanzelfsprekend dat er meer uren in de programmafase en ontwerp gemaakt zijn.

Verder valt op dat er minder uren gemaakt zijn. De opdracht is in vergelijking tot casus 1 eenvoudig. De randvoorwaarden om een ontwerp te maken zijn helder, zijnde een bouwrijpe goed bereikbare kavel met een geplande nieuwbouw van staalskelet en sandwichpanelen. Het is hier een kwestie van goothoogte, nokhoogte en andere afmetingen in het model goed uit te zetten.



Figuur 5-8 Geïnvesteerde uren in Casus 1

Tabel 5-2 Urenvergelijk Traditioneel en BIM in Casus 1 en 2

Cyclus	Initiëren	Vorbereiden	Uitvoeren		Totaal 1
Fasen	Programma	Ontwerp	Uitwerking	Realisatie	
IPD	Initiatief	Conceptueel ontwerp	Technisch ontwerp/ Specificatie	Productievoorbereiding	
Werkelijk	0	16	110	20	146
Casus 1	20	76	48	12	156
Casus 2	52	40	48	12	152

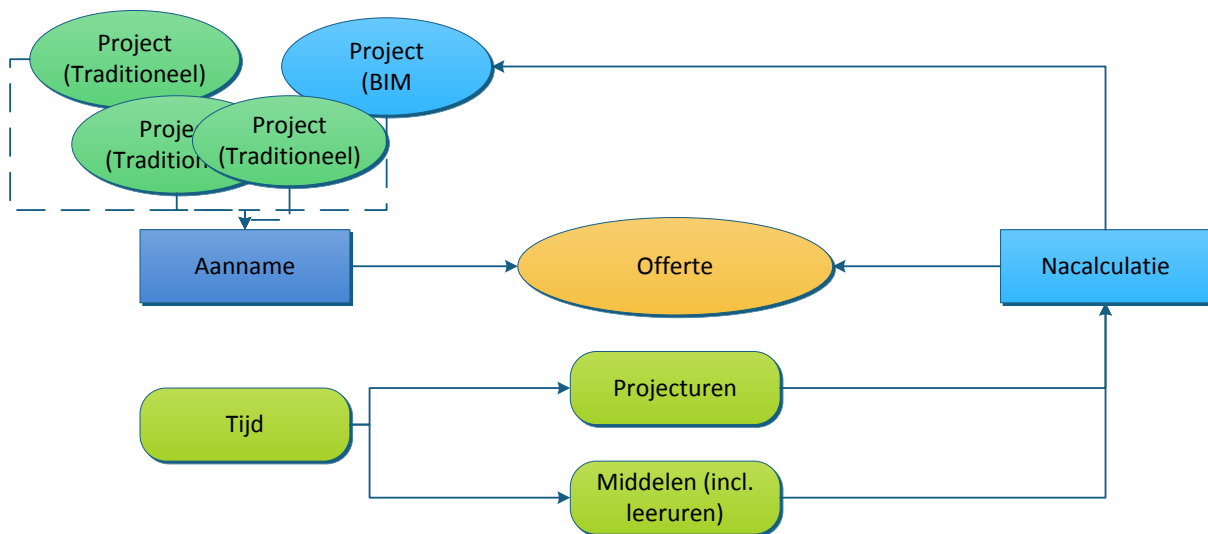
## REFLECTIE TIJDMETING

De opgegeven uren in de offerte van een bouwprojectmanager zijn op ervaringen uit het verleden gebaseerd. De kennis van het gebruik van BIM is bij de casussen niet of nauwelijks aanwezig. Er is niet voldoende informatie om als basis voor een offerte te dienen. In de offerte aan de klant wordt met cijfers uit eerdere en vergelijkbare project gewerkt. Om de ervaring met BIM in nieuwe offertes te vertalen is het nodig om de uren die een zelfstandige bouwprojectmanager vast te leggen. De uren worden bij voorkeur in de fasen van het bouwproces met BIM genoteerd. Aan de ene kant legt de zelfstandige bouwprojectmanager de gewerkte uren vast, en aan de andere kant probeert hij de leeruren in te schatten en vast te leggen.

De gewerkte uren van het project en de leeruren, of een percentage daarvan, worden verdeeld per fase en bij elkaar opgeteld. De totaalsom vormt de nacalculatie.

De uren uit de offerte worden met de uren uit de nacalculatie vergeleken. Bij het herhalen van deze stappen kan worden vastgesteld of er sprake is van een wijziging van het aantal gewerkte uren en of

er een verschuiving van de gewerkte uren naar andere fasen plaatsvindt. De opgedane ervaring kan de zelfstandige bouwprojectmanager gebruiken om een concurrerende offerte uit te brengen. Het bovenstaande is weergegeven in figuur 5-9.



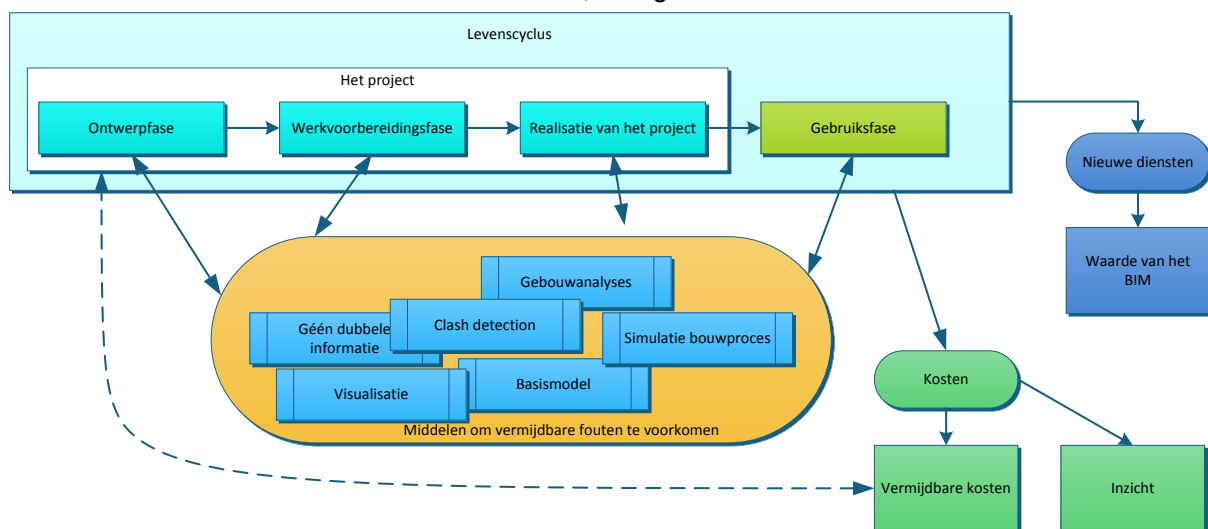
Figuur 5-9 Nacalculatie

## 5.5 Faalkosten

Bij faalkosten gaat het om structurele fouten die verantwoordelijk zijn voor verlies van geld, kwaliteit en tijd. Door de structurele fouten gaat het om vermijdbare kosten. Kortom fouten die niet nodig waren. Het gaat hier niet om menselijke fouten, zoals het omverrijden van een wand, het beschadigen van balkonplaten bij het hijsen, ed.

Structurele fouten zetten een bouwprojectmanager voor het blok. Er is veel gevallen moeilijk een schuldige aan te wijzen. Vaak gaat het hier om fouten die een andere actor had moeten zien of moeten beoordelen of moeten opmerken. Bij de ontdekking van een structurele fout begint het gezwartepiet tussen actoren. De bouwprojectmanager moet de situatie oplossen. Als de projectmanager voor een vast bedrag aan het werk is, zit hij niet op vermijdbare fouten te wachten.

De bouwprojectmanager heeft met het gebruik van BIM verschillende middelen om vermijdbare fouten te minimaliseren of wellicht te voorkomen, zie figuur 5-10.



Figuur 5-10 Middelen om vermijdbare fouten te voorkomen

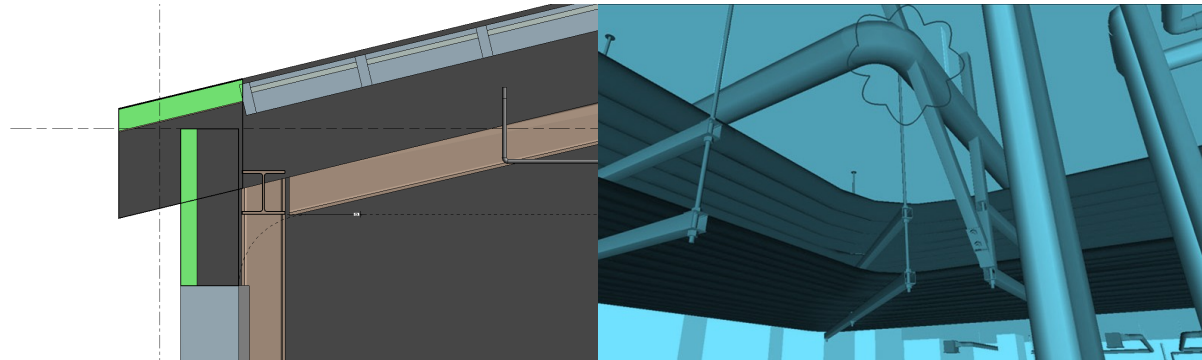
Er zijn verschillende middelen om vermijdbare fouten te voorkomen. Er volgt een kort overzicht, zijnde:

- Clash detection.

- Simulatie bouwproces.
- Nauwkeurige visualisaties van het ontwerp.

### CLASH DETECTION

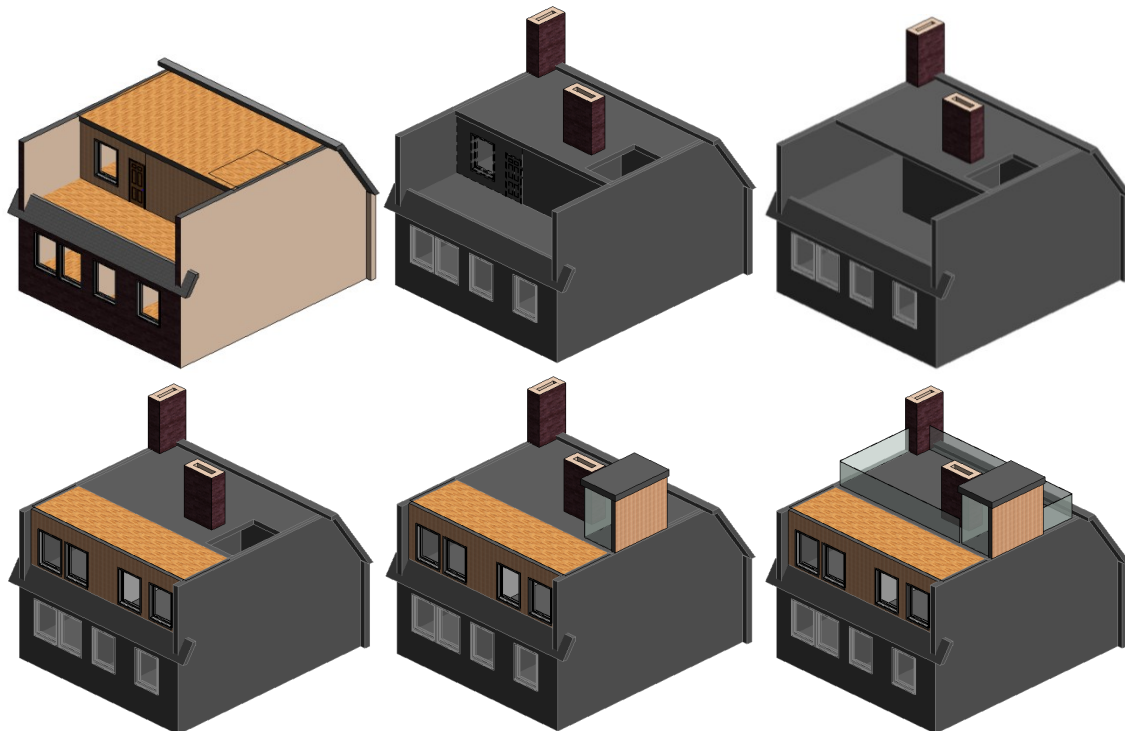
Omdat BIM de bron voor alle 2D-en 3D-tekeningen is, worden ontwerpfouten veroorzaakt door inconsistente 2D tekeningen worden geëlimineerd. Door samenvoeging van invoer van verschillende actoren in één BIM kan gecontroleerd worden op botsingen van elementen en visueel voor andere soorten van fouten, zie figuur 5-11. De coördinatie tussen de deelnemende actoren is verbeterd en fouten van het weglaten wordt aanzienlijk verminderd. Dit versnelt het bouwproces, vermindert kosten, minimaliseert de kans op juridische geschillen, en voorziet in een soepeler procedure voor het gehele project team.



**Figuur 5-11 Clash detection**

### SIMULATIE BOUWPROCES

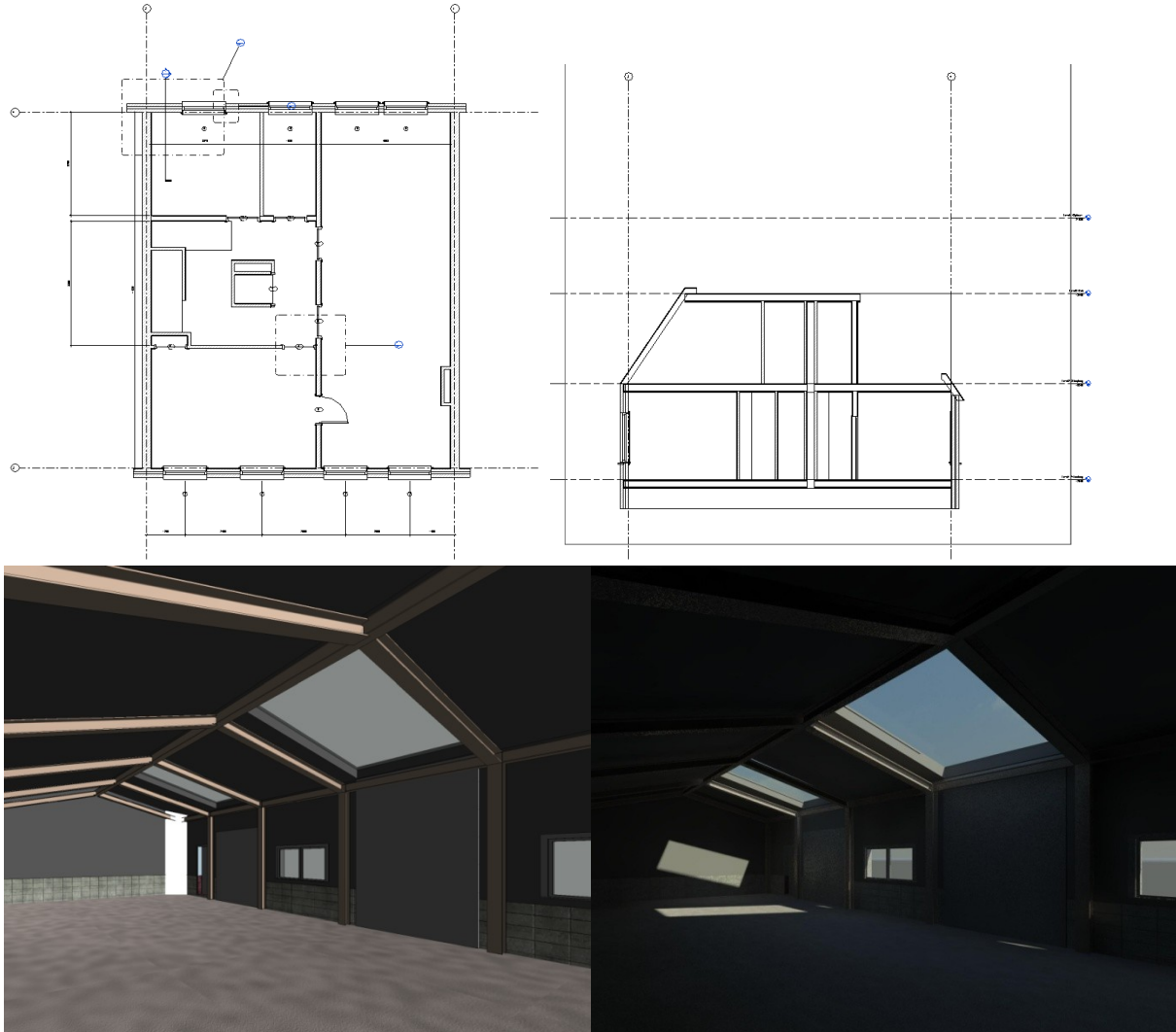
Bouwplanning met behulp van 4D CAD vereist het koppelen van een bouwplan aan de 3D-objecten in een ontwerp, zodat het mogelijk is om het bouwproces te simuleren. Het gebouw en het terrein kan op moment bekeken worden. De grafische simulatie geeft veel inzicht in hoe het gebouw gebouwd zal worden, zie figuur 5-12. Daarnaast kunnen potentiële problemen en kansen voor mogelijke verbeteringen in kaart gebracht worden (bouwplaats, bemanning, uitrusting, veiligheidsproblemen, etc.). Tijdelijke objecten (zoals steigers, kranen en andere groot materieel) kunnen gekoppeld worden aan activiteiten in plannings en simulaties.



**Figuur 5-12 Bouwvolgorde**

## NAUWKEURIGE VISUALISATIES VAN HET ONTWERP

Tekeningen, overzichten, 3D kunnen vanuit BIM gegenereerd worden. De informatie in BIM wordt gebruikt om ontwerp in elk stadium te kunnen visualiseren. De uitvoer uit het model is consequent in tegenstelling tot 2D visualisatie, zie figuur 5-13.



**Figuur 5-13 Nauwkeurige visualisaties**

## KOSTEN

Door de bovenstaande middelen te koppelen aan kostencomponent ontstaat er inzicht in het project, het eindresultaat en in de levenscyclus van een bouwwerk. Opdrachtgevers zoeken adviseurs om te bepalen of een gebouw van bepaalde grootte, kwaliteit en gewenste programma van eisen kan worden gerealiseerd binnen bepaalde tijd en budget. Als vroegtijdig en met relatieve zekerheid van tijd en kosten het gewenste bouwwerk mogelijk blijkt te zijn, kan een opdrachtgever doorgaan met de ontwikkeling van het ontwerp. Koppeling van kostprijs en verwerkingsduur aan het ontwerp kan daarin ondersteunend zijn. Daarnaast is het mogelijk om verschillende scenario's door te rekenen om het beste resultaat te verkrijgen.

BIM zorgt voor een nauwkeurige hoeveelheden van alle (of de meeste, afhankelijk van de mate van 3D modellering) van de materialen en objecten. De hoeveelheden, de specificaties en eigenschappen kunnen worden gebruikt om materiaal van product leveranciers en onderaannemers (zoals prefab beton) aan te schaffen.

### NIEUWE DIENSTEN

Tijdens het project is er veel tijd en energie in BIM gestoken. Na de oplevering van het bouwwerk is alle informatie van het bouwwerk in de digitale weergave BIM aanwezig. Er is tijdens het ontwerp en de realisatie veel gedaan om zo min mogelijk vermijdbare kosten te hebben.

Precies op de scheidslijn tussen investeringen tijdens ontwerp en realisatie en de kosten tijdens de gebruiksfase liggen mogelijkheden voor nieuwe diensten.

Door de input in BIM is er veel waardevolle informatie verzameld. Het zou een ideale bron zijn voor verdere gebouwanalyses voor onderhoud, verbouw en sloop. De beheerder van BIM is de contactpersoon voor toekomstige diensten.

## 6 CONCLUSIE

In dit hoofdstuk worden de hoofdvragen van het onderzoek beantwoordt. Ik start in paragraaf 6.1 met de toepasbaarheid van BIM in kleine projecten. Daarna laat ik in paragraaf 6.2 zien of er sprake is van een daling van de arbeidsuren. Om vervolgens in paragraaf 6.3 een overzicht van de kosten van het gebruik van BIM weer te geven en te eindigen in paragraaf 6.4 of deze investering in het gebruik van BIM nodig is.

### 6.1 Is BIM toepasbaar bij kleine projecten?

Uit casus 1 en 2 volgt dat BIM toepasbaar bij kleine projecten is. Uit de SWOT-analyse (paragraaf 5.3) blijkt dat de Strengths van BIM ten opzichte van het traditionele proces een reële kans op verbetering van proces en project geven. Onderdelen zoals een consistent model, clash detection, 3d-model, koppeling van kosten en tijd, een afname van dubbele informatie zijn (bijna) niet mogelijk met de traditionele werkwijze met 2D-tekeningen, bestekken, omschrijvingen ed. Daarnaast bieden de Opportunity's voldoende kansen om meer verbeteringen in het project te verkrijgen.

De voorwaarden voor BIM zijn weergegeven in de Weaknesses en Threats, zijnde:

- slecht basismodel: Als er geen afspraken worden gemaakt hoe het model wordt opgezet, wie het model beheerd, en gewijzigd, en wat het einddoel van het model is. Dan is er een kans dat het er onjuist BIM ontstaat. De actoren hebben geen of weinig aan het model, laat staan de eindgebruiker.
- ondermaatse samenwerking: De samenwerking bij BIM is transparanter en opener dan het traditionele bouwproces. Dit komt mede door de samenwerking in één BIM. Men is samen verantwoordelijk voor de informatie die in BIM gebruikt wordt.
- slechte voorbereiding: Het is een misvatting te denken dat door BIM géén voorbereiding meer nodig is. Het project blijft een project. Er moet richting aan worden gegeven en begrensd worden GOTIK. Er moet bedacht worden wat er gedaan moet worden, wie dat uitvoert, hoe en wanneer dat gebeurt. Daarnaast moet afgesproken hoe deze informatie verwerkt wordt in BIM.
- niet geteste informatiebeheer: In de casus is REVIT gebruikt. Complicaties of moeilijkheden bij exporteren en importeren zijn niet ontstaan. Bij het gebruik van verschillende software is het mogelijk dat informatie niet goed overkomt. Het is van belang dit te testen voordat het project start.

### 6.2 Is er een daling van arbeidsuren voor een bouwprojectmanager met gebruik van BIM?

Uit de uren metingen van de werkelijke situatie en de testen van casus 1 en casus2 blijkt dat de verschillen minimaal zijn. Er is niet vast komen te staan dat de zelfstandige bouwprojectmanager met gebruik van BIM bij projecten met kleine omvang in de initiatief-, ontwerp- en uitwerkingsfaseminder tijd kwijt is om de taken van een bouwprojectmanager uit te kunnen voeren, zie tabel 6-1.

Ten opzichte van de eerste casus is wel een leereffect te zien. Dit heeft te maken met leren omgaan met BIM, maar waarschijnlijk is het grootste leereffect door kennis van software.

**Tabel 6-1 Urenvergelijk Werkelijk en Casussen**

Cyclus	Initiëren	Voorbereiden	Uitvoeren		Totaal 1
Fasen	Programma	Ontwerp	Uitwerking	Realisatie	
IPD	Initiatief	Conceptueel ontwerp	Technisch ontwerp/ Specificatie	Productievoorbereiding	
Werkelijk	0	16	110	20	146
Casus 1	20	76	48	12	156
Casus 2	52	40	48	12	152

Bij het bekijken van de MacLearny Curve, zie figuur 3-16, valt op dat de inspanning die gemaakt moet worden na het opstellen van de 'construction documentation' behoorlijk afneemt. De

verschuiving van werkzaamheden verschuift naar voren. Als deze verschuiving ook geldt bij de uitgevoerde casussen, zou dit betekenen dat de meeste uren al gemaakt zijn. Het zou betekenen dat er relatief weinig uren voor controle van stukken bijkomen. Hier van uitgaande betekend dat er waarschijnlijk bij het uitvoeren van BIM projecten tijdwinst te behalen valt t.o.v. het traditionele bouwproces. Deze bewering is niet in dit afstudeeronderzoek getoetst.

### 6.3 Wat zijn de kosten van BIM implementatie?

Naast behalen van efficiëntievoordeel is er een investering van BIM soft- en hardware, personeelsopleidingen, implementatiekosten (interne/externe kosten), aanschaf hulpprogramma's en inefficiënte uren van personeel (leercurve), benodigd. Inmiddels heeft ervaring en onderzoek uitgewezen dat<sup>8</sup>:

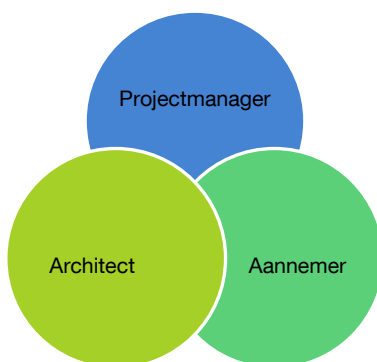
- de all-in kosten per BIM fte ca. € 20.000,- zijn (bandbreedte ca. 17k - 25k)
- de BIM leercurve bestaat uit ca. 25% extra uren vanaf start met bimmen.
- na ca. 4 tot 6 maanden een 'breakeven' punt is bereikt (BIM versus traditioneel werken).
- na deze periode ca. 30-35% efficiency (minder uren) oplevert.
- de terugverdientijd van een BIM investering ca. 2-3 jaar is. (afhankelijk investering en niveau bim fte's). Op dit moment ontwikkelt BIM-i trouwens een Return On Investment (ROI)-model voor de investering van bimmen binnen een bedrijf.

Daarnaast biedt een partij<sup>9</sup> een lease-pakket met BIM aan voor v.a. € 360 per maand.

Voor goede hardware (€3.000), een softwarepakket<sup>10</sup> (€ 11.000 eenmalig + € 1.650 per jaar voor updates en hulp) en wat cursussen (€ 3.000) komt het totaalpakket op € 18.650 excl. BTW. Voor een zelfstandige is dat een behoorlijk bedrag. Na drie jaar is de software waarschijnlijk (hopelijk) zwaar verouderd en komt er een kleine (€ 7.000) bij voor een update. Om dat bedrag te bekostigen zijn ongeveer 100-120 facturable uren per jaar nodig. Meer uren betekent investering sneller terug verdiend.

### 6.4 Is de investering in gebruik van BIM nodig?

Van de 1200 uur die een zelfstandig bouwprojectmanager van de Belastingdienst moet investeren<sup>11</sup> betekent dat de investering ongeveer 8%-10% van de omzet is. De integratie van functies voor een zelfstandig bouwprojectmanager is daarbij groot. De integratie van functies van architect, aannemer en projectmanager speelt daarin een rol, zie figuur 6-1. De rol van bouwkundig adviseur beslaat daarbij alle facetten van het spectrum.



**Figuur 6-1 Integratie van rollen**

Daarnaast wekt BIM de aandacht van meer en meer alle actoren in het bouwproces. Hierdoor wordt het in de toekomst waarschijnlijk een must-have. In tabel 6-2 is een SWOT-analyse gemaakt ten behoeve van zelfstandige projectmanagers. De punten die worden genoemd volgen uit mijn afstudeeronderzoek.



**Tabel 6-2 SWOT analyse investeren in BIM voor zelfstandige projectmanagers**

<b>Strength</b>	<b>Opportunity</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nadruk op proces</li> <li>▪ Nadruk op degelijk eindproduct</li> <li>▪ Ambitie</li> <li>▪ Focus op efficiency en ondernemerschap</li> <li>▪ Specialisatie</li> <li>▪ Directe aansturing</li> <li>▪ Integratie van rollen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Profileren met BIM</li> <li>▪ Selecteren partners op BIM-kwaliteit</li> <li>▪ Vaste klantengroep</li> <li>▪ Kleinschalige ketenintegratie</li> <li>▪ Completer aanbod aan opdrachtgever</li> <li>▪ Voorbereid op samenwerken door middel van BIM</li> <li>▪ Mogelijkheid betrokken te blijven tijdens exploitatie</li> <li>▪ Grotere invloed op ontwerp- en bouwproces</li> <li>▪ Oppakken rol van BIM-manager</li> <li>▪ Integratie rollen architect-projectmanager-aannemer</li> </ul>
<b>Weakness</b>	<b>Threat</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ervaring met complexe projecten</li> <li>▪ Grotere opdrachtgevers</li> <li>▪ Weinig standaardisatie</li> <li>▪ Klein netwerk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Weinig financiële ruimte</li> </ul>

## 6.5 Generaliseren na beantwoording hoofdvragen

Na dit onderzoek kan worden gezegd dat het gebruik van BIM bij kleine projecten in de initiatief-, ontwerp- en werkvoorbereidingsfase geen reductie van arbeidsuren van een zelfstandige bouwprojectmanager oplevert.

Ondanks dat het gebruik van BIM geen tijdswinst opleverde heb ik een positief gevoel aan BIM overgehouden. In dit onderzoek is het aantal uren van het gebruik van BIM ten opzichte van het traditionele bouwproces niet dusdanig hoger.

De winst van het gebruik van BIM zit voornamelijk in de volgende punten:

- Consistent model: Door het gebruik van één model waarin en waaruit alle informatie gehaald kan worden ontstaat een consistente uitvoer (tekeningen, schema's, 3D's ed.)
- Clash detection: Alle informatie van alle actoren in zijn in BIM verwerkt. Daardoor zijn botsingen tussen elementen voor realisatie in 3D zichtbaar en te voorkomen.
- 3D-Model: Alle actoren zien hetzelfde model. Bij clashes of onopgeloste problemen kunnen alle actoren zien waar en wat het probleem is.
- Compleetheid: Koppeling van kosten en planning behoren tot de mogelijkheden van BIM. Zo zijn met alternatieven met een koppeling van een kostendatabase in BIM snel te onderzoeken. Daarnaast zorgt BIM voor nauwkeurige hoeveelheden van alle (of de meeste, afhankelijk van de mate van 3D modellering) van de materialen en objecten. De hoeveelheden, de specificaties en eigenschappen kunnen worden gebruikt om materiaal van product leveranciers en onderaannemers (zoals prefab beton) aan te schaffen.
- Geen dubbele informatie: Het (zo veel mogelijk) voorkomen van dubbele informatie en concentreren van informatie maakt uitgeven en bijwerken efficiënter dan de traditionele benaderingen.

## 7 AANBEVELINGEN

In dit hoofdstuk worden enkele aanbevelingen voor vervolgonderzoek gedaan. Uit het onderzoek komen een aantal aanbevelingen naar voren die betrekking hebben op de casussen, de keuze van fasen, juridische onderbouwing en de gebruikte software. Afgesloten wordt met verschillende verwachtingen voor de toekomst.

### TEST HET OP MEER CASUSSEN

Er zijn in het onderzoek twee casussen behandeld. De eerste casus vergelijkt de mogelijke voordelen van BIM in een project. Door gebrek aan kennis en vaardigheid worden bevindingen niet in tijd, maar in waarschijnlijkheid van mogelijk voordeel uit gedrukt. In de tweede casus wordt de ervaring uit de eerste casus gebruikt om te zoeken naar verbetering van proces. De tweede vergelijking geeft diverse uitkomsten aan.

- Zijn de uitkomsten representatief voor alle bouwwerken met kleine omvang zijn?
- Zijn bouwwerken te categoriseren in mate van bijdrage van BIM?

### TEST DE UITVOERING

In de casussen is gekeken naar de verschillen tussen het traditionele bouwproces en het BIM-bouwproces in de initiatief-, ontwerp- en voorbereidingsfase. De realisatie van het bouwwerk en beheer- en gebruiksfase zijn buiten beschouwing gelaten.

- Verken de voordelen van BIM m.b.t. tijd efficiëntie van bouwprojectmanager door in de uitvoering?
- Bij het bekijken van de MacLearny Curve valt op dat de inspanning die gemaakt moet worden na het opstellen van de 'construction documentation' behoorlijk afneemt. De verschuiving van werkzaamheden verschuift naar voren. Klopt deze veronderstelling van MacLearny bij kleine projecten?

### JURIDISCHE COMPLICATIES

In dit onderzoek wordt gewerkt volgens standaard contract- en samenwerkingsvoorwaarden, zoals UAV1989 en DNR2011.

- Bieden de huidige voorwaarden voldoende houvast aan alle actoren?
- Is de UAV2012 meer toegespitst op BIM? Is de UAV-GC meer toegespitst?
- Welke toevoegingen moeten in de contracten met actoren worden opgenomen om beter aan te sluiten op BIM?
- Zijn er nieuwe contract- en samenwerkingsvoorwaarden nodig (UAV-BIM)?
- Wie is eigenaar van het BIM-model? In het verleden, en nu nog, wordt na oplevering een set gereviseerde tekening op papier en/of digitaal overhandigd. Hoe gaat dit met een BIM-model?

### SOFTWARE

In het onderzoek is gebruikt gemaakt van Autodesk® Revit® Architecture 2012 zonder aanvullende programma's, plug-ins, add-ins, bibliotheken, ed.

- Bieden volledige software pakketten (zoals van Ittanex, Twee Snoeken, ed.) meer voordelen?
- Zijn er programma's beschikbaar als tool specifiek voor bouwprojectmanagers? Om direct planningen, begroting, ed. op te stellen. Hoe betrouwbaar zijn deze tools? Welke input moet minimaal in een model aanwezig zijn om deze tools optimaal te laten werken?
- Zijn er geen tools? Ontwerp tools voor bouwprojectmanager, zoals modules voor planningen, begrotingen, clash detection, geautomatiseerde lijsten om beslissing bij te houden, goed- en afkeuringen, voortgang van ontwerp, inkoop, uitvoering, ed.
- Ontstaan er conflicten bij het gebruik van IFC? Ontwikkel een lijst met verschillen tussen programma's in het IFC-formaat en test de software.

### VERWACHTINGEN

De verwachting is dat het gebruik van BIM de komende jaren toeneemt.

- Welke actor moet het initiatief nemen in het gebruik van BIM? Op dit moment wordt van de opdrachtgever verwacht dat het initiatief genomen wordt (Leeuwis, 2012). Heeft de opdrachtgever voldoende kennis om BIM voor te schrijven of moeten actoren onderling het beste samenwerkingsmodel kiezen?
- Welke werkzaamheden verschuiven tussen actoren onderling? Bijvoorbeeld is de architect de meest geschikte actor voor technische uitwerking, of verplaatsen deze verrichtingen naar adviseurs of zelfs leveranciers. Verandert het verdienmodel van actoren? Klopt het honorarium bij de actoren? Bijvoorbeeld wie besteedt de meeste tijd aan tekenwerk, of aan het beheren van het model.
- Welke nieuwe taken en functies komen voort uit het gebruik van BIM? Architecten noemen de functie BIM-manager (Leeuwis, 2012). Wat is een BIM-manager? Een modelbeheerder of manager van het modelleren?
- Welke vragen moet een opdrachtgever stellen om een optimaal BIM te krijgen? Op dit moment wordt BIM vooral gezien als tool tijdens de ontwerp- en uitvoeringsfase. Maar wat is er nodig als de opdrachtgever BIM wil gebruiken als GebouwInformatieModel na de oplevering voor onderhoud, wijzigingen, sloop, gebouwoptimalisatie, facilitaire dienst, ed. Wordt het BIM of GIM?
- Wie gaat in de toekomst de BIM-en beheren? De opdrachtgever, architect, projectmanager of nieuwe partij?
- Wat is er nodig om BIM te laten slagen bij bestaande gebouwen? In de literatuur wordt BIM vooral gebruikt bij grote nieuwbouw projecten. Wat is de kans van BIM bij renovatie, en specifiek bij kleine projecten? Welke gegevens zijn noodzakelijk om BIM bij kleinschalige renovatie toe te passen? Welke bijdrage en kansen kan BIM bij (kleinschalige) renovatie hebben?

## 8 REFLECTIE

In dit hoofdstuk wordt in de eerste paragraaf een reflectie van de casussen gegeven en in de tweede paragraaf wordt een reflectie van de doelstelling gegeven.

### 8.1 Reflectie van casussen

In de literatuur heb ik geen beschrijvingen van casussen van kleine omvang kunnen ontdekken. De keuze van de casussen is gedaan op basis van aanwezigheid van (potentiele) opdrachten in mijn portefeuille. De keuze voor de casussen is daardoor beperkt gebleven. Het nadeel daarbij is dat de projectomschrijving enorm verschilt. Het grote voordeel van “echte” projecten is dat ik de projecten real-time kon volgen.

Er zijn in het onderzoek twee casussen behandeld. De eerste casus vergelijkt de mogelijke voordelen van BIM in een project. Door gebrek aan kennis en vaardigheid worden bevindingen niet in tijd, maar in waarschijnlijkheid van mogelijk voordeel uit gedrukt. In de tweede casus wordt de ervaring uit de eerste casus gebruikt om te zoeken naar verbetering van proces. De tweede vergelijking geeft diverse uitkomsten aan. Voor de opbouw is gekozen voor het projectplan bekend van Project Matig Werken.

Terugkijkend naar de keuze en uitwerking van de casussen kan ik vaststellen dat ondanks de grote verschillen het gebruik van BIM een toevoeging kan zijn. Voor de uitkomst van de tijdmeting spelen meer factoren een rol, zoals onervarenheid in software en met BIM, verschillende teamsamenstelling en verschillende opdrachtenmoeilijkheid.

Het projectplan van Project Matig Werken komt uit het begin van deze eeuw, en is wellicht verouderd. De keuze voor dit projectplan komt voort uit het gebruik ervan bij diverse projecten. Er is niet stilgestaan bij een keuze voor een ander projectplan.

Aanbevelingen:

- Kies casussen die vergelijkbaar zijn met de zelfde rollen, en bij voorkeur met dezelfde teamsamenstelling. Bij het testen van casussen na elkaar kan een groeicurve vastgesteld worden. Na het vaststellen van de groeicurve kan afgeleid worden of het gebruik van BIM tijdswinst oplevert.
- Kies verschillende teams die gelijktijdig aan verschillende gelijksoortige cases werken. Het doel is om de cijfers van de teams te vergelijken om zo de invloed van het gebruik van BIM vast te stellen.
- De meting is gedaan op basis van twee casussen. Dit betekent dat de conclusies lang niet voor alle bouwproject van kleine omvang geldig hoeven te zijn. Het gebrek aan vaardigheden en kennis m.b.t. BIM maken de metingen onbetrouwbaarder. De verbetering van kennis en vaardigheden m.b.t. BIM daar en tegen geeft een correctie op de metingen.
- Zorg voor een tijdmeting van alle actoren. Hiermee zou een verschuiving van uren kunnen worden vastgesteld.
- Kies een ander projectplan. Tegenwoordig worden verschillende platforms gebruikt in het projectmanagement, zoals Prince2, PMBOK ed. Een ander projectmanagement-methode zou beter aan kunnen sluiten bij het gebruik van BIM.

### 8.2 Reflectie van doelstelling

De doelstelling van dit onderzoek luidt:

*‘Dit onderzoek is geschreven voor zelfstandige bouwprojectmanagers die op het punt staan te starten met BIM.*

*Het onderzoek geeft antwoord op de vraag of en hoe BIM toepasbaar is bij zelfstandige bouwprojectmanagers bij opdrachten van kleine omvang, of er minder arbeidsuren nodig zijn en wat de kosten van implementatie van BIM zullen zijn.’*

De keuze om het gebruik van BIM te onderzoeken is gemaakt omdat ik 3D-tekeningen gebruik om fouten uit ontwerpen te halen. BIM is daar een vervolgstap op.

De keuze om het onderzoek te schrijven voor zelfstandige bouwprojectmanagers is tweeledig.

Eenzijds omdat er weinig informatie is voor zelfstandige bouwprojectmanagers en anderzijds dat ik deze rol in het bouwproces bij verschillende projecten heb gehad, en in de toekomst hoop te vervullen.

Door de vaak kleine(re) opdrachten in mijn portefeuille is de keuze om projecten van kleine omvang te onderzoeken vrij logische.

Door de duur van het afstuderen heb ik me gefocust op de eerste drie fasen van het project, zijnde initiatief-, ontwerp- en werkvoorbereidingsfase. De fasen van het project zouden in eerste instantie passen in de planning van het afstuderen.

De focus van het onderzoek ligt op de reductie van uren van de zelfstandige bouwprojectmanager bij opdrachten van kleine omvang. Aangezien ik vooral werk met een vooraf vastgestelde prijs, is het aantrekkelijk om een gestroomlijnd bouwproces te hebben.

Met de combinatie van verwachtingen/voorspellingen van BIM en de wens om uren te reduceren zou het gebruik van BIM het ideale hulpmiddel kunnen zijn.

#### Aanbevelingen:

- Met de kennis uit het onderzoek is niet vastgesteld of het gebruik van BIM een reductie van uren van een zelfstandige bouwprojectmanager veroorzaakt. In de casussen is gekeken naar de verschillen tussen het traditionele bouwproces en het BIM-bouwproces in de initiatief-, ontwerp- en voorbereidingsfase. De realisatie van het bouwwerk en beheer- en gebruiksfase zijn buiten beschouwing gelaten. Bij het bekijken van de MacLearny Curve valt op dat de inspanning die gemaakt moet worden na het opstellen van de ‘construction documentation’ behoorlijk afneemt. De werkzaamheden verschuiven naar voren. Klopt deze veronderstelling van MacLearny bij kleine projecten?
  - Vernieuwde doelstelling:
    - *‘Dit onderzoek is geschreven voor zelfstandige bouwprojectmanagers die op het punt staan te starten met BIM. Het onderzoek geeft antwoord op de vraag of en hoe BIM toepasbaar is bij zelfstandige bouwprojectmanagers bij opdrachten van kleine omvang, of er minder arbeidsuren in de realisatiefase nodig zijn en wat de kosten van implementatie van BIM zullen zijn.’*
- Uit het onderzoek blijkt dat BIM verschillende fouten tijdens de realisatie kan voorkomen. Dit door middel van *clash-detection*, *vroeg inschakelen van alle actoren*. Dit is de focus op de faalkosten.
  - Vernieuwde doelstelling:
    - *‘Dit onderzoek is geschreven voor zelfstandige bouwprojectmanagers die op het punt staan te starten met BIM. Het onderzoek geeft antwoord op de vraag of het gebruik van BIM de kwaliteit van het eindresultaat verhoogd, of er minder wijzigingen tijdens de realisatiefase zijn, en of de klanttevredenheid stijgt door een “ideaal” bouwproces.’*

## BRONVERMELDING

- AIA. (2007). *Integrated Project Delivery: A Guide*. Washington DC: American Institute of Architects.
- Amor, R., & Owen, R. (2011). *Beyond BIM – It's Not the End of the Road!* Opgeroepen op april 1, 2011, van AECbytes Viewpoint #58: [http://www.aecbytes.com/viewpoint/2011/issue\\_58.html](http://www.aecbytes.com/viewpoint/2011/issue_58.html)
- Baarda, D., & Goede, M. d. (2006). *Basisboek methoden en technieken*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Bernstein, H., & al, e. (2010). *The Business Value of BIM in Europe , Getting Building Information Modeling to the Bottom Line in the United Kingdom, France and Germany*. Bedford MA: McGraw-Hill Construction.
- Bijleveld, S.-W., Bol, R. v., Hoof, P. v., & Huijbregts, R. (1996). *Hong Kong, een studie van de Huisvestingscyclus*. Delft: BIJLEVELD, S.W. et al. 1996, , Eerste druk, Delftse Universitaire Pers, Delft.
- BIM Caseweek. (sd). *BIM Caseweek*. Opgeroepen op april 1, 2012, van <http://www.bimcaseweek.nl/>
- BIMLadder. (sd). *BIM Quicksan*. Opgeroepen op april 1, 2012, van <http://www.bimladder.nl/>
- BluEnt. (2009). *Communicating and Collaborating Design with BIM Services*. Opgeroepen op april 1, 2012, van BluEnt: <http://www.bluentcad.com/architectural/bim.html>
- BluEnt. (2010). *Integrated Project Delivery Model (IPD)*. Opgeroepen op april 1, 2012, van BluEnt: <http://www.bluentcad.com/services/integrated-project-delivery.html>
- BNA/ONRI. (2008). *Standaardtaakbeschrijving 2009 (DNR-STB 2009)*. Amsterdam: IMAGO Printing.
- Boer, A. d. (2010). *Design strategy structural concrete in 3D - focusing on uniform force results and sequential analysis*. Delft: Proefschrift Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen, Technische Universiteit Delft.
- Bosch, S. (2007). *DBFM(O) bij scholenbouw*. Delft: Afstudeerrapport TU Delft, Bouwkunde, Real Estate & Housing.
- Chao-Duivis, M. A. (2009). Juridische implicaties van het werken met BIM. *Tijdschrift voor Bouwrecht*, 2009/44.
- Chao-Duivis, M. A. (2011-01). Some legal aspects of BIM in establishing a collaborative relationship. *CIB International Conference*. Amsterdam: Management and Innovation for a Sustainable Built Environment.
- Chao-Duivis, M. A. (2011-02). *Juridische implicaties van het werken met BIM*. Opgeroepen op april 1, 2012, van Nationaal BIM-Platform: [http://www.hetnationaalbimplatform.nl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=7:bim-en-juridische-zaken&catid=39:algemeen&Item](http://www.hetnationaalbimplatform.nl/index.php?option=com_content&view=article&id=7:bim-en-juridische-zaken&catid=39:algemeen&Item)
- COBE. (2005). *Action Research - A Guide for Associate Lecturers*. Walton Hall, Milton Keynes: CENTRE FOR OUTCOMES BASED EDUCATION.
- CRS Center. (2011). *BIM Basics*. Opgeroepen op april 1, 2012, van Efficient Construction Project Delivery Methods – Sustainability – High Performance Buildings – Knowledge-based Building Information Modeling Systems – BIM – 3D 4D 5D BIM: <http://buildinginformationmanagement.files.wordpress.com/2011/03/big-bim-little-bim.jpg>
- CURT. ( 2004). *Collaboration, Integrated Information, and the Project Lifecycle in Building Design, Construction and Operation*. Cincinnati, OH: CURT.
- DHV. (2009). Little BIM, big thing. *MicroVision Magazine*.
- Dobbelsteen, A. v., & Alberts, K. (2001). *Milieueffecten van bouwmaterialen - Duurzaam omgaan met grondstoffen*. Delft: TU Delft.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2008). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Gallaher, M., O'Connor, A., Dettbarn, J., & Gilday, L. (2004). *Cost analysis of inadequate interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry*. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology.
- Hendriks, H. (2010). *BIM geeft installatiesector nieuw perspectief*. Opgeroepen op april 1, 2012, van

- npqsolutions: <http://www.npqolutions.com/files/PDFs/CAD/2010VV07%20520-523.pdf>
- Hooven, S. v. (2008). *Bouwplaats Informatie Management - Anticiperen op de digitale evolutie*. Delft: Afstudeeronderzoek Faculteit Bouwkunde – RE&H, Technische Universiteit Delft.
- Itannex. (2012). *Succesvol en leerzaam 'BIM voor Opdrachtgevers'*. Opgeroepen op april 1, 2012, van Itannex: [http://www.itannex.com/nieuwsitem/398/-1/77/Succesvol\\_en\\_leerzaam\\_%27BIM\\_voor\\_Opdrachtgevers%27.html](http://www.itannex.com/nieuwsitem/398/-1/77/Succesvol_en_leerzaam_%27BIM_voor_Opdrachtgevers%27.html)
- Jadhav, M. (2011). *Better buildings through digital practice: Changes in roles and processes*. Delft: Afstudeeronderzoek Faculteit Bouwkunde – RE&H, Technische Universiteit Delft.
- Jernigan, F. (2008). *BIG BIM little bim*. Salisbury, Maryland, United States of America: 4Site Press.
- Kemmis, McTaggart, & Retallic. (2004). *The Action Research Planner (2nd ed. revised)*. Karachi: Aga Khan University, Institute for Educational Development.
- Koning, J. d., & Sproncken, N. (2001). *Contractering bij bouwprojecten*. Den Haag: Berenschot Osborne Elsevier.
- Kymell, W. (2008). *Building Information Modelling – Planning and managing Construction project with 4D CAD and simulations*. New York: McGraw-Hill.
- Leeuwis, A. (2012). *BIM bij kleine architectenbureaus - Stand van zaken en aanbevelingen*. Delft: Afstudeeronderzoek Faculteit Bouwkunde – RE&H, Technische Universiteit Delft.
- Levy, F. (2012). *BIM in small-scale- sustainable design*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Nationaal BIMPlatform. (sd). Opgeroepen op april 1, 2012, van Nationaal BIMPlatform: <http://www.hetnationaalbimplatform.nl/>
- Nationaal BIM-platform. (2012). *Traditioneel versus BIM*. Opgeroepen op april 1, 2012, van Het Nationaal BIM-platform: <http://www.hetnationaalbimplatform.nl/kenniscentrum/bim-basics/wie-gebruikt-er-bim/>
- NEN. (2002). *NEN 2634:2002 nl*. Delft: NEN Uitgeverij.
- Nozeman, E. F. (2010). *Handboek Projectontwikkeling, 2e druk*. Doetinchem: Reed Business.
- openBIM. (sd). *The sky is the limit*. Opgeroepen op februari 13, 2012, van Youtube: <http://www.youtube.com/watch?v=F6dH3c8abHQ>
- Owen, R. L. (2009). *CIB White Paper on IDDS "Integrated Design and Delivery Solutions"*. Rotterdam: CIB.
- Owen, R. L. (2012). *CIB Priority Theme - Improving Construction and Use through - Integrated Design & Delivery Solutions (IDDS) - Research Trajectories Paper*. Rotterdam: CIB.
- Pries, F., & al, e. (2003). *Het bouwparadigma: waarom de bouw niet verandert*. Business Issues.
- Pries, F., & al, e. (2004). The role of leaders' paradigm in construction industry change. *Construction Management and Economics*.
- Pries, F., Keizer, M., Kuypers, P., & Mooiman-Salvini, M. (2006). *Haal het beste uit de bouw*. TNO Bouw: Delft.
- Proosdij, E. v. (2007). *Onbenutte kansen bij nieuwbouw in het onderwijs*. London: Afstudeeronderzoek University of Greenwich, School of Architecture & Construction.
- Reniers, E. (2008). *Betere informatiebeheersing met behulp van BIM*. Delft: Afstudeeronderzoek Faculteit Bouwkunde – RE&H, Technische Universiteit Delft.
- Rgd. (2011). *Toepassing BIM in contracten en aanbestedingen*. Opgeroepen op april 1, 2012, van Rgd: <http://www.rgd.nl/onderwerpen/diensten/bouwwerk-informatie-modellen-bim/toepassing-bim-in-contracten-en-aanbestedingen/>
- Ridder, H. (2004-01). *Bouw moet laten zien dat het menens is*. Opgeroepen op augustus 1, 2011, van Cobouw: <http://www.bouwweb.nl/persmap2004/040328ridder.html>
- Ridder, H. (2004-02). *Gepubliceerde feiten bouwfraude bevestigen wat we al wisten*. Opgeroepen op augustus 1, 2011, van Cobouw: <http://www.bouwweb.nl/persmap2004/040325bouwfraude.html>
- Ridder, H. (2005-01). *Steek vooral energie in versneld doorkomen van jonge professionals*. Opgeroepen op augustus 1, 2011, van Cobouw: <http://www.bouwweb.nl/persmap2005/051021professionals.html>

- Ridder, H. (2005-02). *Verstikkend systeem bouwen is sterk verankerd*. Opgeroepen op augustus 1, 2011, van Cobouw: <http://www.bouwweb.nl/persmap2005/051020systeem.html>
- SBR. (1997). *Samenwerkingsvormen in de bouw. Karakteristieken en voor en nadelen van de meest voorkomende bouwprocesmodellen*. Rotterdam: Stichting Bouwresearch.
- SBR. (2000). *De bouw moet om, Op weg naar feilloos bouwen*. Rotterdam: Stichting Bouwresearch.
- SBR. (2005). *Faalkosten, de (bouw)wereld uit!* Rotterdam: Stichting Bouwresearch.
- Schip, E. W. (2011). *BIM 3D visualisatie - Informatie abstractie bij 3D visualisatie in ziekenhuisontwerp*. Delft: Afstudeeronderzoek Faculteit Bouwkunde – RE&H, Technische Universiteit Delft.
- Smit, G., & Hamberg, J. (1995). *Faalkosten bij middelgrote aannemersbedrijven*. Hoofddorp: IMK Nederland.
- Smith, D. K., & Edgar, A. (2008). *Building Information Modeling (BIM)*. Opgeroepen op augustus 1, 2011, van <http://www.wbdg.org/bim/bim.php>
- Smith, D. K., & Tardif, M. (2009). *Building Information Modeling - A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers*. New York: John Wiley & Sons.
- Spekkink, D. (2012). *Model BIM Protocol*. Woudrichem: IPC voor architecten - Collectief project BIM.
- Twynstra Gudde. (2005). *Beheers het project*. Opgeroepen op april 1, 2012, van Kennisbank Twynstra Gudde: <http://www.twynstraguddekennisbank.nl/KB/Kennisbank-homepage/401-Projectmanagement/402-Projectmanagement-resultaatgericht/402-Projectmanagement-resultaatgericht-416---Beheers-het-project.html>
- UAV. (1989). *Uniforme Administratieve Voorwaarden Voor De Uitvoering Van Werken 1989* (Vol. §3.1). Groningen: Noordhoff Uitgevers.
- USP. (2007). *Medewerkerstevredenheid- en Betrokkenheid Scan (MTV Scan)*. Opgeroepen op april 1, 2012, van Dienstverlening voor de commerciële vastgoedsector: <http://www.usp-mc.nl/marktspecialisme.php?lang=nl&cat=marktspecialisme&subcat=commercieel&page=dielen>
- USP. (2010, maart 22). Verminder faalkosten met een derde door te evalueren en kennis te delen. *USP MARKETING CONSULTANCY*.
- Vree, H. d. (2010). *Van aannemer naar aanbieder dankzij BIM - Van projectmatig objectgebaseerd naar een op relaties gebaseerd model*. Delft: Afstudeeronderzoek Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen, Technische Universiteit Delft.
- Wamelink, J. (2012). *Prof.dr.ir. J.W.F. Wamelink*. Opgeroepen op april 2, 2012, van TU Delft: <http://bk.tudelft.nl/over-faculteit/afdelingen/real-estate-and-housing/organisatie/medewerkers/hoogleraren/profdrir-jwf-wamelink/>
- Wamelink, J., & al, e. (2010). *Inleiding Bouwmanagement, Tweede druk*. Delft: VSSD.
- Waterman, Tillen, Dickson, & Koning, d. (2001). Action research: a systematic review and guidance for assessment. *Health Technology Assessments 2011, Volume 5, Number 23, ISSN 1366-5278*.
- Wijnen, G., & Kor, R. (2000). *50 Checklists for project en programme managers*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wijnen, G., Renes, W., & Storm, P. (2002). *Projectmatig werken*. Utrecht: Het Spectrum.
- Zetteler, H. (2008, februari 7). Elk jaar 6 miljard in bouw in rook op. *Brabants Dagblad*.
- BIM CASEWEEK. Vinddatum op 1 april 2012 op <http://www.bimcaseweek.nl/>.
- BIM QUICKSCAN. Vinddatum op 1 april 2012 op <http://www.bimladder.nl/>.
- NATIONAAL BIMPLATFORM. Vinddatum op 1 april 2012 op <http://www.hetnationaalbimplatform.nl/>.



## ABSTRACT IN ENGLISH

Research by USP (USP, 2010) shows that failure costs in construction are an average of 5-13% of turnover. And while the average profit 2%. The study of USP (USP, 2010) seems the extent of failure costs due to poor information exchange and communication, and concludes an equal percentage in the Dutch construction industry. Figure 1 2 shows that the poor information exchange and communication, particularly in the design, work preparation and execution occur and the magnitude is estimated at a quarter of the cost of failure.

In order to reduce the cost of failure is need for improvement:

- in communication (correct and clear information on the agreed date is supplied in an agreed format);
- in time (optimal and realistic planning of activities of all stakeholders that all agreements with users, clients, suppliers and consultants);
- the professional insertion (expert input so that the client realistic (e) requirements statements, contracts balanced, realistic budgets, feasibility of implementation, organization of staff, clear roles and responsibilities of stakeholders);
- in the process (controlling modifications to the requirements, licensing, planning, actual situation should reflect the architectural drawings, integrated information system).

From the above solutions, the desire for an integrated model forward. A model in which all information is linked and which all stakeholders of the construction of the design process. Proposed solutions include chain, just-in-time, lean build, using BIM, ed. This research focuses on the use of BIM.

In this study, Building Information Modeling (BIM) is a digital representation of physical and functional characteristics of a building. This model serves as a shared knowledge resource, and forms a reliable basis for decisions during its life cycle processes and knowledge which can be used for various analyzes and dimensions such as cost and schedule.

### EXPECTATIONS

The application of BIM can have a variety of advantages compared to the traditional process. With the emphasis on 'may' indicates that the use of BIM not necessarily for a client a favorable cost and / or quality means higher quality result. Potential benefits of BIM (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008) (Smith & Edgar, 2008) (Kymell, 2008) (Chao-Duivis, 2009) (Smith & Tardif, 2009):

- data sharing, things need not be double signed;
- consistency in the drawings (the maps correspond to the sections, elevations and details);
- better control of the process and production; extensive prefabrication opportunities and 'just in time' delivery to the construction site;
- insight through visualization of the building;
- insight for actually building (by simulation);
- shift in attention to the design process can lead to the reduction of design errors;
- reduce construction costs;
- by showing options with corresponding quantities, costs and revenues may be the best solution chosen. This allows changes to occur in later stages;
- less to little surprises upon completion; conscious intermediate scrutiny which required quality at completion.
- Reducing construction waste;
- accelerate the construction, building within the planning;
- use of BIM imagery in making rent- and sales brochures.

It is unclear what advantages and disadvantages BIM can have at initiation phase / design / stage / work preparation of small orders from independent construction project managers. The following points are the basis for the problem:

- Generalizing advantages:
  - BIR gives OpenBIM with some general advantages of BIM.

- Literature discussed in section 1.3 shows several possible advantages.
- Results of the possible benefits of using BIM are clearly defined. It is not shown how one can achieve and what processes are introduced, improved or removed in the project approach. It is unclear what knowledge, skills and equipment necessary to implement BIM in construction projects.
- The following undergraduate studies conclude that BIM can work. The conclusions are largely based on the expectations of respondents. It has not been proven by testing:
  - In previous studies of graduates of RE & H has investigated the role of ICT in the construction sector in general. (Hooven, 2008) (Reniers, 2008)
  - In previous studies investigated chances of a contractor in the implementation of BIM are. (Vree, 2010)
  - There has been a study on the theme of BIM for small architectural firms. Here we investigated whether and how small architectural BIM work, and what experiences they have with BIM. (Leeuwis, 2012)
- By focusing on large construction projects lack the knowledge for small jobs and smaller operators, such as a small engineering consultancy. This means that they miss the first battle, and right behind the latest developments. By pioneering operate would be possible for another or a new market to tap.
- Creating a cost-benefit analysis of the indicated changes in the process and the use of BIM in different recommendations.

For me as an independent construction project fulfilled the aspect time a major role. In the commands is the measure of the time duration of a project or service. It is the work of an agreed limited time to perform.

In the pricing methods is time to define the duration of operation of the construction project. The choice of pricing method is largely determined by the desire of efficient productivity.

In directing the activities performed by request of the client. It can reduce the need to handle efficiently the time to go. Quality of work performed and customer satisfaction can play important.

When target is a measure of efficiency by the upper limit of 110% of the budget with the number of hours. If more hours are spent can not be invoiced.

When adoption is the desire to work as efficiently as possible the greatest. The fewer hours are spent, the higher the turnover. The revenue optimization should not be at the expense of customer satisfaction and quality of work going.

## PROBLEM

Following the analysis, is a major problem formulated:

It is unclear what contribution BIM, with respect to time use, in the initiation phase / design / work preparation of orders of magnitude for independent small building construction project manager.

If possible cause is the uncertainty about the use of BIM called:

- Possibilities of BIM for independent construction project managers in the Netherlands are not sufficiently proven and documented. The intended benefits of using BIM as savings in time, money savings for customers and reduce failure costs and increased quality of the final result are sufficiently specified and / or proven.
- Experience of use of BIM by independent construction project are insufficiently defined. It is unknown how many independent construction project managers BIM use and what difficulties or advantages they have over traditional construction project managers.
- The costs of the implementation and use of BIM are insufficiently mapped. Implementation and use of BIM brings with it a cost. It is unclear how big the cost is, and how it relates to the return on the investment.
- There is little certainty about the usefulness and necessity of BIM in the future. It is known that some professionals claim that BIM will play an important role in the future and is even indispensable. About the "professional obligation" of working with BIM methods for the entire construction industry, including independent construction project, yet little is known.

In order to be able to focus on this problem, the research focused on:

- the role of an independent construction project. The independent construction project stands for investment and training costs to implement BIM.
- construction projects of small size (max. € 500,000 - construction costs). The assignments are characterized to clear objective of the client, this is often construction of a dwelling, renovation and / or extension of a dwelling, storage, office, ed.
- contract between client and construction project manager on a project basis (percentage of construction costs or total amount for hours), with the cooperation and contract form The New Rules 2011 (DNR 2011), see Appendix A.
- projects in the initiation phase, design phase and / or preparatory work. In these stages, subsequently, are conceivable for the project in BIM turn.
- Time. Efficiency Battle of the tasks of a construction project manager in a project.
- Integration of roles (architect – builder - projectmanager). The independent construction project fulfilled the role as advisor. The traditional roles may include shift. The construction project manager may be asked to draft and any provision of a simple design, inclined to the role of the architect, or to parties to collect the building realization, tending to the role of contractor.

## OBJECTIVE

This study is written for independent construction project managers who are about to start with BIM. The study answers the question of whether and how BIM is applicable to independent construction project managers in orders of small size, or a less labor needed and the cost of implementation of BIM will be. Thus, independent construction project managers to make informed decisions or BIM creates additional value for contracts with small size.

## RESEARCH

To arrive at answers to the problem is a comparison of the traditional construction process and in the BIM process up. Every construction project plans to be research into the construction processes and determinants. This is done using the following questions:

- Compare the phases of the traditional construction process and the BIM process?
  - What stages are there?
  - Which actors are there?
  - Which collaborative and contract are there?
  - Which functional relationships are there?
  - Which tasks are the actors?
  - What results provide the actors?
- Is there time savings when using BIM for an independent construction project with projects of small size compared to traditional building in the initiative, design and preparation?

## MAIN QUESTIONS

Eventually the sub-questions and case studies help to answer the following key questions:

- Is BIM applicable for small projects?
- Is there a decline in working for a construction project using BIM?
- What are the costs of BIM implementation for independent project managers?

## EXERCISE

To achieve this, the following components are worked out:

- Compare traditional construction and BIM-building process.
- Investigating differences between traditional construction and BIM-building process.
- Case 1: Extension property.
  - Drafting findings.
  - Drafting list of recommendations.
  - Incorporate recommendations in BIM-building process.
- Case 2: Expansion storage with office function.

- Drafting findings.
- Drafting list of recommendations.

### COMPARE THE PHASES OF THE TRADITIONAL AND THE BIM CONSTRUCTION PROCESS

The findings of the traditional construction and BIM construction process is compared with the potential benefits of BIM. The comparison follows or use of BIM for an independent construction project with projects of small size saves time compared to traditional construction in initiative, design and preparation.

The traditional building occupies the Preliminary (VO), the Final Design (DO), the Technical Design (TD) or Cutlery Plan and - after the tender - the Work Preparation and Implementation. Characteristic of the BIM construction is that the contracting party is a full member of the project team. The Schedule of Requirements, in the traditional process a contract document for the contract parties participating, publish in the BIM process part of the overall delivery of the project. Thereafter, attention and time spent on preparing Conceptual Design (detailed in 3D/BIM), which goes beyond the traditional VO. The Conceptual Design is then technically elaborated and specified, so that on the basis of final price formation can take place and the production preparation can begin. The traditional tender does not take place by selection at the beginning of the project. The contractor, subcontractor and suppliers in pricing the developing price discovery process complete. The differences are shown in the figure below.

At present there is no separate cooperation and contact conditions for BIM. The current cooperation and contact conditions, such DNR2011 and UAV1989, can be used in both forms.

The actors in both processes do not differ from each other. The moment of contribution is drastically different. By contracting of all actors in the beginning of the project shifts the design process forward, see Figure 6 1. The duties and responsibilities of actors changes not. The big difference is in the contribution of all actors in the design phase. In this phase, many decisions are taken. By sharing knowledge can probably make better decisions at an early stage are taken.

### BIM IS APPLICABLE FOR SMALL PROJECTS?

From case 1 and 2 it follows that BIM applicable to small projects. The Strengths of BIM compared with the traditional process to give a real chance to improve process and project. Used as a consistent model, clash detection, 3d model, linking cost and time, a decrease of duplicate information are (almost) not possible with 2D drawings, specifications, descriptions ed. In addition, the Opportunity sufficient opportunities to further improvements in the project to obtain.

The conditions for BIM are shown in the Weaknesses and Threats, namely:

- poor basic model: If no agreements are made about how the model is set up, the model who managed and changed, and what the goal of the model is. Then there is a chance that it incorrectly BIM creates. The actors have little or no to the model, let alone the end user.
- undersized cooperation: Cooperation in BIM is more transparent and open than the traditional construction process. This is due to the cooperation in a BIM. One is jointly responsible for the information in BIM is used.
- poor preparation: It is a mistake to think that by IBGE No specific preparation is required. The project remains a project. It should be given direction and bounded Gotik. It should be borne in mind what needs to be done, those who perform, how and when that happens. In addition, agreed how this information is processed in BIM.
- untested information management: The case is used REVIT. Complications or difficulties in exporting and importing are not created. When using different software it is possible that information does not really happen. It is important to test this before the project starts.

### IS THERE A DROP OF A BUILDING HOURS FOR PROJECTMANAGER USING BIM?

From the hour measurements of the actual situation and the test case 1 and case2 shows that the differences are minimal. There has not been made clear that the self-construction project using BIM projects with small size in the initiative, design and development phase less time to the duties of a construction project to be carried out, see Table 6 1.

With respect to the first case is a learning effect can be seen. This has to do with learning to deal with

BIM, but probably the greatest learning effect through knowledge of software.

When viewing the MacLearny curve, see Figure 3 16, it is noticeable that the effort has to be made after the preparation of the 'construction documentation' rather decreases. The shift of work shifts forward. If this shift also applies to the exported casussen, this would mean that the most hours already made. It would mean that relatively few hours for inspection of documents added. This means assuming that there are likely to perform BIM projects time gains can be compared to the traditional construction process. This assertion is not in this thesis research tested.

#### WHAT ARE THE COSTS OF BIM DEPLOYMENT FOR INDEPENDENT PROJECT MANAGERS?

For good hardware (€ 3,000), a software package (€ 11,000 + € 1,650 per single year for updates and support) and what courses (€ 3,000), the total package of € 18.650 excl. For a self that is a decent amount. After three years, the software is probably (hopefully) severely outdated and there will be a small (€ 7,000) for an update. To that amount to fund its about 100-120 billable hours per year. More hours means faster return on investment.

Of the 1200 hours that an independent construction project of the Tax means that the investment should invest about 8% -10% of the turnover. The integration of functions for an independent construction project is therefore large. The integration of functions of architect, contractor and project manager plays a role, see Figure 6 3. The role of architectural consultant thereby covers all facets of the spectrum.

## BIJLAGE A – OVERZICHT VAN ENKELE ALGEMENE VOORWAARDEN

### KENMERKEN VAN DE UAV 1989:

<b>Naam:</b>	<b>UAV 1989 Uniforme Administratieve Voorwaarden voor de uitvoering van werken 1989</b>
<b>Jaar van uitgave:</b>	1989
<b>Opsteller:</b>	De UAV 1989 is het resultaat van samenwerking tussen de bouwsector en de rijksoverheid en was oorspronkelijk bedoeld voor rijksoverheidsprojecten. De UAV is uitgegroeid tot een standaard regeling die bij projecten van de overheid en bij projecten in de private sector wordt toegepast.
<b>Gebruik:</b>	Samenwerking en contractvorming tussen professionele opdrachtgever en aannemer.
<b>Belanghebbenden:</b>	Opdrachtgever Aannemer

### KENMERKEN VAN DE AVA 1992

<b>Naam:</b>	<b>AVA 1992 Algemene voorwaarden voor aannemingen in het bouwbedrijf 1992</b>
<b>Jaar van uitgave:</b>	1992
<b>Opsteller:</b>	De AVA 1992 zijn opgesteld door het Algemeen Verbond Bouwbedrijven (AVBB). Op een groot aantal punten is gestreefd naar aansluiting met de UAV 1989. De AVA zijn dan ook eigenlijk te beschouwen als een soort mini-UAV.
<b>Gebruik:</b>	De Algemene Voorwaarden voor Aannemingen in het bouwbedrijf 1992 zijn opgesteld voor contracten voor de uitvoering van werken. Anders dan bij de UAV 1989, is er bij de AVA 1992 geen toezicht namens de opdrachtgever tijdens de uitvoering.  De AVA 1992 zijn zowel geschreven voor de situatie waarin de aannemer werkt op basis van een van de opdrachtgever afkomstig ontwerp (het standaardmodel), als voor de situatie waarbij de uitvoering plaatsvindt op basis van een door de aannemer verzorgd ontwerp.
<b>Belanghebbenden:</b>	Opdrachtgever Aannemer

### KENMERKEN VAN DE UAR 2001

<b>Naam:</b>	<b>UAR 2001 Uniform Aanbestedingsreglement 2001</b>
<b>Jaar van uitgave:</b>	2001
<b>Opsteller:</b>	Rijksgebouwendienst
<b>Gebruik:</b>	<p>Aanbesteding van werken, waar de UAR 2001 van toepassing wordt verklaard. Aanbesteding van een werk kan plaatsvinden als:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ openbare aanbesteding;</li> <li>▪ aanbesteding met voorafgaande selectie;</li> <li>▪ onderhandse aanbesteding;</li> <li>▪ onderhandse aanbesteding na selectie.</li> </ul>
<b>Belanghebbenden:</b>	<p>Aanbesteder Opdrachtgever Gegadigde Inschrijver Directievoerende instantie Aannemer</p>

### KENMERKEN VAN DE UAV-GC 2010

<b>Naam:</b>	<b>UAV-GC 2010 Uniforme Administratieve Voorwaarden voor geïntegreerde contractvormen 2010</b>
<b>Jaar van uitgave:</b>	2010
<b>Opsteller:</b>	Het ontwikkelen van de Model Basisovereenkomst met bijbehorende Uniforme Administratieve Voorwaarden voor geïntegreerde contracten (UAV-GC) is door de Stichting CROW, op initiatief van de in deze organisatie vertegenwoordigde marktpartijen, opgepakt.
<b>Gebruik:</b>	<p>De Model Basisovereenkomst met bijbehorende UAV-GC is weliswaar voortgekomen uit een initiatief vanuit de sector Grond-, Wegen Waterbouw, doch de opstellers hebben de bepalingen in de Model Basisovereenkomst en in de UAV-GC een abstractieniveau mee te geven waardoor toepasbaarheid van die bepalingen voor zowel GWW-projecten als B&amp;U-projecten gewaarborgd is.</p> <p>Karakteristiek voor het toepassingsgebied van de UAV-GC is de integratie van ontwerpwerkzaamheden en uitvoeringswerkzaamheden, al dan niet in combinatie met meerjarig onderhoud. Samenwerkingsvormen waarin deze integratie plaatsvindt kunnen dan ook gebruik maken van het juridisch administratief kader van de UAV-GC. Dit kader is flexibel en dat komt tot uiting in de project specifieke invulling. Het gaat daarbij om de door de opdrachtnemer te verrichten ontwerpwerkzaamheden (VO, DO, UO), de betrokkenheid van de opdrachtgever bij het proces (invulling toetsingen acceptatie), de (nog) opdrachtgever te verzorgen vergunningen, de toedeling van risico's e.d.</p>
<b>Belanghebbenden:</b>	Opdrachtgever, Opdrachtnemer.

### KENMERKEN VAN DE COVO 2010:

<b>Naam:</b>	<b>Covo2010 Consumentenvoorwaarden Verbouwingen</b>
<b>Jaar van uitgave:</b>	2010
<b>Opsteller:</b>	De Consumentenvoorwaarden Verbouwingen (Covo2010) zijn opgesteld door BouwGarant in samenwerking met Vereniging Eigen Huis, de Consumentenbond en Bouwend Nederland onder toezicht van de SER

	(Sociaal Economische Raad).
<b>Gebruik:</b>	Deze voorwaarden zijn bestemd voor particuliere opdrachtgevers (consumenten) die een BouwGarant-aannemer inschakelen voor één of meerdere van de werkzaamheden, bijvoorbeeld verbouwing, onderhoud en restauratie.
<b>Belanghebbenden:</b>	De ondernemer als aannemer en de consument als opdrachtgever

KENMERKEN VAN DE DNR 2011:

<b>Naam:</b>	<b>DNR 2011 – De Nieuwe Regeling 2011</b>
<b>Jaar van uitgave:</b>	2011
<b>Opsteller:</b>	De BNA en NLingenieurs (de brancheorganisatie van advies-, management- en ingenieursbureaus, voorheen ONRI) hebben vervolgens gezamenlijk DNR 2011 ontwikkeld.
<b>Gebruik:</b>	DNR 2011 is ontwikkeld omdat de architect en de verschillende adviseurs steeds vaker in een vroegtijdig stadium met elkaar aan tafel zitten om te komen tot een geïntegreerd ontwerp. Bij opdrachtgevers bestond dan ook behoefte aan één vervangende eenduidige regeling voor de SR 1997 en RVOI 2001.
<b>Belanghebbenden:</b>	Adviseur (de partij die de opdracht aanvaardt, als een architect, ingenieur) Consument Derden-adviseur Opdrachtgever Participant (elke deelnemer aan het project, onder wie opdrachtgever, adviseur, derden-adviseurs en zij die het object uitvoeren)



## BIJLAGE B – OPSOMMING MOGELIJKE VOORDELEN BIM

Overzicht mogelijke voordelen uit BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008) paragraaf 1.6.

### Voordelen pré-realisatie

#### CONCEPT, HAALBAARHEID EN DESIGN VOORDELEN

Opdrachtgevers zoeken adviseurs om te bepalen of een gebouw van bepaalde grootte, kwaliteit en gewenste programma van eisen kan worden gerealiseerd binnen bepaalde tijd en budget. Als vroegtijdig en met relatieve zekerheid van tijd en kosten het gewenste bouwwerk mogelijk blijkt te zijn, kan een opdrachtgever doorgaan met de ontwikkeling van het ontwerp. Koppeling van kostprijs en verwerkingsduur aan het ontwerp kan daarin ondersteunend zijn. Daarnaast is het mogelijk om verschillende scenario's door te rekenen om het beste resultaat te verkrijgen.

#### VERHOOGDE BUILDING PERFORMANCE EN KWALITEIT

Ontwikkeling van schematisch model voor genereren van gedetailleerde BIM zorgt voor een zorgvuldige evaluatie van voorgestelde regelingen om te bepalen of gebouw aan functionele en duurzame eisen voldoet. Vroege evaluatie van alternatieve ontwerpen met behulp van analyse / simulatie-instrumenten verhoogt de algehele kwaliteit van het gebouw.

### Voordelen ontwerp

#### EERDERE EN NAUWKEURIGE VISUALISATIES VAN EEN DESIGN

Tekeningen, overzichten en 3D kunnen vanuit BIM worden gegenereerd. De informatie in BIM wordt gebruikt om ontwerp in elk stadium te kunnen visualiseren. De uitvoer uit het model is consequent in tegenstelling tot 2D visualisatie.

#### AUTOMATISCHE LOW-LEVEL CORRECTIES DOOR WIJZIGINGEN IN ONTWERP

Als objecten in het ontwerp parametrische regels bevatten, kan het object met coördinaten in BIM worden geplaatst en aan gelijke objecten, andere objecten of rasters worden gekoppeld. Bij wijzigingen van parameters kan het ontwerp zichzelf aanpassen en ontstaat een nieuw ontwerp. Door het geautomatiseerde proces kan de gebruiker minder behoefte hebben om ontwerp wijzigingen te controleren.

#### GENEREER NAUWKEURIGE EN CONSISTENTE 2D TEKENINGEN IN ELK STADIUM VAN HET ONTWERP.

Diverse objecten of specifieke uitzicht van het project kunnen gevisualiseerd worden. Dit vermindert de hoeveelheid tijd en het aantal fouten met betrekking tot het genereren van bouwtekeningen voor alle ontwerpdisciplines. Bij wijzigingen van ontwerp zijn uitvoerresultaten volledig in overeenstemming.

#### EERDERE SAMENWERKING VAN MEERDERE ONTWERPDISCIPLINES

BIM technologie maakt gelijktijdig werken van meerdere ontwerpdisciplines mogelijk. Hoewel samenwerking met tekeningen mogelijk is, blijkt het moeilijker en tijdrovender dan samen een of meer gecoördineerde 3D modellen waarin controle op veranderingen goed geregeld kan worden. Dit verkort ontwikkeltijd en vermindert ontwerpfouten en omissies. Het geeft ook eerder inzicht in ontwerp problemen en biedt mogelijkheden om ontwerp voortdurend te verbeteren. Dit is veel goedkoper dan wachten tot grote ontwerpbeslissingen zijn genomen.

#### CONTROLE VAN ONTWERP T.O.V. PVE

BIM biedt eerdere 3D-visualisaties en kwantificeert het gebied van ruimte en ander materiaal hoeveelheden, waardoor eerdere en nauwkeurigere kostenramingen.

Voor technische gebouwen (laboratoria, ziekenhuizen, enz.), wordt de bedoeling van het ontwerp vaak kwantitatief gedefinieerd, en dit laat een gebouw te gebruiken model om te controleren of deze eisen. Voor kwalitatieve eisen (deze ruimte zou moeten zijn in de buurt van een ander, enz.), kan de 3D-model te ondersteunen automatische evaluaties.

### OPSTELLEN KOSTENRAMINGEN TIJDENS DE ONTWERPFASE

In elk stadium van het ontwerp kan een nauwkeurige berekening van hoeveelheden en ruimtes voor calculaties gemaakt worden. In de eerdere fasen wordt gewerkt met kostenramingen voornamelijk gebaseerd op de kosten per eenheid per vierkante meter of kubieke meter. Omdat het ontwerp vordert en meer gedetailleerde hoeveelheden beschikbaar zijn, worden kostenramingen nauwkeuriger en gedetailleerder. Voor actoren is het mogelijk om op deze manier alternatieven af te prijzen. In de laatste fase is het mogelijk om een gedetailleerde kostenbegroting op te stellen op van hoeveelheden uit BIM. Als gevolg daarvan is het mogelijk om gefundeerde ontwerpbeslissingen met betrekking tot de kosten met behulp van BIM.

### VERBETERING VAN DE ENERGIE-EFFICIËNTIE EN DUURZAAMHEID

Koppeling van BIM aan energie-analyse-instrumenten helpt bij evaluatie van energieverbruik en keuze materialen tijdens ontwerpfase. Energieanalyses worden aan einde van ontwerpproces uitgevoerd waardoor alternatieven voor verbeteringen van energieprestatie worden berekend. Koppelmogelijkheid om BIM aan verschillende analyse-instrumenten biedt mogelijkheden om gebouwen te verbeteren.

## Voordelen uitvoering en fabricatie

### SYNCHRONISEER ONTWERP- EN BOUWPLANNING

Bouwplanning met behulp van 4D CAD vereist het koppelen van een bouwplan aan de 3D-objecten in een ontwerp, zodat het mogelijk is om het bouwproces te simuleren. Het gebouw en het terrein kan op moment bekeken worden. De grafische simulatie geeft veel inzicht in hoe het gebouw gebouwd zal worden. Daarnaast kunnen potentiële problemen en kansen voor mogelijke verbeteringen in kaart gebracht worden (bouwplaats, bemanning, uitrusting, veiligheidsproblemen, ed.). Tijdelijke objecten (zoals steigers, kranen en andere groot materieel) kunnen gekoppeld worden aan activiteiten in plannings en simulaties.

### ONTDEK ONTWERPFOUTEN EN OMISSIES VOOR REALISATIE (CLASH DETECTION)

Omdat BIM de bron voor alle 2D-en 3D-tekeningen is, worden ontwerpfouten veroorzaakt door inconsistente 2D tekeningen worden geëlimineerd. Door samenvoeging van invoer van verschillende actoren in één BIM kan gecontroleerd worden op botsingen van elementen en visueel voor andere soorten van fouten. De coördinatie tussen de deelnemende actoren is verbeterd en fouten van het weglaten wordt aanzienlijk verminderd. Dit versnelt het bouwproces, vermindert kosten, minimaliseert de kans op juridische geschillen, en voorziet in een soepeler procedure voor het gehele project team.

### SNEL REAGEREN OP ONTWERPWIJZIGINGEN OF PROBLEMEN OP DE BOUWPLAATS

De impact van een voorgesteld ontwerpverandering kan in BIM worden ingevoerd. Sommige updates worden automatisch op basis van de vastgestelde parametrische regels gemaakt. Updates van BIM kunnen worden gecontroleerd en visueel bijgewerkt. De gevolgen van een verandering kan in BIM nauwkeurig worden weergegeven met alle daaropvolgende noodzakelijke wijzigingen. Bovendien, wijzigingen in het ontwerp kunnen in BIM sneller worden opgelost, omdat wijzigingen worden gedeeld, gevisualiseerd, geschat, en opgelost zonder het gebruik van tijdrovende papieren transacties.

### GEBRUIK DESIGN MODEL ALS BASIS VOOR PREFAB COMPONENTEN

Als het ontwerpmodel wordt omgezet in een fabricagemodel, bevat dit een juiste weergave van

---

gebouwelementen voor productie en bouw. Omdat de onderdelen al in 3D gedefinieerd zijn, wordt hun geautomatiseerde fabricage met behulp van numerieke besturingsmachines vergemakkelijkt. Uitwerking en productie van prefab component kan off-site, waardoor kosten en bouwtijd verminderen. De nauwkeurigheid van BIM maakt het mogelijk om grotere onderdelen te prefabriceren. De verwachting van on-site veranderingen (nabewerking) en het onvermogen om exacte afmetingen te voorspellen tot andere elementen worden door BIM opgelost.

#### BETERE UITVOERING EN LEAN BOUWTECHNIKEN

Lean bouwtechnieken, dient een zorgvuldige coördinatie tussen de hoofdaannemer en de onderaannemer om ervoor te zorgen dat het werk kan worden uitgevoerd wanneer de nodige middelen ter plaatse beschikbaar zijn. Dit minimaliseert verspilde moeite en vermindert de noodzaak om ter plaatse materiaal voorraden te hebben. Omdat BIM een nauwkeurig model van het ontwerp en de materiële middelen die nodig zijn voor elk segment van het werk biedt, vormt het de basis voor een betere planning en planning van onderaannemers en helpt om ervoor te zorgen just-in-time komst van mensen, apparatuur en materialen. Dit vermindert de kosten en zorgt voor een betere samenwerking op de bouwplaats.

#### SYNCHRONISEER INKOOP VAN ONTWERP EN UITVOERING

BIM zorgt voor een nauwkeurige hoeveelheden van alle (of de meeste, afhankelijk van de mate van 3D modellering) van de materialen en objecten. De hoeveelheden, de specificaties en eigenschappen kunnen worden gebruikt om materiaal van product leveranciers en onderaannemers (zoals prefab beton) aan te schaffen.

### Voordelen gebruik

#### BETER BEHEREN EN EXPLOITEREN VAN VOORZIENINGEN

BIM biedt een bron van informatie (afbeeldingen en specificaties) voor alle systemen die gebruikt worden in een gebouw. Voorgaande analysemethoden mechanische apparatuur, controlesystemen en andere ter bepaling kan worden aan de eigenaar, als middel voor het ontwerp met besluiten wanneer het gebouw wordt gebruikt. Deze informatie kan gebruikt worden om te controleren of alle systemen goed werken nadat het gebouw is voltooid.

#### INTEGRATIE MET FACILITY EXPLOITATIE EN BEHEER VAN SYSTEMEN

Als BIM is bijgewerkt met alle wijzigingen die tijdens de bouw, zorgt BIM voor een accurate bron van informatie over de as-built-ruimten en-systemen en biedt een goed uitgangspunt voor het beheer en de exploitatie van het gebouw. BIM ondersteunt monitoring van real-time besturingssystemen, kan zorgt voor een natuurlijke interface voor sensoren en afstandsbediening in beheer van faciliteiten.

## BIJLAGE C – VOORDELENLIJST CASUS 1

Om antwoord te geven op de vraag “Is BIM toepasbaar bij kleine projecten?” worden de mogelijke voordelen van BIM volgens Eastman gewaardeerd. De waardering volgt uit de vergelijking tussen het projectplan van het traditionele bouwproces en het projectplan van het BIM-bouwproces van Casus 1.

Daarna volgt de beoordeling van de tijdwaarneming tijdens de casus en wordt deze paragraaf afgesloten met de bevindingen van de aanbevelingen van casus 1.

In de kolom “Voordeel in Casus 1” wordt aangegeven of het gebruik van BIM een voordeel ten opzichte van het traditioneel bouwproces was. In de kolom “Efficiëntieslag voor Bouwmanager Casus 1” wordt aangegeven of het mogelijke voordeel een tijdsbesparing voor de bouwprojectmanager oplevert. Aangezien er geen tijdmeting gedaan is, wordt de waardering uitgedrukt in mate van waarschijnlijkheid.

In de kolom “Mogelijk voordeel in andere projecten” wordt aangegeven aan welke randvoorwaarden een project moet voldoen, om het mogelijke voordeel als voordeel te kunnen beschouwen. Waarna in de laatste twee kolommen “Mogelijk voordeel in Casus 2” en “Efficiëntieslag voor Bouwmanager Casus 2” vooruit wordt gekeken of het mogelijke voordeel in Casus 2 een voordeel en/of een tijdsbesparing oplevert. De waardering wordt uitgedrukt in mate van waarschijnlijkheid.

Fase	Mogelijk voordeel	Voordeel in Casus 1	Efficiëntieslag voor Bouwmanager Casus 1	Mogelijk voordeel in andere projecten	Mogelijk voordeel in Casus 2	Efficiëntieslag voor Bouwmanager Casus 2
<b>Initiatiefase</b>	Concept, Haalbaarheid en Design voordelen					
	Opdrachtgevers zoeken adviseurs om te bepalen of een gebouw van bepaalde grootte, kwaliteit en gewenste programma van eisen kan worden gerealiseerd binnen bepaalde tijd en budget. Als vroegtijdig en met relatieve zekerheid van tijd en kosten het gewenste bouwwerk mogelijk blijkt te zijn, kan een opdrachtgever doorgaan met de ontwikkeling van het ontwerp. Koppeling van kostprijs en verwerkingsduur aan het ontwerp kan daarin ondersteunend zijn. Daarnaast is het mogelijk om verschillende scenario's door te rekenen om het beste resultaat te verkrijgen.	Nee, in Casus 1 is de ontwikkeling van het eindresultaat in een ver gevorderd stadium. De planning en budget zijn ruim vastgesteld. Er is op tijd begonnen met onderzoek naar uitvoeringsmogelijkheden. Daaruit kwam naar voren dat houtskeletbouw de meest gewichtsbesparende methode is.	n.v.t.	In projecten waar het materiaalgebruik en omvang (en locatie) niet vastgesteld is. Denk daarbij aan nieuwbouw en renovatie, zoals woningen in particulier opdrachtgeverschap, uitbreidingen en nieuwbouw utiliteitsgebouwen.	Ja. Casus 2 is een nieuwbouw waarbij vorm, functie omvang en locatie zijn vastgesteld. Budget, tijd, kwaliteit, duurzaamheid, energieverbruik zijn niet vastgesteld. Door de koppeling van tijd en kosten aan het model is het vaststellen van budget en planning eenvoudig gerealiseerd.	Ja. Alternatieven van materialen worden gemaakt en in beeld worden gebracht.
<b>Initiatiefase</b>	Verhoogde Building Performance en kwaliteit					

	Ontwikkeling van schematisch model voor genereren van gedetailleerde BIM zorgt voor een zorgvuldige evaluatie van voorgestelde regelingen om te bepalen of gebouw aan functionele en duurzame eisen voldoet. Vroege evaluatie van alternatieve ontwerpen met behulp van analyse / simulatie-instrumenten verhoogt de algehele kwaliteit van het gebouw.	Nee, in Casus 1 is het eindresultaat te beknopt. De enige mogelijkheid voor uitbreiding van de woning is bebouwing van dakterras. Functioneel was daarom geen behoefte aan alternatieve ontwerpen.	n.v.t.	In projecten waar het materiaalgebruik niet vastgesteld is en de opdrachtgever tevens de beheerder is. Denk daarbij aan nieuwbouw en renovatie, zoals woningen in particulier opdrachtgeverschap, uitbreidingen en nieuwbouw utiliteitsgebouwen.	Ja. In Casus 2 is materiaalgebruik niet vastgesteld en is de opdrachtgever de beheerder van het complex. Het kan voor de opdrachtgever interessant zijn voor een onderhoudsvrij(ere) en/of duurzame(re) variant te kiezen.	Nee. Het is een ondersteuning om beslissingen te nemen. Het is van belang om het ontwerpproces door te laten gaan. Er kan van tevoren afgesproken hoeveel varianten er voorgesteld worden.
<b>Voorbereiding</b> <b>sfase</b>	Vroegere en nauwkeurige visualisaties van een Design					
	Tekeningen, overzichten, 3D kunnen vanuit BIM gegenereerd worden. De informatie in BIM wordt gebruikt om ontwerp in elk stadium te kunnen visualiseren. De uitvoer uit het model is consequent in tegenstelling tot 2D visualisatie.	Ja. Tekeningen, modellen, 3D, komen overeen. Het werk wat bij wijzigingen ontstaat, kan behoorlijk zijn. Alle uitvoerresultaten moeten handmatig worden bijgesteld. Vooral in controle erg nuttig. Alleen BIM en parameters controleren.	Waarschijnlijk. De aannemer komt in de bezuinigingsronde met alternatieven. De opdrachtgever kan op basis van 3D visualisatie beslissingen nemen.	In alle projecten waar wijzigingen zijn te verwachten. In alle projecten zonder professioneel opdrachtgever.	Ja. De opdrachtgever in Casus 2 heeft bij de start van het project een heldere visie van het eindresultaat. Naar mate er meer beslissingen genomen worden, bestaat de kans dat er voor andere varianten wordt gekozen.	Ja.
<b>Voorbereiding</b> <b>sfase</b>	Pak kostenramingen tijdens de ontwerpfase					
	In elk stadium van het ontwerp kan een nauwkeurige berekening van hoeveelheden en ruimtes voor calculaties gemaakt worden. In de eerdere fasen wordt gewerkt met kostenramingen voornamelijk gebaseerd op de kosten per	Ja. Realistische begrotingen konden in een vroeg stadium gemaakt worden. 3D visualisatie heeft geholpen om	Waarschijnlijk. De automatisch e begrotingen in casus 1 konden direct uit het model gehaald worden. Bij	In alle projecten.	Ja. Ter controle van budgetten en plannen bijna onmisbaar.	Ja, opmaken van vaste sjablonen zodat wijzigingen direct zichtbaar worden.

	<p>eenheid per vierkante meter of kubieke meter. Omdat het ontwerp vordert en meer gedetailleerde hoeveelheden beschikbaar zijn, worden kostenramingen nauwkeuriger en gedetailleerder. Voor actoren is het mogelijk om op deze manier alternatieven af te prijzen. In de laatste fase is het mogelijk om een gedetailleerde kostenbegroting op te stellen op van hoeveelheden uit BIM. Als gevolg daarvan is het mogelijk om gefundeerde ontwerpbeslissingen met betrekking tot de kosten met behulp van BIM.</p>	<p>de ideeën van de opdrachtgever te toetsen en bij te stellen.</p>	<p>wijzigingen moesten alternatieven met de hand worden bijgewerkt.</p>			
<b>Voorbereiding fase</b>	<p>Verbetering van de energie-efficiëntie en duurzaamheid</p>					
	<p>Koppeling van BIM aan energie-analyse-instrumenten helpt bij evaluatie van energieverbruik en keuze materialen tijdens ontwerpfase. Energieanalyses worden aan einde van ontwerpproces uitgevoerd waardoor alternatieven voor verbeteringen van energieprestatie worden berekend. Koppelingsmogelijkheid om BIM aan verschillende analyse-instrumenten biedt mogelijkheden om gebouwen te verbeteren.</p>	<p>Geen gebruik gemaakt van mogelijkheid en van energieanalyses. De omvang van de uitbreiding t.o.v. bestaande is 15%. Aangezien de uitbreiding beter geïsoleerd is, heeft de opdrachtgever bepaald om geen analyses uit te laten voeren.</p>	<p>n.v.t.</p>	<p>In projecten waar het materiaalgebruik niet vastgesteld is en de opdrachtgever tevens de beheerder is. Denk daarbij aan nieuwbouw en renovatie, zoals woningen in particulier opdrachtgeverschap, uitbreidingen en nieuwbouw utiliteitsgebouwen.</p>	<p>Ja. In Casus 2 is materiaalgebruik niet vastgesteld en is de opdrachtgever de beheerder van het complex. Het kan voor de opdrachtgever interessant zijn voor een onderhoudsvrij(ere) en/of duurzame(re) variant te kiezen.</p>	<p>Nee. Het is een ondersteuning om beslissingen te nemen. Het is van belang om het ontwerpproces door te laten gaan. Er kan van te voren afgesproken hoeveel varianten er voorgesteld worden.</p>
<b>Realisatie fase</b>	<p>Synchroniseer Bouwplanning</p>					
	<p>Bouwplanning met behulp van 4D CAD vereist het koppelen van een bouwplan aan de 3D-objecten in een</p>	<p>Ja. Door het bouwproces te faseren ontstaat vooraf een</p>	<p>Waarschijnlijk. Normaal geeft de aannemer een</p>	<p>In alle projecten is de planningsfunctie aan te</p>	<p>Ja. Planning is nodig. Bouwvolgorde van staalconstru</p>	<p>Ja. Eenvoudig realistische planning. Uitvoeringsp</p>

	<p>ontwerp, zodat het mogelijk is om het bouwproces te simuleren. Het gebouw en het terrein kunnen op moment bekeken worden. De grafische simulatie geeft veel inzicht in hoe het gebouw gebouwd zal worden. Daarnaast kunnen potentiële problemen en kansen voor mogelijke verbeteringen in kaart gebracht worden (bouwplaats, bemanning, uitrusting, veiligheidsproblemen, ed.). Tijdelijke objecten (zoals steigers, kranen en andere groot materieel) kunnen gekoppeld worden aan activiteiten in planningen en simulaties.</p>	<p>duidelijke werkvolgord e. De visualisatie maakt het mogelijk om het belang van de volgorde over te brengen. De smalle straten, werkhoogte, prefab, sloop, materiaal kunnen zorgen voor problemen bij de uitvoering. Door de simulatie te doen is helder of het mogelijk is met een bepaalde kraan en hoe lang en hoe vaak de kraan daar voor nodig is.</p>	<p>projectplan weer hoe het denkt het plan uit te voeren. Vaak is het plan opgezet uit ervaringen op andere locaties. Door de koppeling van planning en simulatie aan BIM ontstaat er vertrouwen over de werkwijze, waardoor minder tijd nodig is om buffers te realiseren of onderbouwingen aan aannemer te vragen en deze te controleren.</p>	<p>raden. Daarnaast kan een visualisatie in kaart brengen of de bedachte uitvoering gerealiseerd kan worden.</p>	<p>ctie en afwerking worden gedaan met groot materieel op kleine bouwplaats.</p>	<p>roces realistisch.</p>
<b>Realisatie</b>	<p>Ontdek ontwerpfouten en omissies voor realisatie (Clash Detection)</p>					
	<p>Omdat BIM de bron voor alle 2D-en 3D-tekeningen is, worden ontwerpfouten veroorzaakt door inconsistente 2D tekeningen worden geëlimineerd. Door samenvoeging van invoer van verschillende actoren in één BIM kan gecontroleerd worden op botsingen van elementen en visueel voor andere soorten van fouten. De coördinatie tussen de deelnemende actoren is verbeterd en fouten van het weglaten wordt aanzienlijk verminderd. Dit versnelt het bouwproces, vermindert kosten, minimaliseert de kans</p>	<p>Ja. Fouten en omissies zijn te visualiseren. Controle wordt door alle partijen gedaan. Dit maakt het mogelijk dat consistente tekeningen ontstaan.</p>	<p>Waarschijnlijk. Controle voor een deel geautomatiseerd. Dit scheelt veel tijd. De tijd van de controle op de controle is veel minder.</p>	<p>In alle projecten waarin verschillende actoren invoer leveren.</p>	<p>Ja. Staalskelet is een vrij star element dat volledig geprefabriceerd wordt. Als blijkt bij uitvoering dat er een botsing is tussen element kan het staal niet (tot nauwelijks) worden aangepast.</p>	<p>Ja. Minder ontwerpwijzingen tijdens uitvoering.</p>

	op juridische geschillen, en voorziet in een soepeler procedure voor het gehele project team.					
<b>Realisatie</b>	Synchroniseer inkoop van ontwerp en uitvoering					
	BIM zorgt voor nauwkeurige hoeveelheden van alle (of de meeste, afhankelijk van de mate van 3D modellering) van de materialen en objecten. De hoeveelheden, de specificaties en eigenschappen kunnen worden gebruikt om materiaal van product leveranciers en onderaannemers (zoals prefab beton) aan te schaffen.	Ja. Uitvoer is kloppend met BIM. Ontwerpmodellen kunnen specifiek in de markt gezet worden.	Waarschijnlijk. Offertes vergelijken gebeurt op de juiste invoer.	In alle projecten waarin verschillende offertes worden aangevraagd, eigen installatieleverancier e.d.	Ja. Voor controle op offertes van aannemers, leveranciers en onderaannemers.	Ja. Minder tijd nodig voor controle.
<b>Realisatie</b>	Snel reageren op ontwerpwijzigingen of problemen op de bouwplaats					
	De impact van een voorgesteld ontwerpverandering kan in BIM worden ingevoerd. Sommige updates worden automatisch op basis van de vastgestelde parametrische regels gemaakt. Updates van BIM kunnen worden gecontroleerd en visueel bijgewerkt. De gevolgen van een verandering kan in BIM nauwkeurig worden weergegeven met alle daaropvolgende noodzakelijke wijzigingen. Bovendien, wijzigingen in het ontwerp kunnen in BIM sneller worden opgelost, omdat wijzigingen worden gedeeld, gevisualiseerd, geschat, en opgelost zonder het gebruik van tijdrovende papieren transacties.	Ja. Wijzigingen in model zijn direct te zijn. Problemen in REVIT worden veelal weergegeven met een waarschuwingsscherm. Doordat er geen analyses in het model worden uitgevoerd is een wijziging snel opgelost. Er is in deze casus geen ervaring met verwerking van ontwerpwijzigingen direct gekoppeld aan analyse programma's.	Waarschijnlijk. Veel tijd kwijt aan controleren van tekeningen. Door BIM zijn visualisatie, uittrekstaten, plannings, faseringen direct bijgewerkt.	In alle projecten waarin nog onduidelijk is wat het eindresultaat precies moet worden.	Ja. In Casus 2 is materiaalgebruik niet vastgesteld en is de opdrachtgever de beheerder van het complex. Het kan voor de opdrachtgever interessant zijn voor een onderhoudsvrij(ere) en/of duurzame(re) variant te kiezen. Daaruit kunnen ontwerpwijzigingen ontstaan.	Ja. Minder tijd nodig voor controle.
<b>Realisatie</b>	Gebruik Design Model					



Realisatie	als basis voor prefab componenten					
	<p>Als het ontwerpmodel wordt omgezet in een fabricagemodel, bevat dit een juiste weergave van gebouwelementen voor productie en bouw. Omdat de onderdelen al in 3D gedefinieerd zijn, wordt hun geautomatiseerde fabricage met behulp van numerieke besturingsmachines vergemakkelijkt. Uitwerking en productie van prefab component kan off-site, waardoor kosten en bouwtijd verminderen. De nauwkeurigheid van BIM maakt het mogelijk om grotere onderdelen te prefabriceren. De verwachting van on-site veranderingen (nabewerking) en het onvermogen om exacte afmetingen te voorspellen tot andere elementen worden door BIM opgelost.</p>	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Realisatie	Betere uitvoering en Lean bouwtechnieken					
	<p>Lean bouwtechnieken, dient een zorgvuldige coördinatie tussen de hoofdaannemer en de onderaannemer om ervoor te zorgen dat het werk kan worden uitgevoerd wanneer de nodige middelen ter plaatse beschikbaar zijn. Dit minimaliseert verspilde moeite en vermindert de noodzaak om ter plaatse materiaal voorraden te hebben. Omdat BIM een nauwkeurig model van het ontwerp en de materiële middelen die nodig zijn voor elk segment van het werk biedt, vormt het de basis voor een betere planning en planning van onderaannemers en helpt om ervoor te zorgen just-in-time</p>	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

	komst van mensen, apparatuur en materialen. Dit vermindert de kosten en zorgt voor een betere samenwerking op de bouwplaats.					
<b>Gebruiks- en beheerfase</b>	Beter beheren en exploiteren van voorzieningen					
	BIM biedt een bron van informatie (afbeeldingen en specificaties) voor alle systemen die gebruikt worden in een gebouw. Voorgaande analysemethoden mechanische apparatuur, controlesystemen en andere ter bepaling kan worden aan de eigenaar, als middel voor het ontwerp met besluiten wanneer het gebouw wordt gebruikt. Deze informatie kan gebruikt worden om te controleren of alle systemen goed werken nadat het gebouw is voltooid.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
<b>Gebruiks- en beheerfase</b>	Integratie met Facility Exploitatie en beheer van systemen					
	Als BIM is bijgewerkt met alle wijzigingen die tijdens de bouw, zorgt BIM voor een accurate bron van informatie over de as-built-ruimten en systemen en biedt een goed uitgangspunt voor het beheer en de exploitatie van het gebouw. BIM ondersteunt monitoring van real-time besturingssystemen, kan zorgt voor een natuurlijke interface voor sensoren en afstandsbediening in beheer van faciliteiten.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

## BIJLAGE D – VOORDELENLIJST CASUS 2

Om antwoord te geven op de vraag “Wat zijn de kosten van toepassing van BIM?” worden, net als bij casus 1, de mogelijke voordelen van BIM volgens Eastman gewaardeerd. De waardering volgt uit de vergelijking tussen het projectplan van het traditionele bouwproces en het projectplan van het BIM-bouwproces van casus 2. Daarna volgt de beoordeling van de tijdwaarneming tijdens de casus.

In de kolom “Voordeel in Casus 2” wordt aangegeven of het gebruik van BIM een voordeel ten opzichte van het traditioneel bouwproces was. In de kolom “Efficiëntieslag voor Bouwmanager Casus 1” wordt aangegeven of het mogelijke voordeel een tijdbesparing voor de bouwprojectmanager oplevert. Aangezien er geen tijdmeting gedaan is, wordt de waardering uitgedrukt in mate van waarschijnlijkheid.

In de kolom “Mogelijk voordeel in andere projecten” wordt aangegeven aan welke randvoorwaarden een project moet voldoen, om het mogelijke voordeel als voordeel te kunnen beschouwen. Waarna in de laatste twee kolommen “Mogelijk voordeel in Casus 2” en “Efficiëntieslag voor Bouwmanager Casus 2” vooruit wordt gekeken of het mogelijke voordeel in Casus 2 een voordeel en/of een tijdsbesparing oplevert. De waardering wordt uitgedrukt in mate van waarschijnlijkheid.

Fase	Mogelijk voordeel	Voordeel in Casus 2	Efficiëntieslag voor Bouwmanager Casus 2
<b>Initiatiefase</b>	<i>Concept, Haalbaarheid en Design voordelen</i>		
	<i>Opdrachtgevers zoeken adviseurs om te bepalen of een gebouw van bepaalde grootte, kwaliteit en gewenste programma van eisen kan worden gerealiseerd binnen bepaalde tijd en budget. Als vroegtijdig en met relatieve zekerheid van tijd en kosten het gewenste bouwwerk mogelijk blijkt te zijn, kan een opdrachtgever doorgaan met de ontwikkeling van het ontwerp. Koppeling van kostprijs en verwerkingsduur aan het ontwerp kan daarin ondersteunend zijn. Daarnaast is het mogelijk om verschillende scenario's door te rekenen om het beste resultaat te verkrijgen.</i>	Ja. Casus 2 is een nieuwbouw waarbij vorm, functie omvang en locatie zijn vastgesteld. Budget, tijd, kwaliteit, duurzaamheid, energieverbruik zijn niet vastgesteld. Door de koppeling van tijd en kosten aan het model is het vaststellen van budget en planning eenvoudig gerealiseerd.	Ja. Alternatieven van materialen worden gemaakt en in beeld worden gebracht.
<b>Initiatiefase</b>	<i>Verhoogde Building Performance en kwaliteit</i>		
	<i>Ontwikkeling van schematisch model voor genereren van gedetailleerde BIM zorgt voor een zorgvuldige evaluatie van voorgestelde regelingen om te bepalen of gebouw aan functionele en duurzame eisen voldoet. Vroege evaluatie van alternatieve ontwerpen met behulp van analyse / simulatie-instrumenten verhoogt de algehele kwaliteit van het gebouw.</i>	Niet gedaan. Opdrachtgever had ‘geen budget om van een simpele opslag een groengebouw te maken’.	n.v.t.
<b>Vorbereiding sfase</b>	<i>Vroegere en nauwkeurige visualisaties van een Design</i>		
	<i>Tekeningen, overzichten, 3D kunnen vanuit BIM gegenereerd worden. De informatie in BIM wordt gebruikt om ontwerp in elk stadium te kunnen visualiseren. De uitvoer uit het model is consequent in tegenstelling tot 2D visualisatie.</i>	Ja. De opdrachtgever in Casus 2 heeft bij de start van het project een heldere visie van het eindresultaat. Naar mate er meer beslissingen genomen moeten worden, bestaat de kans dat er voor andere varianten wordt gekozen. In eerste instantie was alleen een opslag noodzakelijk. Later ook kantoorruimte.	Ja. Opdrachtgever kan op basis van visualisatie beslissingen nemen. Gekoppeld aan budget zijn er weinig argumenten nodig om een keuze te maken
<b>Vorbereiding sfase</b>	<i>Pak kostenramingen tijdens de ontwerpfasen</i>		
	<i>In elk stadium van het ontwerp kan een nauwkeurige berekening van hoeveelheden en ruimtes voor</i>	Ja. Ter controle van budgetten en	Ja, opmaken van vaste sjablonen zodat

	<i>calculaties gemaakt worden. In de eerdere fasen wordt gewerkt met kostenramingen voornamelijk gebaseerd op de kosten per eenheid per vierkante meter of kubieke meter. Omdat het ontwerp vordert en meer gedetailleerde hoeveelheden beschikbaar zijn, worden kostenramingen nauwkeuriger en gedetailleerder. Voor actoren is het mogelijk om op deze manier alternatieven af te prijzen. In de laatste fase is het mogelijk om een gedetailleerde kostenbegroting op te stellen op van hoeveelheden uit BIM. Als gevolg daarvan is het mogelijk om gefundeerde ontwerpbeslissingen met betrekking tot de kosten met behulp van BIM.</i>	planningen bijna onmisbaar.	wijzigingen direct zichtbaar worden.
<b>Vorbereiding sfase</b>	<i>Verbetering van de energie-efficiëntie en duurzaamheid</i>		
	<i>Koppeling van BIM aan energie-analyse-instrumenten helpt bij evaluatie van energieverbruik en keuze materialen tijdens ontwerpfasen. Energieanalyses worden aan einde van ontwerpproces uitgevoerd waardoor alternatieven voor verbeteringen van energieprestatie worden berekend. Koppelingsmogelijkheid om BIM aan verschillende analyse-instrumenten biedt mogelijkheden om gebouwen te verbeteren.</i>	Geen gebruik gemaakt van mogelijkheden van energieanalyses. (Niet gedaan. Opdrachtgever had 'geen budget om van een simpele opslag een groengebouw te maken'.)	n.v.t.
<b>Realisatiefase</b>	<i>Synchroniseer Bouwplanning</i>		
	<i>Bouwplanning met behulp van 4D CAD vereist het koppelen van een bouwplan aan de 3D-objecten in een ontwerp, zodat het mogelijk is om het bouwproces te simuleren. Het gebouw en het terrein kunnen op moment bekeken worden. De grafische simulatie geeft veel inzicht in hoe het gebouw gebouwd zal worden. Daarnaast kunnen potentiële problemen en kansen voor mogelijke verbeteringen in kaart gebracht worden (bouwplaats, bemanning, uitrusting, veiligheidsproblemen, ed.). Tijdelijke objecten (zoals steigers, kranen en andere groot materieel) kunnen gekoppeld worden aan activiteiten in planningen en simulaties.</i>	Ja. Planning is nodig. Bouwvolgorde van staalconstructie en afwerking worden gedaan met groot materieel op kleine bouwplaats.	Ja. Eenvoudig realistische planning. Uitvoeringsproces realistisch. Klein type kraan gekozen.
<b>Realisatiefase</b>	<i>Ontdek ontwerpfouten en omissies voor realisatie (Clash Detection)</i>		
	<i>Omdat BIM de bron voor alle 2D-en 3D-tekeningen is, worden ontwerpfouten veroorzaakt door inconsistente 2D tekeningen worden geëlimineerd. Door samenvoeging van invoer van verschillende actoren in één BIM kan gecontroleerd worden op botsingen van elementen en visueel voor andere soorten van fouten. De coördinatie tussen de deelnemende actoren is verbeterd en fouten van het weglaten wordt aanzienlijk verminderd. Dit versnelt het bouwproces, vermindert kosten, minimaliseert de kans op juridische geschillen, en voorziet in een soepeler procedure voor het gehele project team.</i>	Ja. Staalskelet is een vrij star element dat volledig geprefabriceerd wordt. Als blijkt bij uitvoering dat er een botsing is tussen element kan het staal niet (tot nauwelijks) worden aangepast.	Ja. In combinatie met de sprinklerinstallatie ideaal.
<b>Realisatiefase</b>	<i>Synchroniseer inkoop van ontwerp en uitvoering</i>		
	<i>BIM zorgt voor nauwkeurige hoeveelheden van alle (of de meeste, afhankelijk van de mate van 3D modellering) van de materialen en objecten. De hoeveelheden, de specificaties en eigenschappen kunnen worden gebruikt om materiaal van product leveranciers en onderaannemers (zoals prefab beton) aan te schaffen.</i>	Ja. Voor controle op offertes van aannemers, leveranciers en onderaannemers.	Ja. Minder tijd nodig voor controle. Elementen zijn gespecificeerd.
<b>Realisatiefase</b>	<i>Snel reageren op ontwerpwijzigingen of problemen op de bouwplaats</i>		
	<i>De impact van een voorgesteld ontwerpverandering kan in BIM worden ingevoerd. Sommige updates worden automatisch op basis van de vastgestelde parametrische regels gemaakt. Updates van BIM kunnen worden gecontroleerd en visueel bijgewerkt. De gevolgen van een verandering kan in BIM nauwkeurig worden weergegeven met alle daaropvolgende noodzakelijke wijzigingen. Bovendien, wijzigingen in het</i>	Ja. In Casus 2 is materiaalgebruik niet vastgesteld en is de opdrachtgever de beheerder van het complex. Het kan voor de opdrachtgever interessant zijn voor	Ja. Minder tijd nodig voor controle. Elementen zijn gespecificeerd.

	<i>ontwerp kunnen in BIM sneller worden opgelost, omdat wijzigingen worden gedeeld, gevisualiseerd, geschat, en opgelost zonder het gebruik van tijdrovende papieren transacties.</i>	een onderhoudsvrij(ere) en/of duurzame(re) variant te kiezen. Daaruit kunnen ontwerpwijzigingen ontstaan.	
<b>Realisatiefase</b>	<i>Gebruik Design Model als basis voor prefab componenten</i>		
	<i>Als het ontwerpmodel wordt omgezet in een fabricagemodel, bevat dit een juiste weergave van bouwelementen voor productie en bouw. Omdat de onderdelen al in 3D gedefinieerd zijn, wordt hun geautomatiseerde fabricage met behulp van numerieke besturingsmachines vergemakkelijkt. Uitwerking en productie van prefab component kan off-site, waardoor kosten en bouwtijd verminderen. De nauwkeurigheid van BIM maakt het mogelijk om grotere onderdelen te prefabriceren. De verwachting van on-site veranderingen (nabewerking) en het onvermogen om exacte afmetingen te voorspellen tot andere elementen worden door BIM opgelost.</i>	n.v.t.	n.v.t.
<b>Realisatiefase</b>	<i>Betere uitvoering en Lean bouwtechnieken</i>		
	<i>Lean bouwtechnieken, dient een zorgvuldige coördinatie tussen de hoofdaannemer en de onderaannemer om ervoor te zorgen dat het werk kan worden uitgevoerd wanneer de nodige middelen ter plaatse beschikbaar zijn. Dit minimaliseert verspilde moeite en vermindert de noodzaak om ter plaatse materiaal voorraden te hebben. Omdat BIM een nauwkeurig model van het ontwerp en de materiële middelen die nodig zijn voor elk segment van het werk biedt, vormt het de basis voor een betere planning en planning van onderaannemers en helpt om ervoor te zorgen just-in-time komst van mensen, apparatuur en materialen. Dit vermindert de kosten en zorgt voor een betere samenwerking op de bouwplaats.</i>	n.v.t.	n.v.t.
<b>Gebruiks- en beheerfase</b>	<i>Beter beheren en exploiteren van voorzieningen</i>		
	<i>BIM biedt een bron van informatie (afbeeldingen en specificaties) voor alle systemen die gebruikt worden in een gebouw. Voorgaande analysemethoden mechanische apparatuur, controlesystemen en andere ter bepaling kan worden aan de eigenaar, als middel voor het ontwerp met besluiten wanneer het gebouw wordt gebruikt. Deze informatie kan gebruikt worden om te controleren of alle systemen goed werken nadat het gebouw is voltooid.</i>	n.v.t.	n.v.t.
<b>Gebruiks- en beheerfase</b>	<i>Integratie met Facility Exploitatie en beheer van systemen</i>		
	<i>Als BIM is bijgewerkt met alle wijzigingen die tijdens de bouw, zorgt BIM voor een accurate bron van informatie over de as-built-ruimten en-systemen en biedt een goed uitgangspunt voor het beheer en de exploitatie van het gebouw. BIM ondersteunt monitoring van real-time besturingssystemen, kan zorgt voor een natuurlijke interface voor sensoren en afstandsbediening in beheer van faciliteiten.</i>	n.v.t.	n.v.t.

## EINDNOTEN

---

<sup>1</sup> Autodesk Building Design Suite Ultimate

<sup>2</sup> 1200 uur bezig zijn met het ondernemerschap om in aanmerking te komen voor zelfstandigenaftrek.

<sup>3</sup> 1200 uur bezig zijn met het ondernemerschap om in aanmerking te komen voor zelfstandigenaftrek.

<sup>4</sup> Rgd BIM norm: De actuele Rijksgebouwendienst Bouwwerk Informatie Model Norm, kortweg Rgd BIM Norm, adresseert in de context van DBFMO onder andere de volgende onderwerpen:

- De materiële en ruimtelijke elementen waarop de gevraagde functies en eisen uit de outputspecificatie betrekking hebben dienen in het gebouwmodel weergegeven te zijn.
- Aan het gebouwmodel dienen de gevraagde functies gekoppeld te zijn, zodanig dat duidelijk is welke componenten en ruimten relevant zijn voor de beoordeling van prestatie-eisen.
- De contractpartner is vrij in zijn keuze voor eigen bestandsformaten en applicaties. De informatie uit het gebouwmodel dient aangeleverd te worden in de vorm van de gebruikelijke CAD tekeningen en in het open bestandsformaat IFC.

<sup>5</sup> Little BIM is een BIM die intern bij één actor gebruikt wordt. Er kan een uitwisseling van informatie, in de vorm van IFC, tussen actoren plaats vinden. Echter werken alle actoren in zijn/haar eigen model. Communicatie vindt niet in het model plaats.

<sup>6</sup> Voluit: NEN 2634:2002 nl - Termen, definities en regels voor het overdragen van gegevens over kosten en kwaliteitsaspecten voor bouwprojecten. NEN 2634 geeft termen, definities en regels voor het overdragen van gegevens over kosten en kwaliteitsaspecten , bedoeld om te worden toegepast bij het overdragen van kosten- en kwaliteitsinformatie op het gebied van de woning- en utiliteitsbouw.

<sup>7</sup> Inmiddels is de opvolger verschenen, de Uniforme Administratieve Voorwaarden voor de uitvoering van werken 2012 (UAV 2012). De UAV 2012 wordt geheel buitenbeschouwing gelaten.

<sup>8</sup> BIM Intelligence

<sup>9</sup> BIM Intelligence

<sup>10</sup> Autodesk Building Design Suite Ultimate

<sup>11</sup> 1200 uur bezig zijn met het ondernemerschap om in aanmerking te komen voor zelfstandigenaftrek.