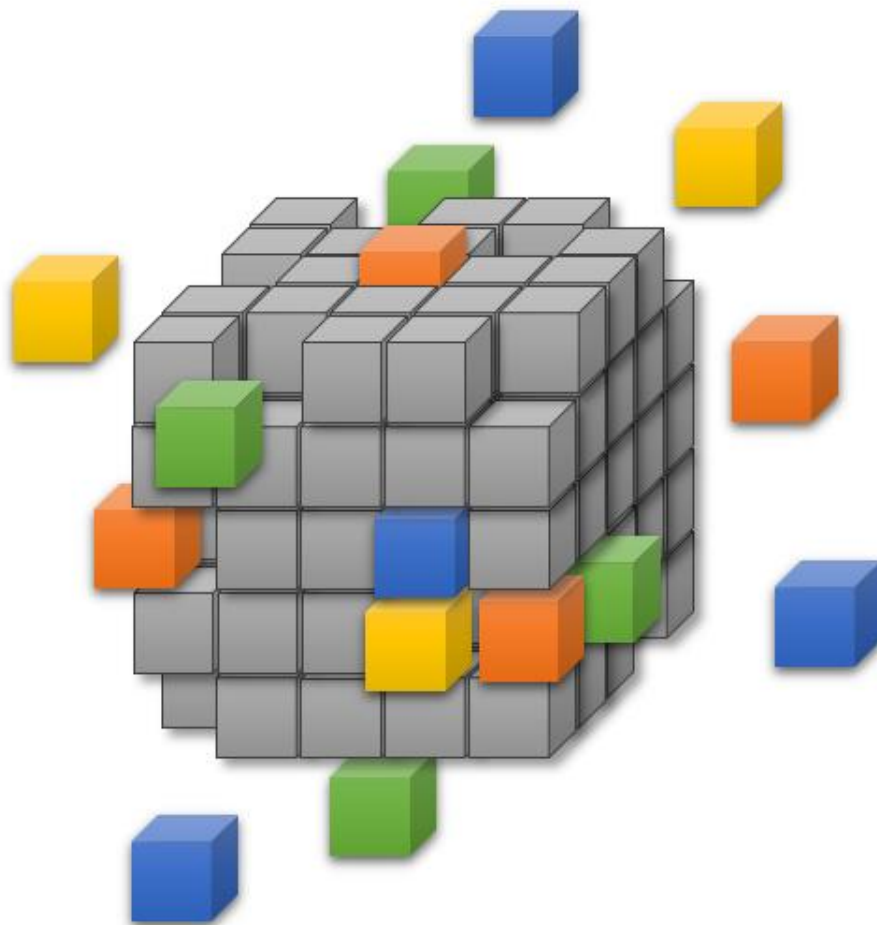


BIM in de bouwsector:

Uitwisselen van informatie met BIM tussen verschillende partners



J.H.H. Stopel

MSc Construction Management and Engineering
Faculteit Construerende Technische Wetenschappen
Universiteit Twente, Enschede

25 januari 2016

Colofon

Afstudeeronderzoek

Titel:	BIM in de bouwsector: Uitwisselen van informatie met BIM tussen verschillende partners
Auteur:	J.H.H. (Jurjen) Stopel
MSc:	Construction Management and Engineering (CME)
Onderwijsinstelling:	Universiteit Twente, Faculteit Construerende Technische Wetenschappen (CTW)
Bedrijf:	Dura Vermeer Bouw Hengelo B.V.
Status:	Definitief
Datum:	25-01-2016
Aantal Pagina's:	133

Begeleider(s)

Universiteit Twente:	Dr. J.T. (Hans) Voordijk Ir. S. (Sander) Siebelink
Dura Vermeer Bouw Hengelo:	ing. G.J. (Gert-Jan) Ditsel ing. E.H.J.M. (Erwin) Waanders

Universiteit Twente

Faculteit Construerende Technische Wetenschappen
Drienerlolaan 5
7552NB, Enschede
Tel. 053 - 489 91 11
Mail: info@utwente.nl

UNIVERSITEIT TWENTE.

Dura Vermeer Bouw Hengelo B.V.

Bosmaatweg 60
7556PJ, Hengelo
Tel. 074 - 255 21 10
Mail: info@duravermeer.nl



DURA VERMEER

Voorwoord

Voor u ligt mijn afstudeerscriptie ter afronding van de Master Construction Management and Engineering (CME) aan de Universiteit Twente. Deze scriptie is geschreven in opdracht van Dura Vermeer Bouw Hengelo (DVBH), waar ik mijn afstudeeronderzoek heb mogen uitvoeren. Vanaf juni 2015 tot en met januari 2016 ben ik bezig geweest met het onderzoek en schrijven van deze scriptie. Tevens heb ik gedurende deze periode deel uit mogen maken van de BIM-afdeling(en) bij DVBH. Hierin heb ik veel ervaring opgedaan van BIM in de praktijk. De theorie beschrijft allerlei idealistische BIM-aspecten. Het is toch een stuk complexer om de theorie van BIM te integreren in de praktijk.

Allereerst wil ik mijn begeleiders Hans Voordijk en Sander Siebelink van Universiteit Twente bedanken voor hun positieve steun, adviezen, snelle en kritische feedback. Ik heb de begeleiding en samenwerking als prettig en leerzaam ervaren.

Ook ben ik Gert-Jan Ditsel en Erwin Waanders van Dura Vermeer Bouw Hengelo dankbaar voor de begeleiding tijdens het onderzoek. De wekelijkse feedbackgesprekken, inbreng en dagelijkse steun waren erg bevorderlijk voor de uitvoering van het onderzoek. Beiden zijn veelvuldig een luisterend oor geweest op momenten wanneer ik dat nodig had. Ik heb ook veel van jullie inbreng geleerd! Bedankt voor jullie begeleiding. Verder wil ik ook de collega's bij Dura Vermeer Bouw Hengelo natuurlijk bedanken voor de informele en gezellige werksfeer. Ook wil ik Dura Vermeer als organisatie bedanken dat ik mijn afstudeeropdracht bij jullie heb mogen uitvoeren. Inmiddels heb ik al gemerkt dat jullie met de eerste aanbevelingen aan de slag zijn gegaan, dit vind ik fijn om te zien. Ik hoop dan ook dat mijn onderzoek een positieve bijdrage gaat leveren bij het gebruik van BIM in de toekomst.

Verder wil ik iedereen bedanken die ik tijdens dit onderzoek heb mogen interviewen en daarvoor tijd heeft vrijgemaakt. Zonder deze interviews was het onderzoek niet mogelijk geweest.

Tenslotte wil ik in het bijzonder mijn familie en vrienden bedanken voor alle steun en hulp gedurende het onderzoek. Door jullie steun en wijze raad kan ik mijn studententijd met trots afsluiten en met enthousiasme op zoek gaan naar nieuwe uitdagingen.

Ik wens jullie veel leesplezier.

Jurjen Stoppel

Hengelo, januari 2016.

Samenvatting

Dura Vermeer Bouw Hengelo (DVBH) is onderscheidend en gaat vernieuwend te werk. Zo heeft DVBH al enkele jaren geleden ervoor gekozen om gebruik te maken van de voordelen van BIM (bouw informatie model). Momenteel is DVBH nog steeds druk bezig met de ontwikkeling van BIM, met name om de bouwprocessen zowel efficiënter als effectiever te maken. Echter, DVBH loopt nog steeds tegen problemen aan bij het gebruik van BIM, waaronder het gebrek aan uitwisseling van volledige informatie tussen diverse partijen. Een oorzaak voor dit probleem, dat door DVBH wordt aangedragen, is dat verschillende partijen nog niet zover zijn met BIM om de gewenste informatie aan een BIM-model te leveren. Aan de hand van dit probleem is de volgende **probleemstelling** opgesteld:

Op dit moment wordt door verschillende partijen onvoldoende informatie aan het BIM-model geleverd, waardoor partijen niet direct verder kunnen werken met de informatie in het model.

Het eerste doel van dit onderzoek is om eerst de oorzaak die door DVBH is aangedragen te onderzoeken. Hiervoor is er gebruik gemaakt van een model om de volwassenheid/niveau van BIM bij diverse partijen inzichtelijk te krijgen. Aangezien DVBH met veel verschillende partijen samenwerkt, is ervoor gekozen om een selectie van partners van DVBH te onderzoeken (dertien in totaal). Deze partners zijn geselecteerd op basis van twee cases die vervolgens worden gereflecteerd met de gemeten BIM-volwassenheidsniveaus van de onderzochte organisaties. Nadat de volwassenheid van BIM bij de gemeten organisaties inzichtelijk is gemaakt, is het tweede doel van dit onderzoek van start gegaan. Er is diepgaand onderzoek toegepast naar de uitwisseling van informatie met BIM. Hiervoor is een vragenlijst opgesteld om de barrières, oplossingen en de objectattributen, die de organisaties nodig hebben om met een model verder te kunnen werken, inzichtelijk te maken. Met behulp van de gegevens uit het BIM-volwassenheidsmodel, vragenlijst en theorie zijn er uiteindelijk voorwaarden opgesteld om informatie-uitwisseling met BIM tussen DVBH en haar partners in de toekomst te verbeteren.

Opvallende aspecten, die uit de BIM-volwassenheidsmetingen naar voren zijn gekomen, zijn dat de basis aspecten die zich bevinden op het strategisch vlak om BIM in de praktijk te implementeren aanzienlijk laag hebben gescoord. Hieruit komt het gebrek aan een helder gedocumenteerde en gezamenlijke BIM-visie en -doelstellingen, BIM-taken en -verantwoordelijkheden, en BIM-procedures en -werkinstructies naar voren. Een oorzaak hiervoor is dat diverse organisaties niet de voordelen van BIM zien om tijd in BIM te steken waardoor de persoonlijke motivatie bij deze organisaties lager ligt dan bij organisaties die deze aspecten wel gedocumenteerd hebben.

Uit de tweede praktijkstudie zijn veel barrières te relateren aan het gebruik van IFC-bestandsformaten, waarin organisaties worden beperkt in het ICT-gebruik. Tevens wordt hier aangegeven dat de procedures en werkinstructies ontbreken waardoor diverse organisaties niet beschikken over de kennis en vaardigheden voor de IFC-bestandsformaten, waardoor informatieverlies plaatsvindt bij het importeren en exporteren van deze bestandsformaten. Daarbij hebben organisaties belang bij het opstellen van (gezamenlijke) afspraken in de procedures en werkinstructies om de grootte, hoeveelheid en detailniveaus van BIM-modellen zo beknopt mogelijk te houden. Momenteel heeft elke organisatie hun eigen procedure of werkinstructie beschreven, maar zijn deze procedures en werkinstructies niet op elkaar afgestemd. Als laatste hebben veel organisaties aangegeven belang te hebben bij een breed gedragen standaard, waardoor extra inspanningen voorkomen kunnen worden. Deze breed gedragen standaard kan alleen door de grote opdrachtgevers in de bouwsector worden afgestemd en gehanteerd.

Aan de hand van al deze gegevens en analyses zijn een zestal voorwaarden opgesteld om informatie-uitwisseling met BIM tussen DVBH en haar partners in de toekomst te verbeteren. Deze voorwaarden moeten in een vooraf opgesteld plan worden toegepast. Hierbij moet er eerst een gezamenlijke richtlijn aan ten grondslag worden gelegd voordat enkele andere voorwaarden efficiënt toegepast kunnen worden.

Over het algemeen komt uit de resultaten van het onderzoek naar voren dat alle organisaties bezig zijn met hun eigen 'BIM-deel', maar dat de afstemming tussen al deze 'BIM-delen' ontbreken. Deze afstemming tussen partijen kunnen zij realiseren door met elkaar om tafel te gaan door middel van break-out sessies.

Summary

Dura Vermeer Bouw Hengelo (DVBH) is a distinctive and innovative construction corporation. For example, several years ago DVBH chose to make use of the advantages of BIM (Building Information Modeling). Currently, DVBH is still busy with the development of BIM to make the construction process more efficient and more effective. However, DVBH still has problems with the use of BIM, including the lack of comprehensive exchange of information between various parties. A cause for this problem that is suggested by DVBH is that different parties are not yet fully comfortable with BIM in order to provide the desired information to a BIM-model. On basis of this problem, the following problem definition is made:

At present, various parties provides insufficient information to the BIM-model, whereby parties cannot continue their work on basis of the information in the model.

The first goal of this research is to investigate the potential cause that is suggested by DVBH. To investigate this goal, a model is used to measure the BIM-maturity level of various parties. Since DVBH interacts with many different parties, it is decided to investigate a selection of partners of DVBH (thirteen in total). A case study is used to investigate this goal. For this goal, two cases are used to select the thirteen partners of DVBH and to reflect the barriers of these cases with the measured BIM-maturity of the parties. After the BIM-maturity of the measured organisations have been made transparent, the second purpose of this investigation follows. The second goal is an in-depth research to the exchange of information with BIM. A questionnaire is prepared for this goal to make the barriers, solutions and object-attributes that the organisations need to continue with the model visible. By means of the data that is gathered from the BIM-maturity model, questionnaire and theory, ultimately conditions could be drafted to improve the exchange of information with BIM among DVBH and its partners in the future.

Striking aspects that comes from the BIM-maturity measures, is that the basic aspects that are related to the strategic level to implement BIM have a significantly low score. It emerges from the lack of clearly documented and shared BIM-vision and -objectives, BIM-tasks and -responsibilities, and BIM-processes and -work instructions. One reason for this is that various organisations do not see the benefits of BIM to make time for BIM. These organisations have a lower personal motivation than the organisations that have documented the aspects to implement BIM in practice.

Within the in-depth research, many barriers can be related to the usage of IFC-file formats, in which organisations are limited in the use of ICT. In this research, it is also indicated that there is a lack of procedures and work instructions. By this, various organisations do not have sufficient knowledge and skills of IFC-file formats available that results in information loss by the import and export of these file formats. In addition, organisations have an interest in the establishment of (joint) agreements in the procedures and work instructions to limit the size, quantity and level of detail of BIM models. Currently, each organisation has described its own procedure and work instruction, but they didn't align their procedures and work instruction with each other. Finally, many organisations have indicated that they have an interest in a widely supported standard to prevent additional efforts. This widely supported standard can only be aligned and applied by the large corporations in the construction industry.

On the basis of all data and analyses in this research, six conditions are drawn to improve the exchange of information with BIM between DVBH and its partners in the future. These conditions must be applied in a pre-determined plan. Before some conditions can be efficiently applied, a common underlying directive must be made.

In general, this research shows that all organisations are busy with their own BIM template, but the alignment between all these templates are missing. The alignment between these parties can be realised by using breakout sessions improve the collaboration between all parties.

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Samenvatting.....	4
Summary	6
1. Inleiding.....	14
1.1 Aanleiding.....	14
1.2 Probleemstelling.....	15
1.3 Doelstellingen.....	15
1.3 Onderzoeksvragen.....	16
1.4 De onderzoeksmethode	18
1.4.1 Methode van gegevensverzameling.....	18
1.4.2 Casestudie	19
1.4.3 Gegevensverzameling voor het beantwoorden van de deelvragen	20
1.4.4 Antwoord op hoofdvraag	22
1.5 Onderzoeksopzet.....	23
1.6 Afbakening van het onderzoek.....	25
1.7 Praktische en academische relevantie	25
2. Literatuurstudie	26
2.1 Bouw Informatie Model / Building Information Modeling	26
2.2 Informatie-uitwisseling met BIM.....	28
2.3. Voordelen en uitdagingen van BIM.....	29
2.3.1 Voordelen van BIM	29
2.3.2 Uitdagingen van BIM	30
2.4 BIM-volwassenheidsmodel	34
2.4.1 Bepalen van relevante BIM-volwassenheidsaspecten	34
2.4.2 Analyse bestaande BIM-volwassenheids- (Maturity) modellen	34
2.4.3 Selectie van een BIM-volwassenheidsmodel	42
2.5 Theoretisch model voor interorganisationeel ICT-gebruik	44
3. Praktijkstudie: resultatenanalyse	46
3.1 Praktijkstudie 1: algemene scan.....	46
3.1.1 Het gewenste BIM-volwassenheidsniveau.....	47
3.1.2 Het BIM-volwassenheidsniveau van Dura Vermeer Bouw Hengelo	50
3.1.3 De BIM-volwassenheidsniveaus van de partners van DVBH.....	55
3.1.4 Verschillen en overeenkomsten in niveau tussen de partners en DVBH.....	63
3.1.5 Koppeling praktijkstudie één aan de theorie	66

3.2 Praktijkstudie 2: diepgaande scan.....	75
3.2.1 Barrières van de vier subcriteria	76
3.2.2 Objectattributen.....	82
3.2.3 Koppeling praktijkstudie twee aan de theorie	84
4. Oplossingen	90
4.1 Relatie tussen de barrières.....	90
4.1.1 Suggesties	93
4.2 Definitieve voorwaarden	95
5. Conclusie & Discussie	99
5.1 Conclusie	99
5.2 Discussie	100
5.3 Aanbeveling.....	101
5.4 Vervolgonderzoek	102
Referenties	103
Bijlagen	105
Bijlage 1: omschrijving subcriteria.....	106
Bijlage 2: vragenlijst Universiteit Twente BIM-maturity model analyse & Best practices.....	108
Bijlage 3: gewenst BIM-volwassenheidsniveau.....	110
Bijlage 4: overzicht BIM-niveau Dura Vermeer Bouw Hengelo.....	119
Bijlage 5: voor- en nadelen BIM m.b.t. de twee cases	120
Bijlage 6: overzicht BIM-niveaus van de partners van DVBH	121
Bijlage 7: overzicht BIM-niveaus van de partners en DVBH.....	122
Bijlage 8: vragenlijst voor de diepgaande scan	124

Lijst met figuren

Figuur 1: visualisatie de Tuinen van Vleuten.....	19
Figuur 2: visualisatie Twinta	19
Figuur 3: onderzoeksopzet.....	23
Figuur 4: activiteiten die toegepast kunnen worden met BIM (The Pennsylvania State University, 2012).....	27
Figuur 5: informatiestroom ideale situatie en traditionele situatie (Fikkers, Nieuwenhuizen, Rijssen, & Schaap, 2012)	28
Figuur 6: AEC business interoperability framework (Grilo & Jardim-Goncalves, 2010).....	31
Figuur 7: BIM Capability Stages (Succar, 2010)	36
Figuur 8: BIMMI (Succar, 2010)	37
Figuur 9: score in detail (KPI's) (Sebastian & van Berlo, 2010)	38
Figuur 10: score pre hoofdbestanddeel (Sebastian & van Berlo, 2010)	38
Figuur 11: iBIM Maturity overzicht (BIS, 2011)	38
Figuur 12: template maturity model (The Pennsylvania State University, 2012)	40
Figuur 13: theoretisch model (Adriaanse, Voordijk, & Dewulf, 2010)	44
Figuur 14: theoretisch model (Adriaanse et al., 2010).....	72
Figuur 15: template objectattributen op entiteiten-niveau	82
Figuur 16: benodigde objectattributen van een wand bij partners.....	83

Lijst met tabellen

Tabel 1: aspecten	34
Tabel 2: overzicht BIM-maturity modellen	35
Tabel 3: BIM Quickscan (Sebastian & van Berlo, 2010).....	37
Tabel 4: de Pennsylvania University State criteria	39
Tabel 5: hoofdcriteria van de BIM-maturity model	41
Tabel 6: Best practices aspecten	41
Tabel 7: beoordeling van de BIM-volwassenheidsmodellen.....	42
Tabel 8: overzicht hoofdcriteria met de subcriteria.....	46
Tabel 9: namen van de geïnterviewde partners	55
Tabel 10: overzicht barrières van praktijkstudie één en twee	90

Begrippenlijst

BIM-champion:

Een centraal persoon die aangewezen is voor de implementatie van BIM binnen een organisatie.

BIMmen:

Het modelleren van BIM-objecten in een BIM-model.

BIM-volwassenheidsniveau / BIM-niveau:

Een bepaald niveau waarin een organisatie zich bevindt met het gebruik van BIM.

BIM-volwassenheidsmodel / BIM-maturity model:

Een middel om het BIM-niveau van een organisatie te meten.

BIM wash:

Het houdt in dat bedrijven zeggen dat zij kunnen BIMmen, maar in werkelijkheid is dit echter een schijn.

Break-out sessie:

Een relatief korte sessie waarin een kleine groep deelnemers één of meerdere specifieke onderwerpen of aspecten bespreken.

Clash detectie:

Het integreren van verschillende modellen van diverse partijen om dit vervolgens te controleren modelleringsfouten.

Data-uitwisseling:

De uitwisseling van data/informatie, het delen en verder werken op basis van gegevens (bouwmodellen) van partners.

Documentmanagementsysteem:

Een systeem om documenten gestructureerd op te slaan, bijvoorbeeld op auteur, omschrijving, datum. Het is een database waar verschillende partijen toegang tot hebben, zoals SharePoint of een Cloud.

Faalkosten:

Kosten die ontstaan door eigen fouten tijdens het productieproces. Ook vallen hieronder de kosten die gemaakt worden nadat er klachten vanuit de klant na oplevering moeten worden opgelost.

Geometrische informatie:

Informatie van een object, zoals lengte, breedte, hoogte en oppervlakte.

iBIM:

Volledig open proces en data integratie mogelijk door web services gesteund door IFC-standaard en gemanaged door een samenwerkende model server.

IFC:

Een open standaard om interoperabiliteit via software mogelijk te maken.

Interoperabiliteit:

De communicatie van verschillende systemen, software of organisaties.

Niet-geometrische informatie:

Informatie van een object, zoals brandveiligheidsklasse of draagkracht van een muur. Niet-geometrische informatie wordt ook wel intelligente informatie genoemd.

Nulpunt:

Een startpositie/coördinaat om modellen op de juiste posities in te laden

Object:

Een tastbaar iets, zoals een muur of een kolom.

Objectattributen:

De niet-geometrische eigenschappen of informatie van een object.

Objectbibliotheken:

Een verzameling van gestandaardiseerde objecten in één bibliotheek.

Objectenstructuur / objectdecompositie:

Een methodiek voor naamgeving en codering van objecten (bijv. een Stabu, RGB BIM norm of een NL-SfB codering).

Organisatiecultuur:

De waarden en werkwijzen binnen een organisatie.

Partner:

Bouwpartij waarmee DVBH een samenwerking voor lange termijn is aangegaan. In dit onderzoek zijn het de toeleveranciers en installateur met wie DVBH een partnerovereenkomst heeft.

Revit:

Software die in de bouw veel gebruikt wordt om BIM toe te passen.

Software:

Besturings- en toepassingsprogramma's waarmee BIM-toepassingen worden gefaciliteerd.

Trial and Error:

Het toepassen van bepaalde software en vervolgens te leren van de gemaakte fouten.

Update / upgrade:

Het actualiseren of bijwerken van een softwarepakket.

Afkortingen

AEC:

Architectuur, Engineering en Constructie.

BIM:

Building Information Model / Bouw Informatie Model.

DVBH:

Dura Vermeer Bouw Hengelo B.V.

ICT:

Informatie en communicatietechnologie.

IFC:

Industry Foundation Classes.

IT:

Informatietechnologie.

PCS:

Pre Choice System: een concept van een standaard woning bij DVBH.



1. Inleiding

Dit onderzoek wordt uitgevoerd als afstudeeronderzoek voor de masteropleiding Construction Management & Engineering aan de Universiteit Twente. Dit hoofdstuk start met de aanleiding (1.1), gevolgd door de probleemstelling (1.2), doelstellingen (1.3), onderzoeksvragen (1.4), methode van gegevensverzameling (1.5), onderzoeksopzet (1.6), afbakening van het onderzoek (1.7) en ter afsluiting van het hoofdstuk wordt de relevantie van het onderzoek beschreven (1.8).

1.1 Aanleiding

De term BIM is momenteel een veel besproken onderwerp binnen de bouwwereld en staat voor Bouw Informatie Model. Het is ontstaan rond de jaren 1980 en in het begin van 1990 in de bouwwereld, maar kwam pas tot bloei in de 21^e eeuw (Linderoth, 2010). Bouw Informatie Modellen zijn intelligente modellen (n-D modellen) die data bevatten, deze data kunnen door verschillende gebruikers worden ingebracht en worden gebruikt voor bijvoorbeeld het visualiseren van een planning of het maken van een calculatie. BIM wordt gezien als één van de oplossingen om zowel effectiever als efficiënter te werken. Met BIM werken alle ketenpartners aan één BIM-model, hierdoor zijn de bouwtekeningen en de gegevens over de materialen, die gebruikt moeten worden voor het bouwwerk, altijd up-to-date (Azhar, Hein, & Sketo, 2011). Dit levert minder bouwfouten, de fouten kunnen vroegtijdig worden vermeden. Dit heeft uiteindelijk als voordeel dat het project zowel minder kans loopt op kostenoverschrijding als dat de planning uitloopt.

Dura Vermeer Bouw Hengelo (DVBH) is actief in bouw, infrastructuur, engineering en dienstverlening. Projecten worden daarbij in opdracht van derden en voor eigen risico ontwikkeld, gerealiseerd en geëxploiteerd. DVBH is onderscheidend en gaat vernieuwend te werk. Samen met zijn partners bieden zij toonaangevende, integrale en duurzame oplossingen voor uiteenlopende bouwopgaven (Dura Vermeer, 2015a). DVBH is momenteel bezig om BIM binnen het bedrijf naar een hoger niveau te brengen. Verder heeft DVBH veel (jong) personeel in dienst genomen voor de ontwikkeling van BIM. DVBH is momenteel erg druk bezig met de ontwikkeling van BIM, om de bouwprocessen binnen DVBH zowel efficiënter als effectiever te maken. Hiervoor heeft DVBH een standaard richtlijn ontwikkeld waarin wordt aangegeven over hoe een BIM-model gemodelleerd moet worden om het model als primaire informatiedrager in het bouwproject te laten fungeren (Dura Vermeer, 2015b).

Ondanks de ontwikkelingen van BIM loopt DVBH tegen een probleem aan. Het probleem is dat de informatie-uitwisseling met BIM tussen diverse partijen nog niet altijd goed loopt. Hierbij is door DVBH aangegeven dat dit voornamelijk komt doordat partijen aangeven dat zij BIM kunnen toepassen en het tijdens het bouwproject verzuimen. Door het verzuim van BIM wordt er onvoldoende informatie door verschillende partijen in het BIM-model toegevoegd, waardoor iedere partij niet de informatie uit het model kan genereren welke voor de betrokken partij van belang is. Er is aangegeven dat het model voornamelijk bestaat uit geometrische informatie en onvolledige niet-geometrische informatie, zoals de afwezigheid van informatie dat betrekking hebben op de brandveiligheid, waardoor het model geen intelligent model is. DVBH heeft aangegeven dat er niet voldoende objectattributen (intelligentie voor het model) in het BIM-model worden verwerkt. Hierdoor kunnen partijen niet alle informatie, die zij nodig hebben, genereren uit het model. Het proces van informatie-uitwisseling tussen partijen kent geen problemen, maar de informatie die uitgewisseld wordt door diverse partijen middels het BIM-model is niet op een zodanig niveau dat hiermee verder gewerkt kan worden. Hierdoor moeten deze partijen extra werk verrichten om deze informatie bruikbaar te maken. Het verrichten van extra werk door diverse partijen heeft als gevolg dat hieraan extra tijd en kosten verbonden zijn. Om dit probleem in de toekomst te kunnen verbeteren, heeft DVBH Universiteit Twente gevraagd om een onderzoek te verrichten naar het BIM-



gebruik bij partners en DVBH om informatie-uitwisseling met BIM tussen DVBH en de partners in de toekomst te verbeteren.

1.2 Probleemstelling

De probleemstelling van dit onderzoek is als volgt gedefinieerd:

Op dit moment wordt door verschillende partijen onvoldoende informatie aan het BIM-model geleverd, waardoor partijen niet direct verder kunnen werken met de informatie in het model.

DVBH loopt regelmatig tegen het probleem aan dat er onvoldoende informatie aan het BIM-model wordt geleverd, waardoor diverse partijen niet direct verder kunnen werken met de informatie die door andere partijen aan het model wordt toegevoegd. Hierdoor ontstaan er informatie-uitwisselingsproblemen tussen partijen welke betrekking hebben op de geometrische informatie en met name de niet-geometrische informatie in het BIM-model. Door DVBH is aangegeven dat diverse partijen zich niet op een zodanig BIM-niveau bevinden om voldoende (niet-)geometrische informatie aan het BIM-model te leveren. Hierdoor kunnen diverse partijen niet direct verder werken aan de hand van informatie welke door andere partijen wordt toegevoegd aan het model. Desalniettemin is er door DVBH aangegeven dat het proces van informatie-uitwisseling over het algemeen goed verloopt doordat de partijen zich op een gewenst BIM-niveau bevinden. Echter, de uitgewisselde informatie is volgens DVBH van onvoldoende niveau, omdat er onvoldoende niet-geometrische (intelligente) informatie aan het model wordt geleverd, waardoor DVBH en de partners niet verder kunnen werken met de geleverde informatie aan het BIM-model.

1.3 Doelstellingen

Dit onderzoek bevat twee doelstellingen die uit de probleemstelling zijn ontstaan. De doelstellingen van dit onderzoek zijn als volgt geformuleerd:

1. Het kunnen meten van de BIM-niveaus van de partners om inzichtelijk te maken welke partners voldoen aan het gewenste niveau voor DVBH en welke problemen optreden bij de informatie-uitwisseling met BIM tussen diverse partijen.
2. Het opstellen van voorwaarden om het informatieniveau in een BIM-model tussen DVBH en de partners in de toekomst te kunnen verbeteren.

Het eerste doel van dit onderzoek is om de BIM-niveaus van de partners vast te stellen. DVBH heeft aangegeven dat diverse partners niet op het vereiste BIM-niveau werken die door DVBH gewenst zijn, waardoor diverse partijen BIM onvoldoende kunnen toepassen gedurende een bouwproject. Door de BIM-niveaus inzichtelijk te maken kan DVBH de partners met een BIM-niveau onder het vereiste BIM-niveau van DVBH helpen om het BIM-niveau van deze partners te verbeteren naar een gewenste situatie voor DVBH. Hierdoor zouden de partners beter in staat moeten zijn om een beter informatieniveau (zowel geometrische als niet-geometrische informatie) te bereiken, waardoor informatie-uitwisseling met BIM beter zal verlopen. Het tweede doel van dit onderzoek is om voorwaarden op te stellen om het informatieniveau in een BIM-model tussen DVBH en partners te verbeteren. Momenteel wordt voornamelijk geometrische informatie (data) aan het model geleverd door diverse partijen. Door het opstellen van voorwaarden zouden DVBH en de partners de benodigde informatie, geometrische en niet-geometrische informatie moeten krijgen om de informatie-uitwisseling zowel efficiënter als effectiever te laten verlopen.



1.3 Onderzoeksvragen

Om deze doelen te kunnen bereiken kan de volgende hoofdvraag worden geformuleerd:

Welke voorwaarden moet Dura Vermeer Bouw Hengelo opstellen om informatie-uitwisseling door het gebruik van BIM met partners te kunnen verbeteren?

Uit de hoofdvraag volgen deelvragen die geformuleerd zijn om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden. Door het integreren en beantwoorden van de sub-deelvragen en de deelvragen zal de hoofdvraag beantwoord kunnen worden.

De deelvragen zijn:

- a) Welk volwassenheidsmodel wordt toegepast om het BIM-niveau van DVBH en haar partners te meten?
 1. Wat is BIM volgens de theorie?
 2. Hoe zou het gebruik van informatie-uitwisseling met BIM tussen bedrijven volgens de theorie moeten plaatsvinden?
 3. Wat zijn de voordelen en uitdagingen van BIM volgens de literatuur?
 4. Welke aspecten zijn van belang om een geschikt BIM-volwassenheidsmodel te selecteren?
 5. Welke volwassenheidsmodellen zijn beschikbaar met betrekking tot BIM?
 6. Welk volwassenheidsmodel voldoet het meest aan de opgestelde aspecten voor het meten van BIM-niveaus bij bedrijven?
- b) Wat is het huidige BIM-volwassenheidsniveau van DVBH en haar partners?
 1. Welk BIM-volwassenheidsniveau is voor DVBH en haar partners vereist?
 2. Hoe volwassen is DVBH met het gebruik van BIM?
 3. Hoe volwassen zijn de partners van DVBH met het gebruik van BIM?
 4. Hoe volwassen zijn DVBH en de partners ten opzichte van elkaar?
- c) Waar lopen DVBH en de partners tegenaan tijdens het gebruik van software, objectdecompositie, objectattributen en data-uitwisselingen met BIM?
 1. Wat zijn de barrières van software, objectdecompositie, objectattributen en data-uitwisseling aspecten met BIM tussen DVBH en de partners?
 2. Welke objectattributen zijn essentieel voor de partners van DVBH om verder te kunnen werken met BIM zonder dat er extra inspanningen verricht moeten worden?
 3. Welke mogelijkheden zijn er om de barrières van software, objectdecompositie, objectattributen en data-uitwisseling weg te nemen?

Ten eerste wordt de bijdrage van elke deelvraag toegelicht. Vervolgens wordt in paragraaf 1.4 uitgelegd hoe de drie deelvragen worden beantwoord.

Deelvraag A is geformuleerd om een theoretisch onderzoek te verrichten naar een geschikt theoretisch volwassenheidsmodel om het BIM-niveau van DVBH en de partners inzichtelijk te maken. De term BIM wordt eerst beschreven, waarna beschreven wordt hoe informatie-uitwisseling met BIM volgens de theorie moet plaatsvinden en waaruit deze informatie volgens de theorie moet bestaan. Vervolgens worden aspecten bepaald door DVBH om een geschikt BIM-volwassenheidsmodel te kunnen selecteren uit een aantal BIM-volwassenheidsmodellen die beschikbaar zijn.



Om een geschikt BIM-volwassenheidsmodel te kunnen selecteren, is het aspect van informatie-uitwisseling het meest relevant, daarbij kunnen bijvoorbeeld de volgende aspecten ook van belang zijn:

- Aanwezigheid van een BIM-visie;
- Ondersteuning vanuit management;
- Aanwezigheid van BIM-experts;
- Verdeling van taken en verantwoordelijkheden;
- Het gebruik van software.

Met behulp van een geschikt volwassenheidsmodel kan vervolgens onderzocht worden wat het BIM-niveau van elk bedrijf is, zodat partners met een lager BIM-niveau dan de vooraf gestelde BIM-niveaus door DVBH (eventueel) ondersteuning van DHVB kunnen krijgen om het BIM-niveau te kunnen verbeteren. Hierdoor kan het bouwproces zowel efficiënter als effectiever worden uitgevoerd wat kan leiden tot kostenreductie en minder bouwfouten.

Deelvraag B is een algemene scan naar het BIM-volwassenheidsniveau van DVBH en partners. Hierbij wordt het volwassenheidsmodel in de praktijk getoetst om een overzicht te creëren van het BIM-niveau bij DVBH en de partners. Het BIM-volwassenheidsniveau van DVBH en partners wordt gemeten op project-niveau, door middel van twee projecten. Met deze gegevens kunnen de BIM-volwassenheidsniveaus van diverse bedrijven inzichtelijk worden gemaakt. Daarbij moet van tevoren het BIM-volwassenheidsniveau, dat vereist/gewenst wordt, door DVBH worden vastgelegd. Door middel van deze metingen kan worden aangegeven welke partners ondersteund kunnen worden en welke partners ondersteuning aan DVBH kunnen bieden. Verder wordt er in de laatste sub-deelvraag ook oplossingen beschreven hoe de volwassenheid van DVBH en zijn partners verbeterd kan worden.

Deelvraag C is een diepgaande scan naar de volgende aspecten van het BIM-volwassenheidsmodel: (1) het gebruik van software, (2) data-uitwisseling (datamanagement) en (3) objectdecompositie en (4) objectattributen. Allereerst wordt het huidige BIM-niveau van DVBH en partners op de voorgenoemde aspecten aan de hand van de volwassenheidsmetingen diepgaand onderzocht. Hierbij worden de antwoorden van de interviews van alle (ondervraagde) bedrijven met elkaar vergeleken, zodat de barrières van deze vier aspecten bepaald kunnen worden. Daarnaast volgt er een tweede vragenlijst voor DVBH en de partners, waarbij een onderzoek plaatsvindt naar de volledigheid van data aan objecten (objectattributen) in een BIM-model: zit al het benodigde informatie die partners nodig hebben in het model of ontbreekt er nog (niet-geometrische) informatie? Tijdens het startgesprek met DVBH werd aangegeven dat niet alle objectattributen (niet-geometrische informatie, zoals informatie dat betrekking hebben op de brandveiligheid en draagkracht) aanwezig zijn voor de uitwisseling van informatie met BIM tussen diverse partijen en waardoor diverse partijen niet direct verder kunnen werken met de informatie die door andere partijen wordt toegevoegd. Dit is een grote barrière voor de informatie-uitwisseling met BIM tussen DVBH en partners om verder te kunnen werken aan de hand van informatie van diverse partijen. Nadat de objectattributen inzichtelijk gemaakt zijn, worden vervolgens oplossingen beschreven hoe de barrières van de andere drie aspecten aangepakt kunnen worden.

Bij het beantwoorden van deze deelvragen kunnen voorwaarden worden opgesteld om informatie-uitwisseling tussen DVBH en partners met betrekking tot BIM in de toekomst te verbeteren. In de volgende paragraaf wordt voor elke deelvraag de methode van gegevensverzameling beschreven, om uiteindelijk de hoofdvraag te beantwoorden. Deze paragraaf wordt gevolgd door figuur 3 waarin het opzet van het onderzoek inzichtelijk wordt gemaakt.



1.4 De onderzoeksmethode

In deze paragraaf wordt uitgelegd hoe gegevens voor het onderzoek worden verzameld om de deelvragen en uiteindelijk de hoofdvraag te kunnen beantwoorden. Hierbij wordt als eerste beschreven welk type onderzoeksmethodiek wordt toegepast. Vervolgens wordt per deelvraag beschreven hoe gegevens worden verzameld om de deelvragen te kunnen beantwoorden.

1.4.1 Methode van gegevensverzameling

Het onderzoek wordt uitgevoerd aan de hand van een kwalitatieve onderzoeksmethode. Deze aanpak voor het onderzoek wordt gebruikt om diepgaande gegevens te verkrijgen (Leedy & Ormrod, 2014). Verschillende data worden verzameld en beoordeeld om vanuit verschillende invalshoeken een informatierijk figuur te kunnen genereren in een veelzijdige en complexe situatie (Leedy & Ormrod, 2014). De data die verzameld worden om de deelvragen en uiteindelijk de hoofdvraag te kunnen beantwoorden worden met behulp van de volgende onderzoeksmethoden uitgevoerd:

- Literatuur;
- Documentatie;
- Interviews.

Als eerste worden deze methoden voor gegevensverzameling kort toegelicht. Tijdens het beschrijven van gegevensverzameling om de deelvragen te kunnen beantwoorden, wordt uitgebreid beschreven hoe de methoden kunnen bijdragen aan het verkrijgen van data voor de deelvragen. Om de eerste twee sub-deelvragen van deelvraag één te beantwoorden wordt literatuur gebruikt. Deze methode wordt toegepast om een geschikt volwassenheidsmethode voor het onderzoek te kunnen bepalen, om de volwassenheid van bedrijven te kunnen meten, om geschikte vragen voor de interviews te kunnen opstellen en om de aspecten voor deelvraag c in detail te bestuderen. De tweede methode documentatie wordt gebruikt om de cases/projecten die gebruikt worden voor het onderzoek te kunnen analyseren. De laatste methode, namelijk interviews, wordt gebruikt voor het verkrijgen van gegevens van DVBH en partners om zowel de BIM-volwassenheidsniveaus te meten als de diepgaande scan voor de informatie-uitwisseling met BIM te kunnen uitvoeren en te bestuderen.



1.4.2 Casestudie

In een case studie wordt een bepaald individueel programma of event in diepte bestudeerd voor een bepaalde periode (Leedy & Ormrod, 2014). De selectie van de partners van DVBH die nodig is voor het meten van de BIM-volwassenheidsniveaus en het verkrijgen van informatie voor de diepgaande scan wordt met name aan de hand van twee cases geselecteerd.

De eerste case die in dit onderzoek wordt gebruikt, is een laagbouw project: 'De Tuinen van Vleuten'. Het project bestaat uit 22 woningen waarvan 20 twee-onder-één-kap woningen en 2 vrijstaand geschakelde woningen (figuur 1). In het project zijn in totaal 17 partners betrokken gedurende het bouwproces. Hiervan worden 7 partners geïnterviewd om het BIM-niveau inzichtelijk te maken. De tweede case die in dit onderzoek wordt gebruikt, is een hoogbouw project: 'Twinta Handelstraat te Hengelo'. Het project bestaat uit vijf bouwlagen die bestemd zijn voor de zorginstelling, genaamd: Carint Reggeland (figuur 2). De eerste twee bouwlagen zijn gereserveerd voor 16 appartementen, een restaurant en een kapper. De laatste drie bouwlagen bestaan uit een gezamenlijke keuken, een buitentuin en 36 kamers die gereserveerd zijn voor mensen die meer zorg nodig hebben, zoals mensen met dementie. In het project zijn in totaal 46 leveranciers betrokken. Van drie partners wordt het BIM-niveau gemeten. Naast deze twee projecten worden drie andere vaste partners van DVBH geïnterviewd. Deze partners zijn voor DVBH van belang voor de toekomstige projecten zodat zij mee moeten worden genomen in de metingen voor het inzichtelijk maken van de BIM-niveaus. Aan de hand van deze partners worden gegevens verzameld om de sub-deelvragen en de deelvragen te beantwoorden.



Figuur 1: visualisatie de Tuinen van Vleuten



Figuur 2: visualisatie Twinta

Het verschil in het aantal geïnterviewde partijen tussen het laagbouw en hoogbouw project komt doordat het laagbouw project meer vaste partners heeft dan het hoogbouw project bij DVBH.

Hoe de gegevens worden verzameld voor het beantwoorden van de sub-deelvragen, de deelvragen en de hoofdvraag wordt in de volgende paragraaf beschreven.



1.4.3 Gegevensverzameling voor het beantwoorden van de deelvragen

De eerste deelvraag luidt als volgt:

“Welk volwassenheidsmodel wordt toegepast om het BIM-niveau van DVBH en haar partners te meten?”

Daarbij bestaat de eerste deelvraag uit de volgende sub-deelvragen:

1. Wat is BIM volgens de theorie?
2. Hoe zou het gebruik van informatie-uitwisseling met BIM tussen bedrijven volgens de theorie moeten plaatsvinden?
3. Wat zijn de voordelen en uitdagingen van BIM volgens de literatuur?
4. Welke aspecten zijn van belang om een geschikt BIM-volwassenheidsmodel te selecteren?
5. Welke volwassenheidsmodellen zijn beschikbaar met betrekking tot BIM?
6. Welk volwassenheidsmodel voldoet het meest aan de opgestelde aspecten voor het meten van BIM-niveaus bij bedrijven?

De sub-deelvragen 1, 2 en 4 worden beantwoord door middel van een literatuurstudie. De literatuur/documentatie die bestudeerd wordt bij het beantwoorden van deze eerste theoretische deelvraag kan worden opgesplitst in twee categorieën:

1. Wetenschappelijke literatuur
2. Overige literatuur

Onder wetenschappelijke literatuur wordt gepubliceerde literatuur verstaan in wetenschappelijke peer-reviewed tijdschriften. Hierbij valt te denken aan wetenschappelijke papers. Onder overige literatuur worden bijvoorbeeld boeken en bestaande documentatie van DVBH verstaan. Het gebruik van deze literatuur (wetenschappelijke literatuur en overige literatuur) is nodig om geschikte informatie te verkrijgen over de term BIM. Ook wordt deze literatuur gebruikt om een geschikte BIM-volwassenheidsmodellen te verkrijgen voor dit onderzoek. Om voor dit onderzoek een geschikt BIM-volwassenheidsmodel te selecteren, wordt door DVBH vooraf een aantal aspecten bepaald.

De aspecten die worden bepaald in de vierde sub-deelvraag zijn gerelateerd aan de volgende vragen:

- Hoe kijken bedrijven aan tegen de term BIM?
- Hoe worden gegevens uit BIM-modellen getrokken?
- Welke software wordt gebruikt voor het genereren van informatie uit een BIM-model?
- Hoe wordt deze informatie vervolgens uitgewisseld met partners, zijn er procedurele afspraken voor het uitwisselen van informatie?
- Hoe is de afstemming tussen BIM en werkwijzen, waarbij gekeken wordt of de juiste informatie met partners wordt uitgewisseld?

De laatste sub-deelvraag wordt beantwoord door de vooraf vastgestelde aspecten met de volwassenheidsmodellen te vergelijken. Het belangrijkste aspect dat meegenomen moet worden bij het vinden van een geschikt volwassenheidsmodel is de vereiste dat het model het BIM-niveau van informatie-uitwisseling tussen verschillende bedrijven kan meten.

Naast het beantwoorden van al deze sub-deelvragen wordt ook het theoretisch model van Adriaanse et al. (2010) gebruikt om de gegevens, die worden verkregen uit de volgende twee deelvragen, te reflecteren aan de theorie. Nadat het model is beschreven kan het verkrijgen van informatie voor het beantwoorden van de tweede deelvraag worden gestart.



De tweede deelvraag luidt als volgt:

“Wat is het huidige BIM-volwassenheidsniveau van DVBH en partners?”

Daarbij bestaat de tweede deelvraag uit de volgende sub-deelvragen om deze vraag te beantwoorden:

1. Welk BIM-volwassenheidsniveau is voor DVBH en haar partners vereist?
2. Hoe volwassen is DVBH met het gebruik van BIM?
3. Hoe volwassen zijn de partners van DVBH met het gebruik van BIM?
4. Hoe volwassen zijn DVBH en de partners ten opzichte van elkaar?

Als eerste moet het vereiste of gewenste BIM-volwassenheidsniveau voor de partners van DVBH worden vastgesteld om na de derde sub-deelvraag aan te kunnen geven welke bedrijven wel of niet voldoen aan het vereiste BIM-volwassenheidsniveau. Vervolgens wordt het huidige BIM-volwassenheidsniveau bij DVBH en partners geanalyseerd met behulp van interviews bij DVBH en partners om uiteindelijk het BIM-niveau van de bedrijven te kunnen vaststellen door middel van een geschikt volwassenheidsmodel uit deelvraag één. Om het BIM-niveau van DVBH te meten worden interne interviews gehouden met 4 werknemers. Drie van de vier werknemers werken op de BIM-afdeling binnen DVBH, de laatste werknemer werkt bij de afdeling supply chain management. Door meerdere personen intern te interviewen, wordt bestudeerd of het personeel zich op één lijn bevindt. Daarbij is er minder risico van bias in de gegevens die verkregen worden uit het interview waardoor het onderzoek betrouwbaarder wordt. Tijdens de interviews worden de 13 geselecteerde partners van DVBH geïnterviewd, dit om de BIM-niveaus van de partners te meten. Bij deze interne en externe interviews wordt de observatiemethode gebruikt om het gedrag te bepalen van het personeel bij bijvoorbeeld de vraag hoe zij aankijken tegen de term BIM. Hierbij kan het gedrag open of gesloten worden waargenomen en dat zorgt voor extra informatie om de volwassenheid van het bedrijf te bepalen. Nadat alle interviews met betrekking tot het meten van het BIM-niveau afgerond zijn, kan de vierde sub-deelvraag worden gestart. In de sub-deelvraag worden de BIM-niveaus van alle bedrijven visueel inzichtelijk gemaakt en met elkaar vergeleken om te onderzoeken welke partners voldoen aan de vereisten van het BIM-niveau en inzichtelijk te maken wat het BIM-niveau van DVBH is ten opzichte van de partners. Uit deze vergelijking komen ook de problemen naar voren met betrekking tot het gebruik van BIM door verschillende partijen. Nadat de algemene scan naar het BIM-volwassenheidsniveau van DVBH en de partners gereed is, wordt de laatste deelvraag beantwoord.

De laatste deelvraag luidt als volgt:

“Waar lopen DVBH en de partners tegenaan tijdens het gebruik van software, data-uitwisseling, objectdecompositie en objectattributen met BIM?”

Daarbij bestaat de derde deelvraag uit de volgende sub-deelvragen om deze deelvraag te beantwoorden:

1. Wat zijn de barrières van software, data-uitwisseling, objectdecompositie en objectattributen met BIM tussen DVBH en de partners?
2. Welke objectattributen zijn essentieel voor de partners van DVBH om verder te kunnen werken met BIM zonder dat er extra inspanningen verricht moeten worden?
3. Welke mogelijkheden zijn er om de barrières van software, objectdecompositie, objectattributen en data-uitwisseling weg te nemen?



Deze deelvraag is, zoals eerder vermeld, een diepgaande scan naar het probleem van informatie-uitwisseling met BIM tussen diverse partners en DVBH. Deze diepgaande scan is een onderzoek naar het gebruik van (1) software, (2) data-uitwisseling en (3) objectdecompositie en (4) objectattributen in een BIM-model. Ten eerste worden de gegevens die verkregen zijn bij het meten van de BIM-niveaus, welke betrekking hebben op de vier voorgenoemde aspecten, uitgebreid bestudeerd. Hierbij wordt onderzocht wat de barrières zijn van het gebruik van huidige software, data-uitwisseling, objectdecompositie en objectattributen in een BIM-model met DVBH en de partners. De barrières van de vier aspecten komen voort uit de interviews. De tweede sub-deelvraag is opgesteld, omdat tijdens het gesprek met DVBH (voor de start van het onderzoek) naar voren is gekomen dat de objectattributen niet de volledige informatie bevatten in het BIM-model, waardoor diverse partijen niet direct verder kunnen werken aan de hand van informatie welke door andere partijen zijn toegevoegd. Dit is een grote barrière voor de uitwisseling van voldoende (geometrische als niet-geometrische) informatie tussen DVBH en de partners. De objectattributen (niet-geometrische informatie), die benodigd zijn in een BIM-model voor voldoende informatie-uitwisseling, worden beantwoord door middel van een tweede vragenlijst. Hierbij worden de partners gevraagd welke (geometrische als niet-geometrische) informatie voor de partners van belang zijn. Hierbij wordt er een template opgesteld, waarbij inzichtelijk wordt gemaakt welke partners en DVBH objectattributen nodig hebben om efficiënt informatie uit te kunnen wisselen en vervolgens direct verder te kunnen werken aan de hand van een BIM-model. In de laatste sub-deelvraag worden oplossingen voorgeschreven voor de barrières die in de eerste sub-deelvraag naar voren zijn gekomen. Hierdoor kunnen de eerste voorwaarden worden opgesteld die betrekking hebben op software, objectdecompositie, objectattributen en data-uitwisseling.

Deze laatste deelvraag vormt een overzicht van problemen en oplossingen die gericht zijn op informatie-uitwisseling met BIM om voorwaarden op te stellen om deze problemen te verhelpen, deze voorwaarden worden gebruikt bij het beantwoorden van de hoofdvraag.

Nadat alle deelvragen beantwoord zijn, kunnen de voorwaarden worden opgesteld om het BIM-niveau van bedrijven (en met name in het aspect van informatie-uitwisseling) te verbeteren. Hierbij wordt de hoofdvraag beantwoord en wordt er een uiteindelijk advies uitgebracht.

1.4.4 Antwoord op hoofdvraag

Nadat alle deelvragen beantwoord zijn, wordt de hoofdvraag beantwoord. De hoofdvraag luidt als volgt:

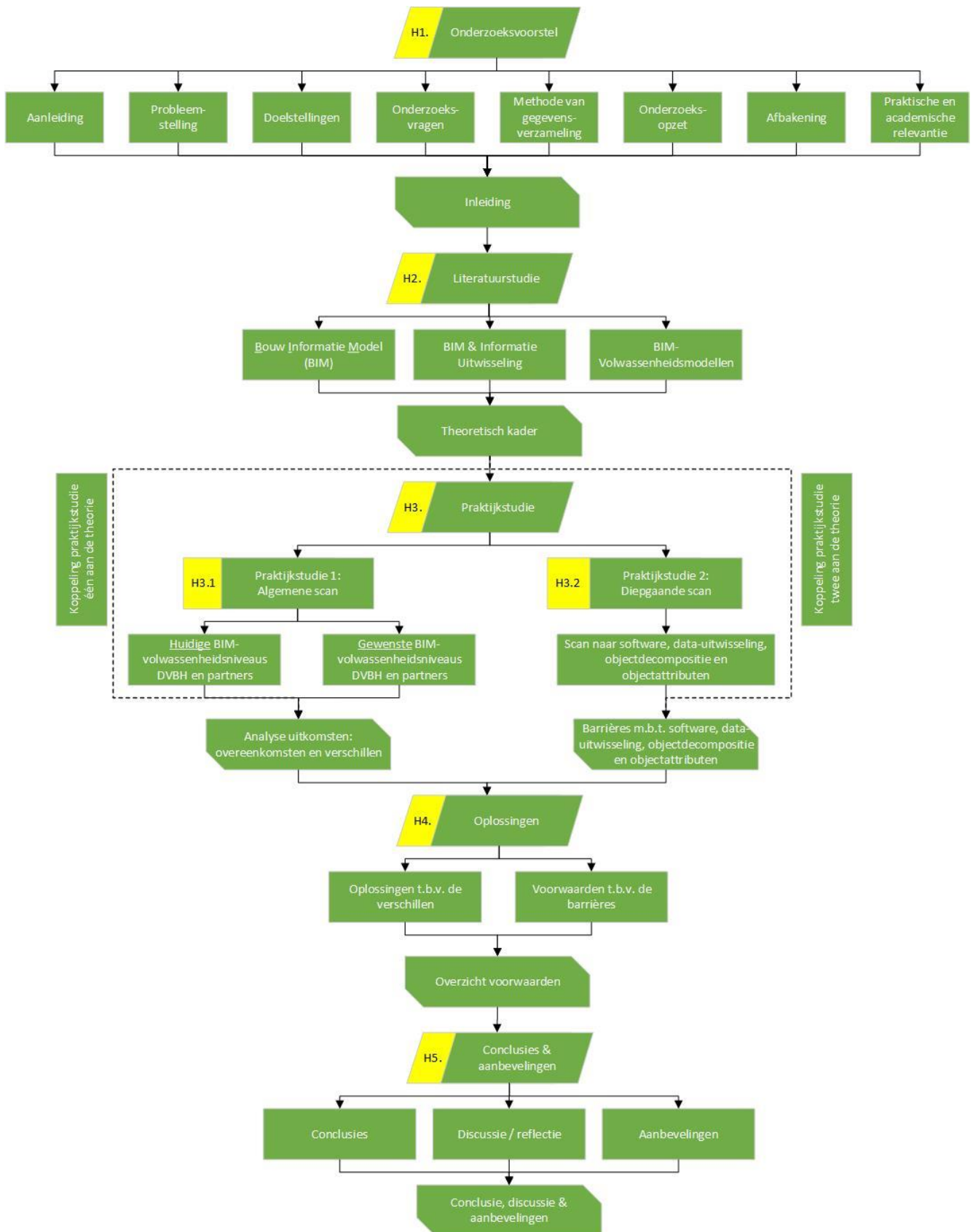
“Welke voorwaarden moet Dura Vermeer Bouw Hengelo opstellen om samenwerking met partners door het gebruik van BIM optimaal te krijgen?”

Na het beantwoorden van de hoofdvraag kunnen er voorwaarden worden opgesteld die DVBH kan gebruiken om informatie-uitwisseling tussen DVBH en diverse partners met het gebruik van BIM te verbeteren.



1.5 Onderzoeksopzet

De onderzoeksopzet (figuur 3) is opgesteld om inzicht te geven over het plan van aanpak van het onderzoek om uiteindelijk de doelstellingen te behalen.



Figuur 3: onderzoeksopzet



- H1 Dit hoofdstuk, dat het onderzoeksvoorstel beschrijft, omvat ook wel de inleiding van dit rapport. In dit hoofdstuk zijn vanuit de aanleiding en de probleemstelling van dit onderzoek de doelstellingen bepaald, zijn de onderzoeksvragen geformuleerd, is een onderzoeksopzet gevisualiseerd en is de afbakening van het onderzoek beschreven.
- H2 Na het vaststellen van het onderzoeksvoorstel wordt de literatuurstudie verricht naar BIM, BIM & informatie-uitwisseling en BIM-volwassenheids- (maturity) modellen. Het doel van de literatuurstudie is een theoretisch kader vast te stellen waarmee de praktijkstudie kan worden uitgevoerd om vervolgens de onderzoeksvragen te beantwoorden.
- H3 Nadat een geschikt volwassenheidsmodel is vastgesteld, wordt de praktijkstudie in gang gebracht. Allereerst wordt een algemene scan uitgevoerd (praktijkstudie 1). Deze scan meet de BIM-niveaus DVBH en de partners aan de hand van interviews. Nadat deze gegevens beschikbaar zijn, wordt er een diepgaande scan uitgevoerd naar de volgende informatie-uitwisseling aspecten: software, data-uitwisseling, objectdecompositie en objectattributen (praktijkstudie 2). Als de eerste scan is uitgevoerd, kunnen de verkregen gegevens uit de scan teruggekoppeld worden aan de theorie om een analyse uit te kunnen voeren naar de overeenkomsten en verschillen tussen de in de praktijk verkregen gegevens en de gewenste situatie (mede op basis van theoretisch kader). Verder worden in dit hoofdstuk de barrières van de vier aspecten beschreven die tijdens de interviews naar voren zijn gekomen. Als laatste worden de objectattributen inzichtelijk gemaakt die door DVBH en de partners van belang zijn en die in het BIM-model aanwezig moeten zijn voor de uitwisseling van voldoende informatie om vervolgens direct verder te kunnen werken aan de hand van informatie in het BIM-model, welke door verschillende partijen zijn geleverd.
- H4 Nadat de overeenkomsten en verschillen bekend zijn, worden voorwaarden / oplossingen opgesteld om de gewenste situatie te behalen en dus de informatie-uitwisseling met BIM tussen diverse partijen te verbeteren. Tevens wordt er in dit hoofdstuk een antwoord gegeven op sub-deelvraag C3. Uiteindelijk worden er definitieve voorwaarden opgesteld om antwoord te geven op de hoofdvraag.
- H5 Ten slotte wordt dit onderzoek afgesloten met conclusies, discussies en aanbevelingen. Op basis van de bevindingen uit dit onderzoek worden de belangrijkste conclusies geformuleerd. Aansluitend worden de aanbevelingen voorgesteld voor de praktijk- en eventuele vervolgonderzoeken.



1.6 Afbakening van het onderzoek

Het onderzoek vindt plaats bij DVBH en bij de partners van DVBH. Dit onderzoek levert een aanzet van voorwaarden waar een bedrijf aan moet voldoen om een hoger niveau van informatie-uitwisseling tussen diverse partijen met BIM te behalen. Het onderzoek zal zich niet richten op interne informatie-uitwisseling met BIM binnen DVBH.

Het theoretische kader en het praktische kader zijn gericht op informatie-uitwisseling met BIM tussen diverse partijen. Hieronder vallen de onderdelen: BIM en ketenintegratie. Verder is dit onderzoek gericht op Nederlandse organisaties die actief zijn in de bouwsector, of die hieraan verwant zijn. Er wordt geen onderzoek verricht naar andere sectoren, omdat dit onderzoek valt onder de opleiding Construction Management & Engineering.

Het praktische kader van dit onderzoek wordt verricht aan de hand van interviews. De selectie van partners en interne werknemers zijn door DVBH opgesteld. Hierbij worden 4 interne werknemers en 13 partners geïnterviewd. Door de selectie vanuit DVBH kan het zijn dat de resultaten in de praktijkstudie een mate van bias bevat. Hierbij kan het zijn dat er een beter beeld van BIM bij DVBH en zijn partners wordt weergegeven, aangezien alleen de partners worden geselecteerd die al een lange tijd met BIM werken.

Nadat de aspecten bepaald zijn door DVBH om een geschikt volwassenheidsmodel te selecteren, wordt het onderzoek verder afgebakend. Dit houdt in dat een algemene scan en uiteindelijk een diepgaande scan kan worden uitgevoerd.

1.7 Praktische en academische relevantie

De praktische relevantie van dit onderzoek is:

Het inzichtelijk maken van de barrières door middel van gebruik maken van BIM bij DVBH en haar partners. Daarnaast worden voorwaarden opgesteld met betrekking tot informatie-uitwisseling van BIM tussen DVBH en haar partners. Hierdoor kan informatie-uitwisseling in de toekomst tussen DVBH en haar partners worden bevorderd.

De academische relevantie van dit onderzoek is:

Dit onderzoek is niet alleen bedrijf-specifiek gericht, maar het onderzoek kan ook een bijdrage leveren aan bedrijven die niet aan het onderzoek hebben meegewerkt. Het onderzoek geeft inzicht in de barrières van het BIM-gebruik waar diverse partijen momenteel tegenaan lopen. Tevens geeft het onderzoek enkele oplossingen en voorwaarden om informatie-uitwisseling tussen partners te verbeteren. De barrières die uit dit onderzoek naar voren komen kunnen worden gereflecteerd met elke organisatie in de bouwsector, waarbij dezelfde voorwaarden gebruikt kunnen worden om een bepaalde barrière in de toekomst te verbeteren.



2. Literatuurstudie

De sub-deelvragen en deelvraag, die door middel van een literatuurstudie worden beantwoord, zijn:

- a) Welk volwassenheidsmodel wordt toegepast om het BIM-niveau van DVBH en haar partners te meten?
 1. Wat is BIM volgens de theorie?
 2. Hoe zou het gebruik van informatie-uitwisseling met BIM tussen bedrijven volgens de theorie moeten plaatsvinden?
 3. Wat zijn de voordelen en uitdagingen van BIM volgens de literatuur?
 4. Welke aspecten zijn van belang om de BIM-volwassenheidsniveaus te meten?
 5. Welke volwassenheidsmodellen zijn beschikbaar met betrekking tot BIM?
 6. Welk volwassenheidsmodel voldoet het meest aan de opgestelde aspecten voor het meten van BIM-niveaus bij bedrijven?

Naast deze sub-deelvragen wordt aan het eind van het hoofdstuk het theoretisch model van Adriaanse et al. (2010), dat bestaat uit vier mechanismen, beschreven. Deze vier mechanismen uit het model worden gebruikt om de barrières die uit het onderzoek naar voren zijn gekomen op een abstract niveau te analyseren. Om deze vragen doelgericht te kunnen beantwoorden, moet er eerst onderzocht worden hoe BIM in de (bouw) markt staat.

2.1 Bouw Informatie Model / Building Information Modeling

De bouwsector staat onder druk nadat er regelmatig negatieve berichtgevingen in het nieuws verschenen. Enkele negatieve berichtgevingen waren de beperkte productiviteitsgroei en faalkosten in de bouwsector (Adriaanse, 2014). Uit cijfers van de Verenigde Staten blijkt dat de productiviteit in de Amerikaanse bouw in de periode tussen 1964 tot 2009 minimaal gestegen zijn (Chuck Eastman, Eastman, Teicholz, & Sacks, 2011; Teicholz, Goodrum, & Haas, 2001). Daarentegen is de productiviteit in die jaren in andere sectoren meer dan verdubbeld (Adriaanse, 2014). Daarnaast is door de USP Marketing Consultancy in 2010 een onderzoek in Nederland verricht naar de faalkosten in de bouw, dit is gedaan in opdracht van printfabrikant Océ. Uit onderzoek van USP (2010) blijkt dat de faalkosten bijna uit 11% van de omzet bestaat. Aangezien in 2011 de totale bouwproductie in Nederland bedraagt rond de 57 miljard euro (EIB, 2012), zijn de totale faalkosten in de bouwsector aanzienlijk hoog. De meeste faalkosten worden gemaakt tijdens de werkvoorbereidings- en uitvoeringsfase, waarbij informatie-uitwisseling en communicatie als belangrijkste oorzaak van deze faalkosten wordt genoemd (USP, 2010). Daarnaast geeft Adriaanse (2014) aan dat de belangrijkste oorzaken ook te zoeken zijn bij de fragmentatie in de bouw, waarbij de bouw bestaat uit vele eilanden van partijen. Een voorbeeld die naar voren komt is dat de bouwer past betrokken wordt in het bouwproject nadat het ontwerp gereed is. Hierdoor wordt informatie vanuit de ene fase over de schutting gegooid naar de volgende fase (Adriaanse, 2014). Dit heeft als gevolg dat er minimale informatie- en kennisuitwisseling tussen verschillende partijen plaats vindt. Adriaanse (2014) geeft aan dat de informatie- en kennisuitwisseling een belangrijke rol speelt bij het verbinden van de vele eilanden om vervolgens de faalkosten te reduceren en de productie te bevorderen.

Door (Europese Commissie, 2006) wordt aangegeven dat de ontwikkelingen van “collaborative design systems” (BIM) en tools voor “collaborative document sharing” (documentmanagementsystemen), belangrijke kansen kan gaan bieden voor de bouwsector. Daarnaast is er sinds 2007 gemeten dat er steeds meer gebruik wordt gemaakt van documentmanagementsystemen en Bouw Informatie modellen (BIM) (Samuelson & Björk, 2014; Shou, Wang, Wang, & Chong, 2015). BIM wordt dan ook gezien als één van de meest veelbelovende

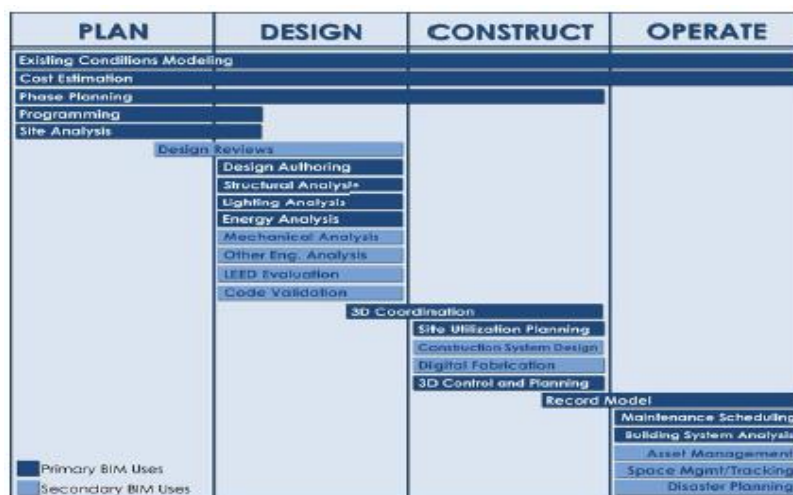


ontwikkelingen in de architectuur, engineering en constructie (AEC) industrieën (Chuck Eastman et al., 2011; Samuelson & Björk, 2014).

De term BIM is ontstaan rond de jaren '70, kwam in de jaren '90 in de AEC industrie naar voren (C. M. Eastman, 1992) en is in de jaren '00 tot bloei gekomen (Linderoth, 2010; Volk, Stengel, & Schultmann, 2014). De definitie van de term BIM, die tijdens mijn onderzoek is gebruikt, is:

*“A 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 **lifecycle** from inception onward. A basic premise of BIM is **collaboration** by different stakeholders at different phases of the lifecycle of a facility to insert, extract, update, or modify information in the BIM to support and reflect the roles of that stakeholder” (NBIMS, 2007).*

In deze definitie staan de volgende termen centraal: digitale representatie, samenwerken met verschillende partijen en de levenscyclus. De digitale representatie refereert naar een virtueel bouwwerk (Chuck Eastman et al., 2011; Grilo & Jardim-Goncalves, 2010; Gu & London, 2010; Kumar & Mukherjee, 2009) dat bestaat uit verschillende objecten, zoals vloeren en wanden. Deze objecten bestaan zowel uit geometrische informatie als niet-geometrische informatie (Adriaanse et al., 2010; Gu & London, 2010). Vervolgens kan deze informatie gebruikt worden om bijvoorbeeld hoeveelheden van een object te genereren uit het BIM-model dat gebruikt kan worden bij het maken van een planning (4D) en bij het calculeren van kosten (5D) (Adriaanse et al., 2010; Chuck Eastman et al., 2011; Kivits & Furneaux, 2013). Naast de digitale representatie ondersteunt BIM de samenwerking tussen verschillende partijen (Adriaanse et al., 2010; Grilo & Jardim-Goncalves, 2010). Tijdens het werken via een BIM wordt er gebruik gemaakt van één database, waarbij allerlei partijen informatie aan het BIM-model toevoegen en informatie uit het model halen die voor die partij van belang is. Hierdoor kunnen verschillende partijen efficiënt gebruik maken van elkaars informatie. Ook kunnen partijen BIM gebruiken om hun oplossingen en activiteiten beter op elkaar af te stemmen, zodat er (gezamenlijke) betere beslissingen genomen kunnen worden (Adriaanse, 2014). De term levenscyclus refereert naar de fasen die een bouwwerk doorloopt, zoals de initiatief-, ontwikkeling- (ontwerp en werkvoorbereiding), realisatie-, exploitatie- (onderhoud) en de sloopfase. Op elk moment in de gehele levenscyclus van een bouwwerk kan er gebruik gemaakt worden van de gegevens uit het BIM-model (Gu & London, 2010; Kivits & Furneaux, 2013). Hierdoor kan bijvoorbeeld in de ontwikkelingsfase, informatie (dat door meerdere partijen is toegevoegd aan het model) uit het model worden gehaald om hoeveelheden te genereren, die gebruikt kunnen worden bij het calculeren van een bouwwerk. The Pennsylvania State University (2012) heeft hiervoor een overzicht van activiteiten die mogelijk toegepast kunnen worden met BIM. Dit overzicht (figuur 4) is verdeeld aan de hand van vier van de vijf fasen, waarbij de sloopfase buiten beschouwing is gelaten.



Figuur 4: activiteiten die toegepast kunnen worden met BIM (The Pennsylvania State University, 2012)

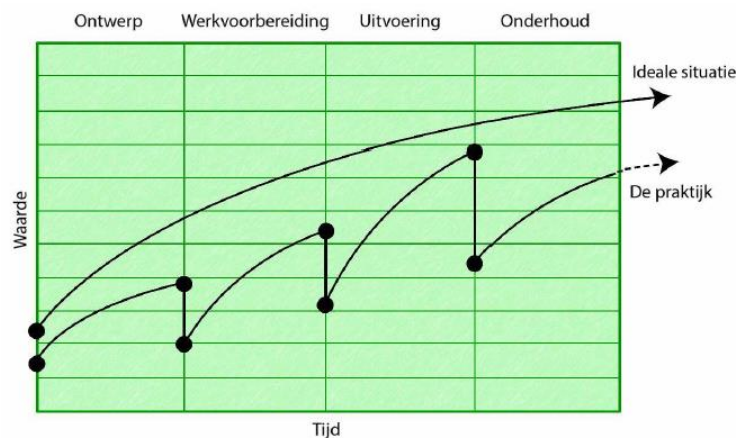


2.2 Informatie-uitwisseling met BIM

Fikkers et al. (2012) geeft aan dat de integratie van het totale bouwproces mogelijk wordt gemaakt door BIM toe te passen. Volgens Fikkers et al. (2012) bestaat een bouwproces uit de volgende fasen:

1. Initiatief
2. Ontwerp
3. Werkvoorbereiding
4. Uitvoering
5. Onderhoud

Gedurende het bouwproces wordt door de komst van BIM door verschillende partijen aan één BIM-model gewerkt (C. Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008; Fikkers et al., 2012). Deze partijen bestaan meestal uit: architect, hoofdaannemer, onderaannemer en installateur. Elke partij voegt waarde toe aan de bovengenoemde fase in het bouwproces en draagt informatie over aan een volgende partij. De informatieoverdracht vindt zonder BIM meestal plaats door middel van 2D tekeningen (C. Eastman et al., 2008). Hierdoor vindt er informatieverlies plaats als de volgende partij aan het bouwproject begint te werken, informatie wordt 'over de muur gegooid' van de ene speler naar de andere, waardoor informatie/waardeverlies optreedt (Fikkers et al., 2012). In figuur 5 wordt visueel weergegeven dat per bouwfase waardeverlies plaatsvindt door de traditionele manier van informatie-uitwisseling te gebruiken.



Figuur 5: informatiestroom ideale situatie en traditionele situatie (Fikkers, Nieuwenhuizen, Rijssen, & Schaap, 2012)

Volgens Fikkers et al. (2012) is de ideale situatie in figuur 5 te bereiken door BIM toe te passen. BIM zorgt voor betere informatie-uitwisseling tussen verschillende partijen waardoor informatie in het BIM-model behouden blijft over de gehele levenscyclus. Om de ideale situatie te bereiken moeten de partijen zorgen voor afspraken en standaarden over hoe het BIM-model gemodelleerd moet worden om informatie-uitwisseling te verbeteren (Fikkers et al., 2012; Gu & London, 2010; Kivits & Furneaux, 2013; USP, 2010). Deze afstemming tussen verschillende partijen en het gebruik van standaarden resulteert in een intelligent model dat informatie/waardeverlies tot een minimum beperkt.

Industry Foundation Classes (IFC)

Rond de jaren '90 werd 'Industrial Alliance for Interoperability' (IAI), momenteel bekend als buildingSMART, opgericht met het doel om samenwerking via software mogelijk te maken voor procesverbetering en informatie-uitwisseling in de AEC (Grilo & Jardim-Goncalves, 2010). IAI heeft de 'International Foundation Classes' (IFC) als een open standaard ontwikkeld om interoperabiliteit via software mogelijk te maken via een IFC bestandsformaat (Grilo & Jardim-Goncalves, 2010; Jeong,



Eastman, Sacks, & Kaner, 2009; Kivits & Furneaux, 2013). IFC (ISO/PAS 16739) wordt momenteel het meest gebruikt binnen de AEC voor het uitwisselen van informatie tussen verschillende partijen (Cerovsek, 2011; Chuck Eastman et al., 2011). IFC bestaat uit een reeks regels en protocollen die informatie van een bouwwerk voor de gehele levenscyclus in een BIM-model verwerkt en opslaat (Chuck Eastman et al., 2011; Kivits & Furneaux, 2013), dit wordt gestructureerd opgeslagen door middel van de ISO-STEP EXPRESS taal en concepten (C. Eastman et al., 2008) waardoor IFC bestandsformaten door meerdere software uitgelezen kan worden. Het bestaan en meer gebruik van IFC-formaten over de wereld, maakt het mogelijk dat BIM in de bouwwereld kan worden gebruikt. Het uitwisselen van informatie en samenwerken via een BIM kan mogelijk worden gemaakt wanneer alle sectoren in de bouwwereld gebruik gaan maken van IFC als standaard protocol (Kivits & Furneaux, 2013).

2.3. Voordelen en uitdagingen van BIM

In deze paragraaf wordt beschreven wat de voor- en nadelen zijn van BIM. Vervolgens worden de uitdagingen van organisaties bij het gebruik van BIM volgens de literatuur beschreven.

2.3.1 Voordelen van BIM

BIM kent veel voordelen, wat ook is opgemerkt door vele bedrijven in de AEC-industrieën. Steeds meer bedrijven gaan over tot het gebruiken van BIM voor de ondersteuning van het primaire proces (Fikkers et al., 2012; Samuelson & Björk, 2014). Het grootste voordeel van BIM is dat het model een **nauwkeurige geometrische voorstelling** van de onderdelen van een gebouw in één geïntegreerde data-omgeving weergeeft (Azhar et al., 2011; CRC, 2007; Kivits & Furneaux, 2013). Naast het belangrijkste voordeel van BIM, kent het gebruik van BIM vele voordelen. De belangrijkste voordelen van BIM die tijdens de literatuurstudie naar voren komen, worden hieronder beschreven.

Snellere en effectievere processen: informatie kan gemakkelijker worden gedeeld met diverse partijen, voegt waarde toe en kan hergebruikt worden (Azhar et al., 2011; Bryde, Broquetas, & Volm, 2013; CRC, 2007; Fikkers et al., 2012; Kivits & Furneaux, 2013). Daarnaast kunnen accurate tekeningen bij elk fase gedurende de levenscyclus van een bouwwerk snel worden gegenereerd (Chuck Eastman et al., 2011).

Beter ontwerp: ontwerpvoorstellen kunnen beter geanalyseerd en sneller gesimuleerd worden, omdat iedereen in hetzelfde model werkt ("Clash detectie"). Hierdoor kunnen fouten sneller aangepast worden. Daarnaast zorgt een beter ontwerp voor meer innovatieve oplossingen die vanaf het begin verwerkt kunnen worden (Azhar et al., 2011; Bryde et al., 2013; CRC, 2007; Chuck Eastman et al., 2011; Fikkers et al., 2012; Jeong et al., 2009; Kivits & Furneaux, 2013).

Betere controle van levenscyclus kosten en milieuprestaties: Al in de initiatief-fase kan er rekening gehouden worden met de kosten die optreden gedurende de gehele levenscyclus, hierdoor kunnen vooraf betere beslissingen worden genomen. Daarnaast kan, via het geïntegreerde model, de milieuvriendelijkheid van het gebouw eerder worden berekend (Azhar et al., 2011; Bryde et al., 2013; CRC, 2007; Chuck Eastman et al., 2011; Kivits & Furneaux, 2013).

Hogere productkwaliteit: Door de betere weergave van een bouwproject (virtueel bouwwerk), worden minder fouten gemaakt en neemt de kwaliteit van een bouwwerk toe (Azhar et al., 2011; CRC, 2007; Chuck Eastman et al., 2011).



Geautomatiseerde montage: de digitale informatie in het BIM-model van bepaalde objecten kan worden gebruikt bij het automatisch fabriceren van de desbetreffende objecten (Azhar et al., 2011; CRC, 2007).

Betere service aan de klant: door accurate visualisaties van een product, kan de klant beter begrijpen wat hij krijgt (Azhar et al., 2011; CRC, 2007; Chuck Eastman et al., 2011).

Uit onderzoek van Bryde et al. (2013) komt naar voren dat de implementatie van BIM in een organisatie het meeste positieve effect heeft op kosten reductie en controle voordelen. Daarnaast heeft BIM een positief effect op tijd, communicatie, coördinatie verbetering en kwaliteit. Deze uitkomsten uit het onderzoek van Bryde et al. (2013) geeft, in het kort, een goed beeld van de voordelen van BIM die in verschillende literatuur naar voren zijn gekomen.

2.3.2 Uitdagingen van BIM

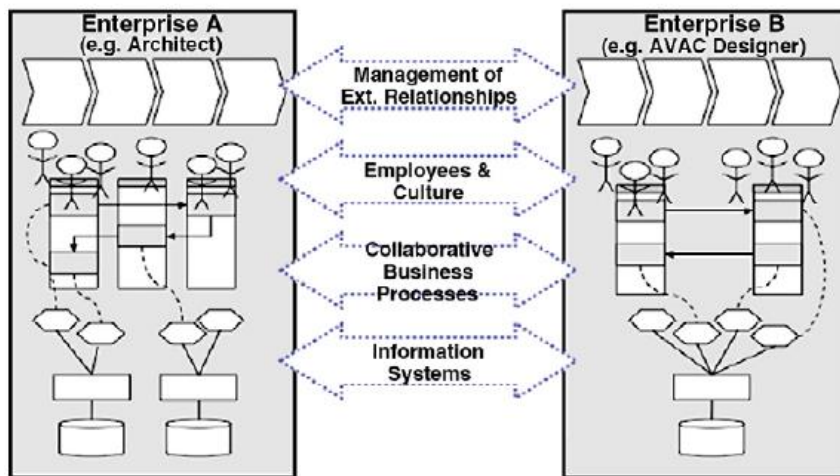
Nadat de voordelen van BIM zijn beschreven, worden in deze paragraaf de barrières, die uit onderzoeken in de literatuur naar voren komen, bij het gebruik van BIM in de praktijk beschreven. Deze barrières van BIM kunnen worden gezien als uitdagingen (challenges) om de voordelen van BIM te kunnen behalen. De barrières/uitdagingen, waar organisaties in de praktijk volgens de literatuur tegenaan lopen, worden hieronder beschreven.

Interoperabiliteit en IFC

Een overkoepelende barrière welke zich voordoet binnen de bouwsector, bevindt zich in de samenwerking / interoperabiliteit. Interoperabiliteit is een erkend probleem in de AEC-sector vanwege vele verschillende toepassingen en systemen die gebruikt worden door verschillende partijen (Cerovsek, 2011; Grilo & Jardim-Goncalves, 2010; Kivits & Furneaux, 2013). Daarnaast wordt door Adriaanse et al. (2010) ook aangegeven dat diverse partijen zijn eigen werkprocessen, middelen en doelen hebben. Ook zijn verschillende disciplines bezig met hun eigen 'BIM-deel', waardoor de interoperabiliteit nog in ontwikkeling is (Fikkers et al., 2012). Cerovsek (2011) geeft aan dat standaardisatie wordt beschouwd als belangrijkste instrument voor innovatie. Een voorbeeld van standaardisatie voor de interoperabiliteit tussen verschillende modellen en tools is, zoals eerder vermeld, de IFC, ISO/PAS 16739 (Taylor & Levitt, 2007). Jeong et al. (2009) geeft aan dat IFC de enige kandidaat is om informatie effectief uit te kunnen wisselen via standaarden. Ondanks de standaardisatie in BIM-modellen is het doel van naadloos interoperabiliteit nog lang niet gerealiseerd (Grilo & Jardim-Goncalves, 2010). Zo zou er volgens Jeong et al. (2009) nog veel verbeterd kunnen worden voor dagelijks gebruik van IFC. Ook wordt door aangegeven dat er beperkingen aanwezig zijn gedurende de levenscyclus fasen door incomplete, verschillende of ambitieus gebruik (Gu & London, 2010; Redmond, Hore, Alshawi, & West, 2012; Watson, 2011) van IFC-eigenschappen, aanduidingen en inhoud (Redmond et al., 2012; Watson, 2011). Deze IFC beperkingen kunnen volgens Kivits en Furneaux (2013) worden verbeterd door het gebruik van protocollen. Zo wordt er ook aangegeven dat naast een standaardformaat (IFC) voor de informatie-uitwisseling tussen verschillende partijen met BIM, er een grote behoefte is aan een standaard vocabulaire waardoor de consistentie van informatie-uitwisseling tussen verschillende partijen gewaarborgd blijft (Aouad, Wu, & Lee, 2006; Gu & London, 2010; Siebelink, Adriaanse, & Voordijk, 2014). Verder geeft Grilo en Jardim-Goncalves (2010) aan dat de focus niet alleen bij techniek moet liggen, maar ook bij de organisatie en operationele aspecten om de interoperabiliteit te waarborgen.



Dit heeft hij verwerkt aan de hand van vier aspecten in figuur 6: beheer van externe relaties, werknemers en cultuur, samenwerkingsprocessen en informatiesystemen (ICT).



Figuur 6: AEC business interoperability framework (Grilo & Jardim-Goncalves, 2010)

Educatie & training

Uit de literatuur komt naar voren dat onvoldoende kennis bij het personeel aanwezig is om BIM toe te passen (Ahuja, Yang, & Shankar, 2009; Aouad et al., 2006; Bryde et al., 2013; Chuck Eastman et al., 2011; Gu & London, 2010; Kivits & Furneaux, 2013; Redmond et al., 2012; Siebelink et al., 2014; Volk et al., 2014). Door Gu en London (2010) wordt hiervoor het gebrek aan training als een mogelijke verklaring gegeven. Het verkrijgen van een voldoende niveau van kennis is dan ook vereist om te kunnen werken met BIM (Kivits & Furneaux, 2013). Daarnaast wordt door Gu en London (2010) aangegeven dat trainingen continu verbeterd en up-to-date gehouden moeten worden voor zowel beoefenaars in de praktijk als voor studenten om een sufficiënt niveau van kennis te behouden.

Cultuurverandering

Naast het gebrek aan opgeleid personeel (Ahuja et al., 2009; Aouad et al., 2006; Bryde et al., 2013; Chuck Eastman et al., 2011; Gu & London, 2010; Kivits & Furneaux, 2013; Redmond et al., 2012; Volk et al., 2014) wordt de weerstand bij het veranderen van bestaande werkpatronen en processen (Aouad et al., 2006; Bryde et al., 2013; Grilo & Jardim-Goncalves, 2010; Gu & London, 2010; Kivits & Furneaux, 2013) veel genoemd als barrière bij het toepassen van BIM. Door Aouad et al. (2006) wordt aangegeven dat het veranderen van de huidige cultuur binnen een organisatie de lastigste barrière is om te overwinnen. Het veranderen van cultuur van de organisatie en zijn medewerkers vergt tijd om nieuwe normen, waarden en houdingen te accepteren (Kivits & Furneaux, 2013). Grotere organisaties hebben weliswaar meer capaciteit om de BIM-ontwikkeling te organiseren, maar daarentegen zijn deze organisaties vaak minder slagvaardig in het kunnen veranderen in vergelijking met kleinere organisaties (Siebelink et al., 2014). Verder wordt door Aouad et al. (2006) aangegeven dat de combinatie van educatie en industrie de oplossing is voor het doorbreken van weerstand bij een cultuuromslag, omdat educaties meestal beschikken over (gratis) schema's of tools die hierbij ondersteuning kunnen bieden. Verder wordt door Aouad et al. (2006) aangegeven dat de combinatie van educatie en industrie de oplossing is voor het doorbreken van weerstand bij een cultuuromslag, omdat onderwijsinstanties meestal beschikken over (gratis) schema's of tools die hierbij ondersteuning kunnen bieden.



Door Chuck Eastman et al. (2011) wordt aangegeven dat er een gebrek aan samenwerking is binnen de bouwindustrie en dat dit komt door het gebrek aan trainingen en de aanwezigheid van weerstand bij het veranderen van huidige werkprocessen.

Rollen en verantwoordelijkheden

Het toepassen van BIM vraagt veranderingen in traditionele rollen en verantwoordelijkheden (Gu & London, 2010; Linderoth, 2010). De barrière die veel genoemd wordt in de literatuur is het gebrek aan helderheid van nieuwe rollen en verantwoordelijkheden (Chuck Eastman et al., 2011; Fikkers et al., 2012; Gu & London, 2010; Redmond et al., 2012; Siebelink et al., 2014). Sommige traditionele rollen, zoals een tekenaar, wordt momenteel modelleur genoemd. Ook zijn er nieuwe rollen ontstaan door de komst van BIM, zoals een BIM manager die ondersteuning biedt bij het ontwikkelen en onthouden van een geïntegreerd model (Gu & London, 2010). Verder moeten er verantwoordelijkheidsafspraken worden gemaakt voor de controle van BIM-data en voor eventuele onjuistheden in een model, want de partij die een model aanpast kent een risico in de aansprakelijkheid voor bepaalde aanpassingen in een model (Azhar et al., 2011).

Software & hardware

Een BIM-model kan worden ontwikkeld door het gebruik van heterogene software die met elkaar kunnen communiceren en interacteren (Grilo & Jardim-Goncalves, 2010). Softwareproblemen ontstaan wanneer een project te groot wordt, waardoor het programma de hoeveelheid informatie niet aan kan (Bryde et al., 2013; Kivits & Furneaux, 2013; Volk et al., 2014). Een mogelijke manier om de grote hoeveelheid informatie of de limitatie van de capaciteit van de computer aan te gaan, is door computer processen uit te besteden aan Cloud servers (Volk et al., 2014). Echter brengt dit volgens Kivits en Furneaux (2013) ook barrières met zich mee in de real-time toegang tot de servers, maar kan dit worden opgelost door de aanschaf van sneller internet. Daarnaast wordt door (Bryde et al., 2013; Siebelink et al., 2014) aangegeven dat de 'Industry Foundation Classes' (IFC) certificering bij commerciële software een barrière vormt. IFC schema is breed en flexibel, waardoor er ruimte ontstaat voor software ontwikkelaars dat resulteert in ineffectieve informatie-uitwisseling (Chuck Eastman et al., 2011). Hierdoor kan IFC (nog) niet als voldoende betrouwbaar worden beschouwd.

Aansprakelijkheid

Uit onderzoek van Arensman en Ozbek (2012) komen de volgende uitdagingen van BIM bij verschillende partijen naar voren: beschermen van eigendomsrechten en verschuiving van aansprakelijkheden in het BIM-model door verschillende partijen. Door de toename van het gebruik van BIM in de bouwsector, is het steeds duidelijker geworden dat er enige onzekerheid is in de rechten van de partijen die samen aan één model werken (Arensman & Ozbek, 2012; C. Eastman et al., 2008; Gu & London, 2010; Volk et al., 2014). Deze onzekerheid, welke ontstaat door het gebrek aan vertrouwen bij de samenwerkende partijen, richt zich op de volledigheid en juistheid van modellen (Gu & London, 2010). Om deze barrière te overwinnen en dus BIM efficiënt toe te passen (Arensman & Ozbek, 2012), moeten overeenkomsten tussen partijen komen in protocollen, standaard evaluaties en validatie procedures bij het gebruik van BIM (Gu & London, 2010; Kivits & Furneaux, 2013; USP, 2010). Daarbij geeft Fikkers et al. (2012) aan dat het samenwerken aan een BIM door meerdere partijen transparantie vergt. Hierdoor kan het gebrek aan vertrouwen worden verbeterd.



Investering

Er bevindt zich ook een uitdaging die betrekking heeft op de financiën. Om BIM te kunnen implementeren en de uitdagingen aan te gaan, is er een investering nodig voor de aanschaf van softwarepakketten, IT infrastructuur, hardware, trainingen en opleidingen voor het personeel, het aanpassen van de huidige werkwijzen en het samenwerken met diverse partijen (Azhar et al., 2011; Fikkers et al., 2012).

De voorgenoemde voordelen en uitdagingen die bij organisaties in de literatuur naar voren zijn gekomen, worden meegenomen bij het vergelijken met de gegevens die volgen uit de twee praktijkstudies. In de eerste praktijkstudie wordt er gebruik gemaakt van een volwassenheidsmodel en in de tweede praktijkstudie wordt door middel van een vragenlijst gegevens verkregen van partners en van DVBH.



2.4 BIM-volwassenheidsmodel

Een volwassenheidsmodel wordt gebruikt als evaluatie en vergelijkende basis voor verbeteringen (Fischer, 2004; Harmon, 2004) en om een weloverwogen aanpak af te leiden voor het verhogen van criteria binnen een organisatie (Ahern, Clouse, & Turner, 2004; Paulk, 1993).

Volwassenheidsmodellen zijn ontworpen om de volwassenheid van een bepaald domein te beoordelen op basis van een min of meer samenhangende set van criteria (De Bruin, Freeze, Kaulkarni, & Rosemann, 2005). In dit onderzoek wordt de volwassenheid van BIM bij partners en DVBH onderzocht door middel van een BIM-volwassenheidsmodel. Echter, er zijn binnen het domein van BIM meerdere volwassenheidsmodellen ontworpen. In paragraaf 2.4.2. wordt één geschikt BIM-volwassenheidsmodel voor het onderzoek geselecteerd aan de hand van bepaalde BIM aspecten die door DVBH zijn opgesteld (§ 2.4.1.).

2.4.1 Bepalen van relevante BIM-volwassenheidsaspecten

Voordat de BIM-volwassenheidsmodellen geanalyseerd kunnen worden, zijn de aspecten door DVBH opgesteld (tabel 1). Voor het meten van de BIM-niveaus zijn met name de laatste vier aspecten het meeste van belang.

Tabel 1: aspecten

Aspecten
Aanwezigheid van een BIM-visie
Ondersteuning vanuit managementafdelingen
Financiën voor het realiseren van BIM
Educatie & trainingen
Aanwezigheid van BIM-experts
Verdeling van taken en verantwoordelijkheden
<i>Het gebruik van software</i>
<i>Het gebruik van datamanagement</i>
<i>Het uitwisselen van informatie</i>
<i>Samenwerkingsgerichtheid met diverse partijen</i>

Deze aspecten zijn opgesteld om de bestaande BIM-volwassenheidsmodellen te kunnen beoordelen en hieruit het meest geschikte BIM-volwassenheidsmodel voor dit onderzoek te selecteren. In de volgende paragraaf wordt de analyse naar deze BIM-volwassenheidsmodellen beschreven om vervolgens een geschikt BIM-volwassenheidsmodel te kunnen selecteren.

2.4.2 Analyse bestaande BIM-volwassenheids- (Maturity) modellen

DVBH is momenteel bezig met de dataverwerking in het BIM-model door de integratie tussen verschillende bedrijven. Veel van deze bedrijven vinden het lastig om de juiste gegevens in het BIM-model te implementeren of de bedrijven vinden het te veel kosten om BIM te implementeren in de organisatie. Het doel van DVBH is momenteel om het niveau van iBIM te bereiken, dit houdt in dat data integratie door 'web services' (zoals een Cloud) gesteund wordt door ontwikkelde (IFC / IFD) standaarden en dat gemanaged wordt door een gezamenlijke model server (BIS, 2011). Om dit doel te kunnen bereiken moeten de betrokken bedrijven dus geïntegreerd samenwerken. Hierbij is het van belang dat inzichtelijk wordt gemaakt wat de BIM-niveaus van zowel DVBH als de partners zijn. Aan de hand van dit inzicht kunnen DVBH partners helpen of andersom met het opschalen van het BIM-niveau, zodat iBIM in de toekomst bereikt kan worden.



Bij maturity modellen gaat het om het meten van niveaus binnen een organisatie. Hierbij kan er beoordeeld worden of er één richtlijn binnen een organisatie is, hoeveel kennis binnen een organisatie aanwezig is of wat de capaciteiten van een organisatie zijn. De meest populaire manier om de maturity te meten wordt gedaan door een 5-punt Likert schaal (De Bruin et al., 2005). Het eerst geïntroduceerde maturity model was de Capability Maturity Model (CMM) van de Software Engineering Institute (SEI) - Carnegie Mellon in 1993, waarbij het ging om het meten van de softwareproces maturity. Sindsdien zijn er meer dan 150 maturity modellen ontwikkeld om de maturity van IT Service Capability, Strategic Alignment, Innovation Management, Program Management, Enterprise Architecture and Knowledge Management Maturity te meten (De Bruin et al., 2005).

Aspecten

Aangezien er veel maturity modellen voor verschillende doeleinden zijn ontwikkeld, moet allereerst een onderzoek gedaan worden naar maturity modellen die gerelateerd zijn aan de term BIM. Verder moet het uiteindelijk gekozen maturity model voldoen aan een aantal vooraf gestelde aspecten om BIM-niveaus van partners en DVBH inzichtelijk te maken. Aspecten waar het maturity model aan moet voldoen om de BIM-niveaus te kunnen meten zijn in tabel 1 weergegeven.

Aan de hand van deze criteria kan er een BIM-maturity model gekozen worden. Door middel van een literatuurstudie naar verschillende BIM-maturity modellen kan er een geschikt model uitgekozen worden dat voor het onderzoek en in de toekomst bij DVBH gehanteerd kan worden.

BIM-maturity modellen

Door de komst van BIM zijn er veel concepten en technologieën wereldwijd ontwikkeld. Zo zijn BIM evaluatie tools ontwikkeld om de prestatie van BIM binnen organisaties te meten (Fischer, 2004; Harmon, 2004). Deze tools zijn ontwikkeld om 'BIM wash' te kunnen voorkomen. 'BIM wash' houdt in dat bedrijven zeggen dat zij kunnen BIMmen maar in werkelijkheid is dit echter een schijn (Succar, 2010). Door middel van de BIM-evaluatie tools kan vooraf vastgesteld worden of een partij voldoet aan de verwachtingen van BIM voor de samenwerking in een project. Dit voorkomt samenwerkingsproblemen gedurende een project en resulteert in minder tijdverlies. In deze paragraaf worden huidige BIM-evaluatie tools beschreven. Nadat deze tools beschreven zijn kan er een keuze gemaakt worden welke tool/BIM-maturity model het meest voldoet aan de vooraf gestelde criteria. BIM-evaluatie tools, die tijdens de literatuurstudie naar voren gekomen zijn, zijn weergegeven in tabel 2.

Tabel 2: overzicht BIM-maturity modellen

BIM maturity modellen
1. BIM Capability Stages
2. BIM maturity Index (BIMMI)
3. BIM Quickscan
4. iBIM Maturity model
5. Pennsylvania University State maturity model
6. Universiteit Twente BIM-maturity model analyse & Best practices

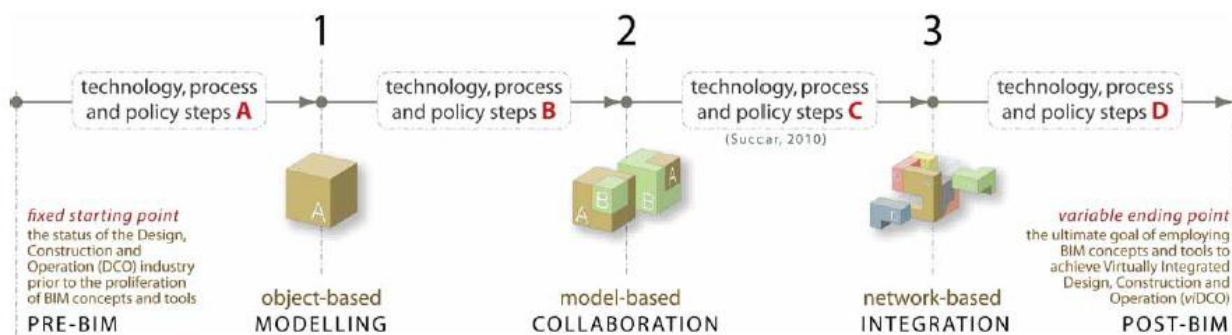


1. BIM Capability Stages

De BIM Capability Stages (of BIM stages) is één van de methodieken die Succar (2010) heeft ontwikkeld om de BIM-capability en -maturity van een bedrijf te onderzoeken. BIM Capability bestaat uit drie BIM-stages:

- BIM Stage 1: object-based modelling;
- BIM Stage 2: model-based collaboration;
- BIM Stage 3: network-based integration.

Voor de eerste stage bevindt een bedrijf zich in de pre-BIM fase en deze fase is het BIM startpunt waarbij het bedrijf nog niet kan werken met BIM. Elke stage/fase beschrijft de minimale BIM vereisten waar een bedrijf aan moet voldoen om een stage hoger te komen. Na de laatste stage komt de post-BIM fase waarbij alle projecten geïntegreerd plaatsvinden op het gebied van BIM. Het stappenplan van de BIM Capability Stages is in figuur 7 weergegeven. Voorbeelden voor de eerste stage zijn gebruikt van object-based modelling software tools, zoals ArchiCad of Revit. Om de tweede stage te bereiken moet het bedrijf bijvoorbeeld deelnemen aan een multidisciplinair samenwerkingsproject en om de laatste stage te bereiken moet een bedrijf bijvoorbeeld een samenwerkingstool, zoals een BIM server, aanschaffen (Succar, Sher, & Williams, 2012).

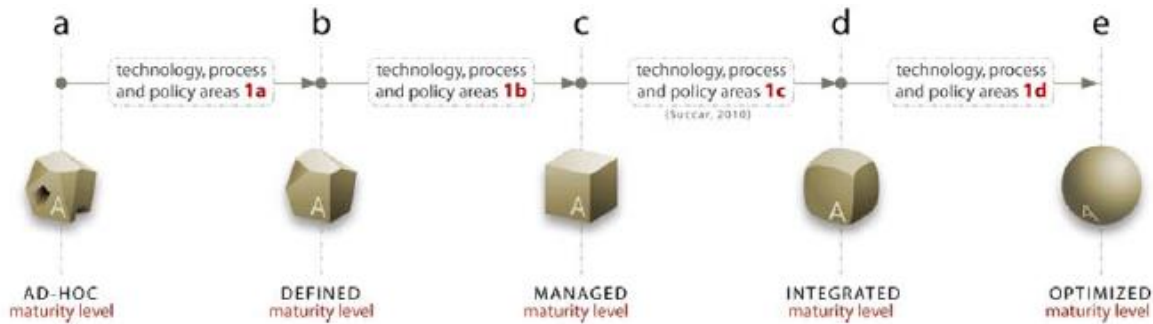


Figuur 7: BIM Capability Stages (Succar, 2010)

De A, B, C, D stappen tussen de verschillende niveaus bestaan uit technologie, processen en beleid. Als een bedrijf wil doorgroeien naar een hoger niveau, dan moet het desbetreffende bedrijf de stappen technologie, processen en beleid in het bedrijf hebben ingevoerd.

2. BIM Maturity Index (BIMMI)

BIMMI is een opvolger van de BIM Capability Stages en is ontwikkeld door Succar (2010). De term BIM Maturity refereert naar kwaliteit, herhalingen en de graad van uitmuntendheid binnen een BIM Capability Stage. Hierbij beschrijft de term 'capability' het minimale vermogen van een bedrijf en bij 'maturity' gaat het om hoe goed een bedrijf is in het uitvoeren of het leveren van een BIM-service/product (Succar, 2010). BIM maturity benchmarks zijn prestatie verbetering levels waar teams of bedrijven naar kunnen streven om hun BIM-capaciteiten te vergroten. Succar (2010) geeft aan dat de BIMMI is ontwikkeld om de BIM capability, implementatie vereisten, prestatie levels en kwaliteit management te meten. Het BIMMI bestaat uit vijf levels; 1. initial/ ad-hoc; 2. defined; 3. managed; 4. integrated en 5. optimised. Net als de BIM Capability Stages, als het bedrijf groeit in het gebruik van BIM dan kan een level hoger komen. Deze levels zijn weergegeven in figuur 8.



Figuur 8: BIMMI (Succar, 2010)

3. BIM Quickscan

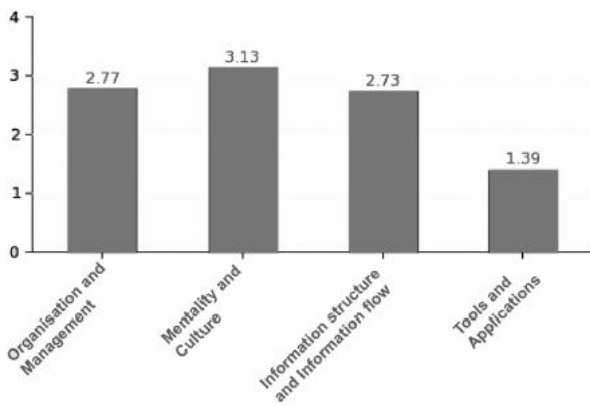
De BIM Quickscan is door TNO ontwikkeld om de BIM-prestatie in Nederland te kunnen meten. Het meetinstrument kan worden gebruikt om de BIM capaciteiten van een bedrijf te kunnen visualiseren (Sebastian & van Berlo, 2010). Daarbij kan de nieuwe beoordelingstool in kort tijdsbestek (binnen één dag) worden uitgevoerd (Sebastian & van Berlo, 2010).

De BIM Quickscan tool is voorgenomen om een bedrijf op vier hoofdbestanddelen te meten die zowel harde als soft aspecten van BIM evalueren. Deze vier hoofdbestanddelen bestaat uit: 1. Organisatie en management; 2. Mentaliteit en cultuur; 3. Informatie structuur en informatie flow en 4. Tools en applicaties (Sebastian & van Berlo, 2010). Elk hoofdbestanddeel bestaat uit een nummer van KPI's (Key Performance Indicators) die gevormd zijn in een vragenlijst die bestaat uit 50 meerkeuzevragen om de vier hoofdbestanddelen te meten. De KPI's die per hoofdbestanddeel behoren is weergegeven in tabel 3.

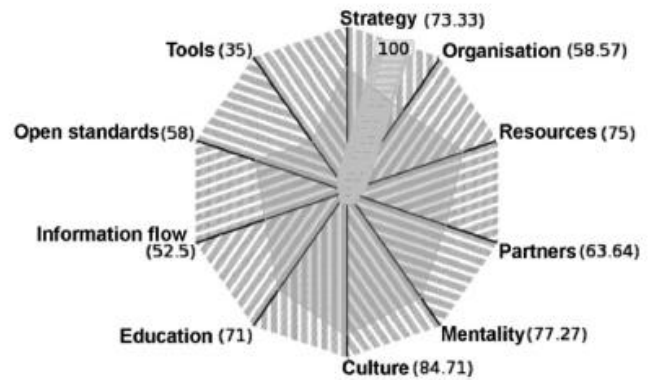
Tabel 3: BIM Quickscan (Sebastian & van Berlo, 2010)

Hoofdbestanddelen	KPI's (Key Performance Indicators)
1. Organisatie en Management	Het vastleggen van: visie en strategie, rollen en taken, organisatiestructuur, kwaliteitsborging, financiële middelen en partnerschap op zowel project- als ondernemingsniveau.
2. Mentaliteit en Cultuur	Focus op: acceptatie van BIM door de staf als medewerkers, groep en individuele motivatie, aanwezigheid en invloed van de BIM-coördinator, kennis en skills, kennismanagement en trainingen.
3. Informatiestructuur en Informatie flow	Het gebruik van: modellering, open ICT-standaarden, object bibliotheken, interne en externe informatie flow, type data uitwisseling en het type data in een projectfase.
4. Tools en Applicaties	De hardware en software gerelateerde KPI's: het gebruik van een BIM-server, type en capaciteit van de server, type van software aanwezig, gebruik van uitgebreide BIM-tools, model view definities en het gebruik van ondersteunende regels.

Voor elk KPI zijn een aantal antwoorden mogelijk. Elk KPI kent een wegingsfactor en aan een antwoord op een KPI wordt een score toegedeeld. Uiteindelijk krijgt een bedrijf een overzicht van elk hoofdbestanddeel met een bepaalde score, zie figuur 9. Met deze scores kan een bedrijf zien waar verbeteringen mogelijk zijn om de BIM-prestatie van een bedrijf te verhogen. Daarnaast kan een overzicht van de KPI's worden gegenereerd om in detail te kunnen waarnemen waar een bedrijf zowel goed als slecht in is om deze KPI's in de toekomst te verbeteren (figuur 10).



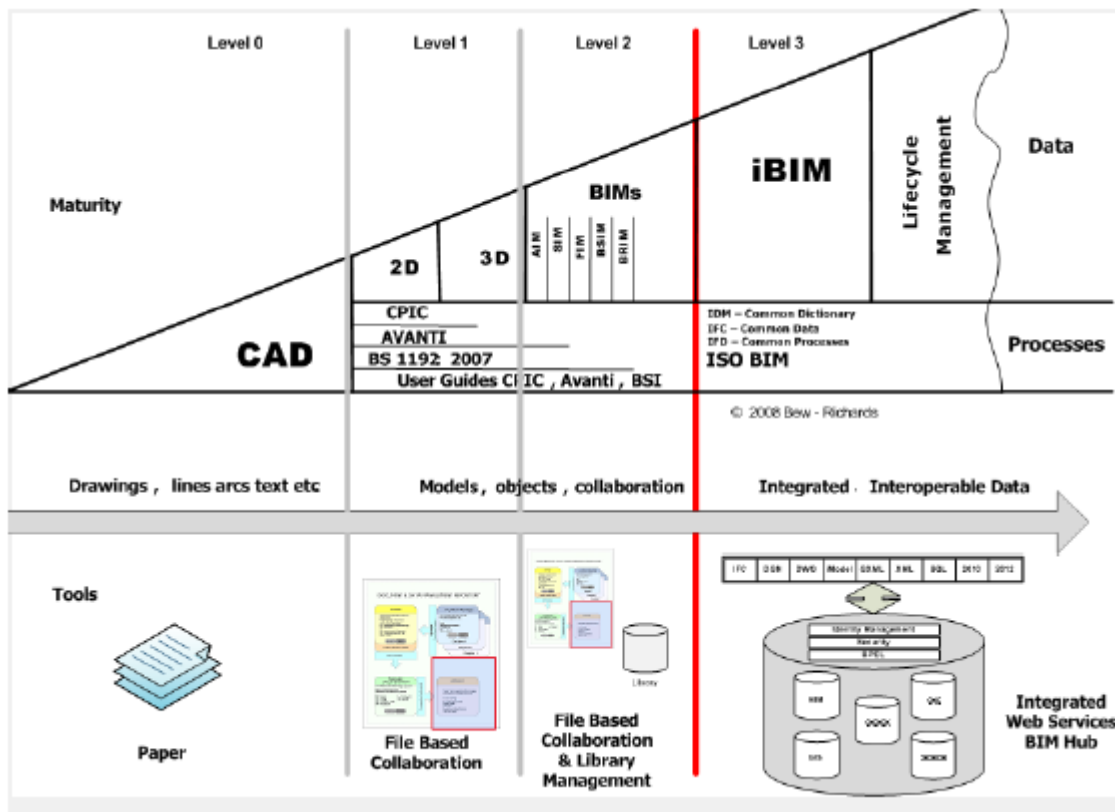
Figuur 9: score in detail (KPI's) (Sebastian & van Berlo, 2010)



Figuur 10: score pre hoofdbestanddeel (Sebastian & van Berlo, 2010)

4. iBIM Maturity model

Het maturity model is bedacht door BIM Industry Working Group om een duidelijke formulering van de BIM-niveaus van de verwachte competenties te krijgen (figuur 11). Verder kan het model gebruikt worden om de ondersteuning van standaarden en richtlijnen inzichtelijk te maken en aan te geven hoe deze twee relaties toegepast kunnen worden in projecten en contracten in de industrie. Uiteindelijk moet het model ervoor zorgen dat de ambiguïteit uit de term BIM wordt gehaald, dat



Figuur 11: iBIM Maturity overzicht (BIS, 2011)



specificaties duidelijk en transparant weergegeven worden voor de keten partners en dat de klant duidelijkheid krijgt over wat door de keten partners wordt aangeboden (BIS, 2011).

De drie levels uit figuur 11 zijn geformuleerd om inzicht te krijgen in het BIM-niveau van een bedrijf. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt of bedrijven nog steeds gegevens uitwisselen via papier of dat zij de gegevens geïntegreerd hebben verwerkt. De drie levels kunnen als volgt worden beschreven:

0. Ongestructureerd CAD-gebruik, waarschijnlijk 2D en uitwisseling op papier (of elektronisch papier) als gebruikelijke manier van data uitwisseling.
1. Gemanaged CAD in 2D of 3D formaat die gebruik maakt van BS1192:2007 met en samenwerkingstool om een gezamenlijke data omgeving te verkrijgen met eventueel het gebruik van standaard data-structuren en -formats.
2. Gemanaged 3D omgeving ondersteund door verschillende BIM-tools. De commerciële data wordt gemanaged door een ERP. 4D planning- en 5D calculatie- data kan al wel gebruikt worden, maar wordt vaak in minimale hoeveelheid gebruikt.
3. Volledig open proces en data integratie mogelijk door web services gesteund door IFC-standaards en gemanaged door een samenwerkende model server. Dit kan gezien worden als iBIM, ook wel geïntegreerde BIM genoemd.

5. Pennsylvania University State maturity model

Het Pennsylvania University State maturity model is ontwikkeld door de Pennsylvania University State. Dit model kan gebruikt worden als assessment tool voor de implementatie van BIM in een organisatie. De universiteit beschrijft met het rapport een handleiding om BIM in een organisatie te kunnen implementeren. In het rapport wordt de Pen State Maturity Model beschreven om inzicht te krijgen in hoe je als organisatie ervoor staat en waar je als organisatie naartoe wilt werken. Daarbij maakt de maturity model onderscheid tussen zes hoofdcriteria, die vervolgens weer bestaan uit verschillende subcriteria. The Pennsylvania State University (2012) beschrijft de zes hoofdcriteria, genoemd in tabel 4.

Tabel 4: de Pennsylvania University State criteria

Nr.	Hoofdcriteria	Subcriteria
1.	Strategie	Welke missie, visie en doelen zijn door de organisatie geformuleerd en welke middelen zet het management in om het te kunnen bewerkstelligen.
2.	Gebruik	Welke specifieke methodes worden gebruikt om BIM te implementeren.
3.	Proces	Op welke manier wordt BIM momenteel gebruikt.
4.	Informatie	De informatiebehoefte van een organisatie, waarbij gekeken wordt of er gebruik gemaakt wordt van een Model Element Breakdown, Level of Development (LOD) en faciliteiten van data.
5.	Infrastructuur	Wordt er gebruik gemaakt van specifieke software, hardware of werkruimten om BIM-implementatie te ondersteunen.
6.	Personeel	Wat zijn de effecten van BIM op het personeel? Daarbij wordt bijvoorbeeld gekeken naar of rollen en verantwoordelijkheden verschuiven en/of er extra scholing of training wordt toegepast binnen een organisatie.

Aan de hand van de subcriteria wordt de level of maturity gemeten. Elk subcriterium kent een level of maturity van 0 tot 5. Een level of maturity van nul betekent dat een bepaald element niet bestaat of gebruikt wordt, waarbij een level of maturity van vijf betekent dat het subcriterium volledig geoptimaliseerd is. Om de level of maturity van een organisatie te kunnen meten, kan het personeel worden geïnterviewd door middel van een kant en klare template die door de Pennsylvania



University State is verstrekt. Door middel van interview(s) kan de level of maturity van het huidige niveau van de organisatie worden weergegeven in de template. Vervolgens moet de organisatie een doel bepalen naar welk niveau zij willen groeien. Deze template is weergegeven in figuur 12, waarin de blauwe kleur het huidige niveau en de rode kleur het doel van de organisatie weergeeft.

Planning Element	Description	Level of Maturity					Current	Target	Total	
		0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	11	18	25
Strategy	The Mission, Vision, Goals, and Objectives, along with management support, BIM Champions, and BIM Planning Committee.	No Organizational Mission or Goals	Basic Organizational Mission Established	Established Basic Organizational Goals	Organization Mission Addressed across services, values at minimum	Goals are specific, relevant, and timely	Mission and Goals are realistic, tested, maintained, and updated (as necessary)	1	0	0
Organizational Mission and Goals	A mission is the fundamental purpose for existence of an organization. Goals are specific aims which the organization wishes to accomplish. A vision is a picture of what an organization is striving to become.	No Organizational Mission or Goals	Basic Organizational Mission Established	Established Basic Organizational Goals	Organization Mission Addressed across services, values at minimum	Goals are specific, relevant, and timely	Mission and Goals are realistic, tested, maintained, and updated (as necessary)	1	0	0
BIM Vision and Objectives	Objectives are specific tasks or steps that when accomplished move the organization toward their goals	No BIM Vision or Objectives Defined	Basic BIM Vision is Established	Established Basic BIM Vision	BIM Vision addresses mission, strategy, and culture	BIM Objectives are specific, measurable, attainable, relevant, and timely	Vision and Objectives are regularly realized, maintained and updated (as necessary)	2	3	5
Management Support	To what level does management support the BIM Planning Process	No Management Support	Limited Support for feasibility study	Full Support for BIM Implementation with Some Resource Commitment	Full support for BIM Implementation with Appropriate Resource Commitment	Limited support for BIM Implementation with a limited budget	Full Support of continuing efforts	3	4	5
BIM Champion	A BIM Champion is a person who is technically skilled and motivated to guide an organization to improve their processes by pushing adoption, managing resistance to change and ensuring implementation of BIM	No BIM Champion	BIM Champion identified but limited time committed to BIM initiative	BIM Champion with Adequate Time Commitment	Multiple BIM Champions with Each Working Group	Executive Level BIM Support Champion with limit time commitment	Executive-level BIM Champion working closely with Working Group Champion	3	3	5
BIM Planning Committee	The how does the organizational BIM planning team mature?	No BIM Planning Committee established	Small Ad-hoc Committee with only those interested in BIM	BIM Committee is formalized and inclusive of all operating units	Multi-disciplinary BIM Planning Committee members from all operating units	Planning Committee includes members for all level of the organization including executives	BIM Planning Decisions are integrated with organizational Strategic Planning	2	3	5
BIM Uses	The specific methods of implementing BIM	0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	2	5	10
Project Uses	The specific methods of implementing BIM on projects	No BIM Uses for Projects Identified	No BIM Uses for Projects Identified	Minimal Organizational Requirements for BIM	Extensive use of BIM with sharing between parties	Extensive use of BIM with sharing between parties within project phase	Open sharing of BIM Data across all parties and project phases	1	3	5
Operational Uses	The specific methods of implementing BIM within the organization	No BIM Uses for Operations Identified	Record (As-Built) BIM model received by operations	Record data imported/referenced for operational uses	BIM data manually maintained for operational uses	BIM data is directly integrated with operational systems	BIM data maintained with operational systems in Real-time	1	2	5
Process	The means by which the BIM Uses are accomplished	0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	2	5	10
Project Processes	The documentation of External Project BIM Processes	No external project BIM Processes Documented	High-level BIM Process Documented for each Party	Integrated High Level Organizational Process Documented	Detailed BIM Process Documented for Primary BIM Uses	Detailed BIM Process Documented for all BIM Uses	Detailed BIM Process Documented and Regularly Maintained and Updated	1	3	5
Organizational Processes	The documentation of Internal Organizational BIM Processes	No internal organizational BIM Processes Documented	High-level BIM Process Documented for each operating unit	Integrated High Level Organizational Process Documented	Detailed BIM Process Documented for primary organizational Uses	Detailed BIM Process Documented for all BIM Uses	Detailed BIM Process Documented and Regularly Maintained and Updated	1	2	5

Figuur 12: template maturity model (The Pennsylvania State University, 2012)

6. Universiteit Twente BIM-maturity model analyse & Best practices

De Universiteit Twente heeft in 2014 een BIM-maturity sectoranalyse uitgevoerd in opdracht van de Bouw Informatie Raad (BIR) en de Nederlandse vereniging voor Inkoopmanagement (NEVI) (Siebelink et al., 2014). Het doel van de analyse was om een beeld te schetsen van de BIM-ontwikkelingen binnen verschillende deelsectoren van de Nederlands bouw- en GWW- sector, waarbij de focus lag op BIM-best practices en BIM-volwassenheid van deelsectoren (Siebelink et al., 2014). De Universiteit van Twente heeft een BIM-maturity model ontwikkeld om de BIM-ontwikkelingen binnen de verschillende deelsectoren te meten. Hierbij heeft de universiteit het maturity model vertaald naar een interviewformat om BIM-maturity gegevens te verzamelen. Verder heeft de universiteit het BIM-maturity model onderverdeeld in zes hoofdcriteria, dit is in tabel 5 weergegeven.



Tabel 5: hoofdcriteria van de BIM-maturity model

Nr.	Hoofdcriteria	Omschrijving
1.	Strategie	De missie, visie en doelstellingen van de organisatie en de wijze waarop het management de BIM-activiteiten ondersteunt.
2.	Organisatiestructuur	De formele opbouw van de organisatie, zoals de verdeling van arbeid, hiërarchische structuur en functieomschrijvingen.
3.	Mens en cultuur	De eigenschappen en competenties van personen hebben grote invloed op het algehele functioneren van BIM in een organisatie. De culturele gewoontes zijn daarbij verankerd in de organisatie en bepalen mede de motivatie om met BIM te werken of nieuwe ontwikkelingen te ondersteunen
4.	Processen en procedures	Een proces is een verzameling van activiteiten die gezamenlijk een BIM-toepassingen vormen. Procedures zijn erop gericht om deze processen te stroomlijnen en te standaardiseren.
5.	ICT (Infrastructuur)	De ICT-technische middelen om BIM mogelijk te maken, waaronder hardware en software. Ook de fysieke faciliteiten, zoals vergaderruimten en werkplekken, zijn binnen dit criterium opgenomen.
6.	Data(structuur)	De verzameling, opbouw en het beheer van alle (project)gegevens, waaronder documenten en tekeningen, in een BIM.

Naast de vragen van het BIM-maturity model, wordt een deel van de interviews besteed aan Best practices. Deze vragen zijn onderverdeeld in vier aspecten, zie tabel 6.

Tabel 6: Best practices aspecten

Nr.	Aspecten	Omschrijving
1.	BIM-toepassingsgebieden	Manieren waarop BIM in de praktijk gebruikt kan worden, zoals visualisatie van oplossingen middels het 3D-bouwmodel of het genereren van hoeveelheden uit het bouwmodel.
2.	Implementatievolgorde van de BIM-toepassingsgebieden	Inzicht wordt verkregen in het BIM-implementatieproces dat een organisatie heeft doorgemaakt.
3.	Drijfveren	De toepassing van BIM binnen een organisatie stimuleren, zoals het vergroten van efficiency van processen of het verminderen van faalkosten.
4.	Barrières	De toepassing van BIM binnen een organisatie belemmeren, zoals het ontbreken van goed ontwikkelde standaarden voor informatie-uitwisseling of een gebrek aan motivatie binnen de organisatie om de transitie naar BIM door te voeren.

Aan de hand van het BIM-maturity model en Best Practices volgt een beeld van hoever een bedrijf is met BIM en waar bedrijven tegenaan lopen door het gebruik van BIM.



2.4.3 Selectie van een BIM-volwassenheidsmodel

Nadat de aspecten en de zes BIM-volwassenheidsmodellen beschreven zijn, worden de aspecten naast de volwassenheidsmodellen gelegd. Hierbij wordt gekeken of een geschikt BIM-volwassenheidsmodel aanwezig is voor het meten van de BIM-niveaus voor DVBH. In paragraaf 2.3 zijn de aspecten beschreven die voor DVBH van belang zijn om de BIM-niveaus van DVBH en de partners te meten. In deze paragraaf wordt beoordeeld of de onderzochte BIM-volwassenheidsmodellen voldoen aan de vooraf gestelde aspecten. De beoordeling is in tabel 7 weergegeven. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen aspecten die aanwezig zijn, gedeeltelijk aanwezig en niet aanwezig in het volwassenheidsmodel om het aspect te kunnen meten. Gedeeltelijk aanwezig wil zeggen dat het aspect in beperkte mate wordt gemeten.

Tabel 7: beoordeling van de BIM-volwassenheidsmodellen

Aspecten	BIM Capability Stages	BIM Maturity Index	BIM Quickscan	iBIM Maturity model	Pennsylvania University State	Universiteit Twente BIM-maturity model analyse & Best practices
Aanwezigheid van een BIM-visie	Red	Green	Green	Red	Green	Green
Ondersteuning vanuit managementafdelingen	Red	Green	Green	Red	Green	Green
Financiën voor het realiseren van BIM	Red	Green	Green	Red	Green	Green
Educatie & trainingen	Red	Green	Green	Red	Green	Green
Aanwezigheid van BIM-experts	Red	Green	Green	Red	Green	Green
Verdeling van taken en verantwoordelijkheden	Orange	Green	Green	Green	Green	Green
Het gebruik van software	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Het gebruik van datamanagement	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Het uitwisselen van informatie	Orange	Green	Green	Green	Green	Green
Samenwerkingsgerichtheid met diverse partijen	Red	Red	Orange	Orange	Red	Green

Red	Niet aanwezig
Orange	Gedeeltelijk aanwezig
Green	Aanwezig

Het eerste BIM-volwassenheidsmodel, BIM Capability Stages van Succar (2010), is niet geschikt vanwege de beperkte mate van onderscheid tussen de drie BIM-niveaus. Daarnaast wordt met name de focus gelegd op het gebruik van software, data-uitwisseling, objectdecompositie en objectattributen. In dit model worden de meeste aspecten niet gemeten en wordt niet toegelicht hoe de aspecten geschaald zijn. De BIM Maturity Index meet meerdere aspecten dan de BIM Capability Stages. De BIM Maturity Index maakt meer onderscheid tussen BIM-niveaus. Het



volwassenheidsmodel is meer gericht op de capaciteiten van een bedrijf dan op de samenwerking tussen diverse bedrijven. Verder moeten er veel stappen worden uitgevoerd om de aspecten te kunnen meten. Hierdoor is het tweede BIM-volwassenheidsmodel van Succar (2010) ook niet geschikt voor het onderzoek.

De BIM Quickscan van TNO (Sebastian & van Berlo, 2010) omvat alle aspecten die door DVBH gesteld zijn. In het aspect samenwerkingsgerichtheid met diverse partijen wordt wel beschreven hoe partners op zowel project- als ondernemingsniveau moeten samenwerken, maar er wordt niet beschreven hoe de partijen moeten samenwerken met BIM. Verder is de BIM Quickscan is snel en eenvoudig uit te voeren. Het grote nadeel van deze manier van het meten van de BIM-niveaus is dat de BIM Quickscan alleen een score per hoofdbestandsdeel weergeeft. De achterliggende informatie om tot deze score te komen wordt niet weergegeven en is dus niet beschikbaar, waardoor een diepgaande scan naar informatie-uitwisseling aan de hand van deze meting niet kan worden toegepast. Hierdoor is de BIM Quickscan ondanks de overlap met alle aspecten niet geschikt voor het onderzoek.

Het iBIM Maturity Model geeft per level aan in hoever een BIM-model gebruikt kan worden voor het uitwisselen van informatie. Echter, het model geeft weinig inzicht in de financiën voor het implementeren van BIM, of ondersteuning vanuit managementafdeling aanwezig is en of BIM-experts aanwezig zijn in het bedrijf. Hierdoor worden bepaalde aspecten niet gemeten. Verder verstrekt het model geen manier om het BIM-niveau van een bedrijf te meten. Geconcludeerd kan worden dat ook dit model niet geschikt is om de BIM-niveaus van partners te meten.

De Pennsylvania University State omvat bijna alle aspecten, op één aspect na: samenwerkingsgerichtheid tussen partners. Het model is geschikt voor intern gebruik en is niet bedoeld om bedrijven met elkaar te vergelijken. Hierdoor is ook dit model niet geschikt voor mijn onderzoek om de BIM-niveaus van verschillende bedrijven met elkaar te vergelijken.

De BIM-maturity sector analyse & Best Practices ontwikkeld door de Universiteit van Twente omvat alle aspecten die door DVBH gesteld zijn. Daarbij is de informatie beschikbaar om te komen tot de score van de BIM-niveaus van bedrijven, een vragenlijst is aanwezig om de scores van de vooraf gestelde aspecten te kunnen meten (bijlage 1 en 2). Verder is een diepgaand onderzoek naar informatie-uitwisseling mogelijk. Alles bij elkaar kan worden geconcludeerd dat dit BIM-maturity model geschikt is voor dit onderzoek.

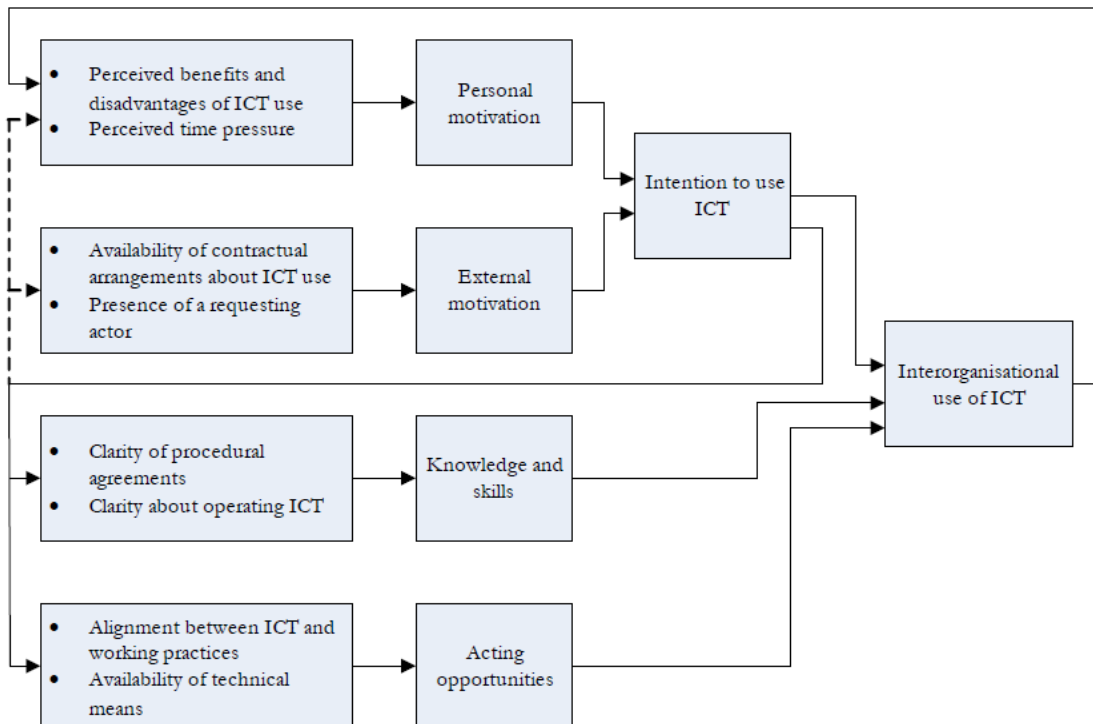
Conclusie

De BIM-maturity & Best Practices van de Universiteit Twente is het meest geschikt BIM-volwassenheidsmodel voor dit onderzoek en zal worden toegepast om de BIM-volwassenheidsniveaus van DVBH en de partners te meten en te vergelijken.



2.5 Theoretisch model voor interorganisationeel ICT-gebruik

De verkregen gegevens, die uit de BIM-volwassenheid metingen en vragenlijst naar voren komen, moeten uiteindelijk op een abstractieniveau worden geanalyseerd. Hiervoor wordt er gebruik gemaakt van het theoretisch model van Adriaanse et al. (2010). Zij beschrijven in dit model vier dominante mechanismen die het interorganisationeel ICT-gebruik beïnvloeden. Deze vier mechanismen zijn in figuur 13 weergegeven.



Figuur 13: theoretisch model (Adriaanse et al., 2010)

De omschrijving van de vier dominante mechanismen door Adriaanse et al. (2010) zijn hieronder letterlijk vertaald.

1. Persoonlijke motivatie (Personal motivation)

De mate waarin de actoren bereid zijn om ICT zelf te gebruiken. Persoonlijke motivatie beïnvloedt zowel de bereidheid van de actoren om ICT toe te passen als de bereidheid om te investeren in middelen om de barrières bij het gebruik van ICT te overwinnen.

1a. Perceptie van voor- en nadelen van ICT-gebruik: De mate waarin de actoren voordelen en/of nadelen zien in het gebruik van ICT.

1b. Perceptie van tijdsdruk: De mate waarin actoren tijdsdruk ervaren bij het gebruik van ICT of overwegen om nieuwe ICT te gaan gebruiken.

2. Externe motivatie (External motivation)

De mate waarin actoren door andere actoren wordt gedwongen om ICT te gaan gebruiken. Externe motivatie beïnvloedt zowel het gebruik van ICT als de mate waarin de actoren bereid zijn om middelen te investeren om barrières tot het gebruik van ICT te overwinnen.

2a. Aanwezigheid van contractuele afspraken voor het gebruik van ICT: De mate waarin actoren gedwongen worden om ICT of andere middelen van communicatie te gebruiken, omdat dit in het contract staat beschreven.



2b. Aanwezigheid van een vragende actor: De mate waarin een andere actor de actoren vraagt om ICT op een bepaalde manier te gebruiken en deze vraag impact heeft op de actor.

3. Kennis en vaardigheden (Knowledge and skills)

De mate waarin actoren weten hoe ICT toegepast moet worden. Het gebruik van ICT bij de actoren wordt beperkt, wanneer de kennis en vaardigheden beperkt zijn.

3a. Duidelijkheid van procedurele afspraken: De mate waarin de actoren weten hoe ICT gebruikt moet worden (welke informatie moet met wie gecommuniceerd worden, in welke vorm en op welk moment) en dat deze handelswijze ondersteuning biedt bij het voorgenomen gebruik van ICT.

3b. Duidelijkheid over de bediening van ICT: De mate waarin de actoren weten hoe ICT gebruikt moet worden.

4. Handelingsmogelijkheden (Acting opportunities)

De mate waarin actoren in staat zijn om ICT op een voorgenomen manier te gebruiken. Wanneer de handelingsmogelijkheden beperkt zijn, is ICT niet in staat om de handelingen van de actoren te ondersteunen.

4a. Afstemming tussen ICT en werkwijzen: De mate waarin ICT is afgestemd op de werkwijzen van de actoren in een project en haar organisatie(s).

4b. Aanwezigheid van technische middelen: De mate waarin technologische aspecten de actoren beperken in het bedoelde gebruik van ICT.

Door de bril van deze vier mechanismen worden de barrières uit beide praktijkstudies en de uiteindelijke voorwaarden, om informatie-uitwisseling met BIM te verbeteren, beschreven. Voordat deze voorwaarden kunnen worden opgesteld worden eerst de verkregen gegevens uit beide praktijkstudies in het volgende hoofdstuk beschreven. Hieruit volgen een aantal barrières van het BIM-gebruik bij DVBH en haar partners. Deze barrières worden uiteindelijk, aan het eind van het hoofdstuk, gekoppeld met het theoretisch model van Adriaanse et al. (2010) om de barrières uit dit onderzoek op een abstractieniveau te kunnen analyseren.



3. Praktijkstudie: resultatenanalyse

In dit hoofdstuk worden twee praktijkstudies uitgevoerd. In de eerste praktijkstudie wordt een algemene scan uitgevoerd, waarbij de gemeten BIM-niveaus van de geïnterviewde partners en DVBH worden geanalyseerd. De eerste praktijkstudie wordt gevolgd door de tweede praktijkstudie die bestaat uit een diepgaande scan naar software, objectenstructuur / objectdecompositie, objectenbibliotheken & -attributen en data-uitwisseling.

3.1 Praktijkstudie 1: algemene scan

De sub-deelvragen en deelvraag van de eerste praktijkstudie zijn:

- b) Wat is het huidige BIM-volwassenheidsniveau van DVBH en haar partners?
1. Welk BIM-volwassenheidsniveau is voor DVBH en haar partners vereist?
 2. Hoe volwassen is DVBH met het gebruik van BIM?
 3. Hoe volwassen zijn de partners van DVBH met het gebruik van BIM?
 4. Hoe volwassen zijn DVBH en de partners met elkaar vergeleken?

Om deze deelvraag te beantwoorden, wordt er gebruik gemaakt van een BIM-volwassenheidsmodel dat is opgesteld door de Universiteit Twente, genaamd: Universiteit Twente BIM-maturity model analyse & Best practices. Dit model bestaat uit een volwassenheidsmodel (maturity model) met daaraan gekoppeld instrumenten om data te verzamelen, waaronder een interview format. Deze interview (in bijlage 2 is hiervan een gedeelte terug te vinden) met daaraan gekoppeld de BIM-niveaus die gerelateerd zijn aan de zes hoofdcriteria die in tabel 5, paragraaf 2.4 staan beschreven. De vragenlijst is gebruikt bij het interviewen van DVBH en de partners van DVBH. De zes hoofdcriteria bestaan vervolgens uit één of meerdere subcriteria, deze subcriteria staan weergegeven in tabel 8. Daarbij hebben Siebelink, Adriaanse, & Voordijk (2014) in het rapport "BIM-maturity sectoranalyse - 2014" elk subcriterium toegelicht dat terug te vinden is in bijlage 1.

Tabel 8: overzicht hoofdcriteria met de subcriteria

Hoofdcriteria en subcriteria:	
1. Strategie	4. Processen & procedures
<ul style="list-style-type: none"> • BIM-visie en -doelstellingen • Managementondersteuning • BIM-expert / -werkgroep / -afdeling 	<ul style="list-style-type: none"> • Procedures en werkinstructies
2. Organisatiestructuur	5. ICT (infrastructuur)
<ul style="list-style-type: none"> • Taken en verantwoordelijkheden 	<ul style="list-style-type: none"> • Hardware en netwerkomgeving • Software • BIM-faciliteiten
3. Mens & Cultuur	6. Data(structuur)
<ul style="list-style-type: none"> • Persoonlijke motivatie en bereidheid te veranderen • Vragende actor (intern) • Educatie, training en ondersteuning • Samenwerkingsgerichtheid 	<ul style="list-style-type: none"> • Informatieopbouw • Objectenstructuur / objectdecompositie • Objectenbibliotheken en -attributen • Data-uitwisseling

Elk subcriterium wordt gemeten door middel van zes BIM-volwassenheidsniveaus. Elk BIM-niveau beschrijft de minimale BIM vereisten waar een organisatie aan moet voldoen om een niveau hoger te komen. In bijlage 3 is beschreven waar de organisaties aan moeten voldoen om een bepaald BIM-niveau van een subcriterium te bereiken.



In het vervolg van dit hoofdstuk wordt in de eerste paragraaf de gewenste BIM-niveaus beschreven die DVBH verwacht van zijn partners en van DVBH zelf. Nadat de gewenste BIM-volwassenheidsniveaus bepaald zijn, zijn DVBH en de partners van DVBH geïnterviewd om de BIM-volwassenheidsniveaus te meten. De gemeten BIM-volwassenheidsniveaus van DVBH en de partners worden vervolgens in de tweede en derde paragraaf inzichtelijk gemaakt, waarna de BIM-niveaus van verschillende organisaties vergeleken kunnen worden. Door middel van deze gegevens kunnen de eerste voorwaarden worden opgesteld om informatie-uitwisseling met BIM naar een hoger niveau te krijgen.

De stappen, die in dit hoofdstuk worden gevolgd, zijn:

1. Het bepalen van het gewenste BIM-volwassenheidsniveau voor DVBH en zijn partners;
2. Het meten van de huidige BIM-volwassenheidsniveaus van DVBH en de partners;
3. Het vergelijken van de huidige BIM-volwassenheidsniveaus met de gewenste BIM-niveaus;
4. Het koppelen van de theorie met de huidige BIM-volwassenheidsniveaus;
5. Het uitvoeren van een diepgaande scan naar gebruik van software, objectenstructuur / objectdecompositie, objectenbibliotheken en -attributen en data-uitwisseling met een BIM model tussen DVBH en diverse partners;

3.1.1 Het gewenste BIM-volwassenheidsniveau

Naast de beschrijving van elk BIM-niveau (bijlage 3), is ook het gewenste BIM-niveau van elk subcriterium weergegeven. De niveaus kunnen variëren van 'niet aanwezig' tot 'optimaliserend'. De groen gemarkeerde kolom geeft het BIM-niveau aan dat door DVBH gewenst is. De gewenste BIM-niveaus zijn door twee werknemers vanuit DVBH opgesteld en is voor elke partij die geïnterviewd wordt in dit onderzoek gelijk. Het gewenste BIM-niveau van elk hoofdcriterium met zijn subcriteria wordt hieronder toegelicht:

1. Strategie:

BIM-visie en -doelstellingen (niveau 3)

Het gewenste niveau van dit subcriterium, dat door DVBH is bepaald, is niveau 3 (gedefinieerd) wat inhoudt dat de BIM-visie binnen de bredere organisatorische missie en strategie van de organisatie past. Verder is het gewenst dat er overeenstemming is over de BIM-visie met partners. Daarnaast hoeven de BIM-visie en -doelstellingen in eerste instantie nog niet SMART geformuleerd te zijn.

Managementondersteuning (niveau 4)

Bij managementondersteuning is niveau 4 (kwantitatief gemanaged) het gewenste niveau, wat betekent dat er voldoende middelen ter beschikking worden gesteld vanuit het management van de organisatie om BIM verder te kunnen ontwikkelen en nieuwe toepassingen te kunnen implementeren.

BIM-expert / -werkgroep / -afdeling (niveau 2)

Het is gewenst dat binnen de organisatie de BIM-expert voldoende tijd beschikbaar heeft gesteld voor BIM-ondersteuning en -initiatieven. Verder is het gewenst dat er een werkgroep opgesteld is waarin enkele bedrijfsonderdelen zijn opgenomen. De BIM-expert moet nauw samenwerken met alle mensen in verschillende functies uit de organisatie. Daarbij is het voor DVBH minder van belang dat de werkgroep moet bestaan uit alle operationele divisies.



2. Organisatiestructuur:

Taken en verantwoordelijkheden (niveau 3)

De basistaken met betrekking tot het BIM-proces moeten zijn vastgelegd deze basistaken moeten geïntegreerd zijn in de verantwoordelijkheden en taakomschrijvingen van de reguleren functies. Verder is het gewenst dat de verantwoordelijkheid voor BIM-processen bij de projectteams of operationele units ligt.

3. Mens & Cultuur:

Persoonlijke motivatie en bereidheid te veranderen (niveau 4)

Om het vierde BIM-niveau te behalen, moet de persoonlijke motivatie voor BIM worden ondersteund door de organisatiecultuur. Dit maakt het mogelijk om wijzigingen door te voeren in traditionele processen en werkwijzen. Het is niet direct voor DVBH van belang dat organisaties snel kunnen reageren op een veranderende omgeving, omdat het voor DVBH belangrijker is dat de wil aanwezig is om te veranderen in plaats van de snelheid.

Vragende actor (intern) (niveau 3)

Bij een gewenst BIM-niveau van een drie (gedefinieerd), moeten meerdere vragende actoren vanuit verschillende divisies binnen de organisatie aanwezig zijn. Hierbij is het niet noodzakelijk dat een centraal persoon die aangewezen is voor de implementatie van BIM (BIM-champion) aanwezig moet zijn binnen de directie/leidinggevenden van de organisatie.

Educatie, training en ondersteuning (niveau 4)

Een algemene voorlichting over BIM is organisatiebreed gegeven. Verder zijn er een uitgebreide en trainingssessies aanwezig of geweest voor de mensen die met BIM werken. Daarnaast zijn deze educatie- en/of trainingsprogramma's afgestemd op de persoonlijke behoeften en taken.

Samenwerkingsgerichtheid (niveau 3)

Het belang van samenwerking met BIM wordt erkend en zijn in de contractbesprekingen meegenomen. Verder zijn er gezamenlijke activiteiten aanwezig met partners om structuren, taken en processen af te stemmen.

4. Processen & procedures:

Procedures en werkinstructies (organisatorische en projectmatige processen) (niveau 3)

Voor DVBH is het gewenst dat er gedetailleerde werkinstructies en/of procedures zijn vastgesteld voor de belangrijkste BIM-processen. Verder is het gewenst dat praktijksituaties verwerkt zijn in de werkinstructies en/of procedures.

5. ICT (infrastructuur):

Hardware en netwerkomgeving (niveau 3)

Het is gewenst voor DVBH dat mensen die met BIM werken beschikken over hardware die in staat is om BIM-software te laten draaien. Verder moeten de geavanceerde hardware systemen aanwezig zijn om het derde BIM-niveau te bereiken.

Software (niveau 4)

In eerste instantie is het noodzakelijk voor DVBH dat er BIM-software aanwezig is. Deze software moet in staat zijn om probleemloos gegevens uit te wisselen om het gewenste niveau te kunnen bereiken.

BIM-faciliteiten (niveau 2)

Wat betreft de BIM-faciliteiten heeft DVBH minder hoge wensen. Het is gewenst dat er één of enkele werkplekken aanwezig zijn die geschikt zijn om BIM-data te bekijken en dat deze werkplek(ken) een scherm hebben dat groot genoeg is, zodat meerdere personen gemakkelijk kunnen samenwerken.



Coördinatiesessies worden meestal in een vergaderzaal bij DVBH gehouden, waardoor het minder gewenst is dat de partners van DVBH ook beschikken over een grote ruimte waarbij meerdere partijen kunnen samenwerken.

6. Data(structuur):

Informatieopbouw (niveau 3)

Allereerst is het gewenst dat de organisatie gebruik kan maken van een (voorgeschreven) documentmanagementsysteem. Daarnaast is het belangrijk dat voor de belangrijkste BIM-toepassingen het documentmanagementsysteem gekoppeld is aan het BIM-model.

Objectenstructuur / objectdecompositie (niveau 3)

Voor DVBH is het gewenst dat er gebruik gemaakt wordt van een organisatorische objectdecompositie en dat deze objectdecompositie wordt afgestemd en gedeeld met andere partijen en/of standaarden in de sector. Het is voor DVBH (nog) niet van belang dat de partijen betrokken zijn in de sector om de objectdecompositie te standaardiseren en te verbeteren.

Objectbibliotheken en -attributen (niveau 4)

Het is gewenst dat de objectbibliotheken met de objectattributen in lijn worden gebracht met sectorstandaarden. Daarnaast moeten standaard-objecten en objectinformatie opgehaald kunnen worden uit beschikbare bibliotheken via open standaarden.

Data-uitwisseling (niveau 3)

Allereerst is het gewenst dat zowel intern als extern data uitgewisseld en gebruikt kunnen worden middels een bouw informatiemodel. Verder is het gewenst dat de methode van data-uitwisseling tussen diverse partners goed gedefinieerd staat, bijvoorbeeld in een contract. Dit is van belang om te zorgen dat diverse partners verder kunnen werken met het model van andere partners. Als deze punten bij een organisatie gemeten zijn, heeft deze organisatie het gewenste BIM-niveau van een drie (gedefinieerd) behaald.

In de volgende paragraaf wordt het gemeten BIM-volwassenheidsniveau van DVBH beschreven.

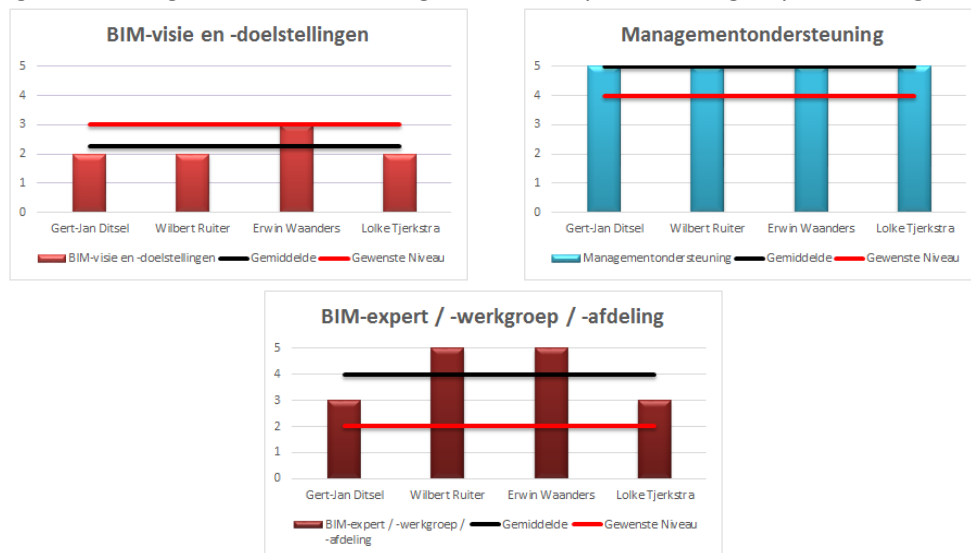


3.1.2 Het BIM-volwassenheidsniveau van Dura Vermeer Bouw Hengelo

Bij Dura Vermeer Bouw Hengelo zijn vier werknemers geïnterviewd om het BIM-niveau van DVBH inzichtelijk te maken. Drie van de vier werknemers werken op de BIM-afdeling en de laatste werknemer werkt op de afdeling 'supply chain management'. Om het BIM-niveau van DVBH te meten, zijn deze vier werknemers die betrokken zijn bij de implementatie van BIM door DVBH aangewezen om geïnterviewd te worden. Er is voor gekozen om meerdere werknemers intern te interviewen om eventuele bias te voorkomen, waardoor de betrouwbaarheid van het onderzoek wordt gewaarborgd. Uiteindelijk wordt het gemiddelde van de resultaten van deze vier werknemers genomen om de BIM-niveaus te kunnen vergelijken met partners van DVBH. Hieronder wordt het BIM-niveau van DVBH per hoofdcriterium beschreven. Een overzicht van de BIM-niveaus bij DVBH is terug te vinden in bijlage 4.

1. Strategie

Hieronder zijn de BIM-niveaus van de vier medewerkers van DVBH weergegeven die betrekking hebben op het hoofdcriterium strategie, dat bestaat uit de volgende drie subcriteria: "BIM-visie en -doelstellingen", "Managementondersteuning" en "BIM-expert / -werkgroep / -afdeling".



Het gemiddelde BIM-niveau van het subcriterium "BIM-visie en-doelstellingen" geeft aan dat DVBH zich bevindt onder het gewenste niveau. Door de meerderheid van de werknemers van DVBH is aangegeven dat de BIM-visie past binnen de bredere organisatorische missie en strategie. Daarentegen is de BIM-visie nog niet is overeengestemd met de partners van DVBH.

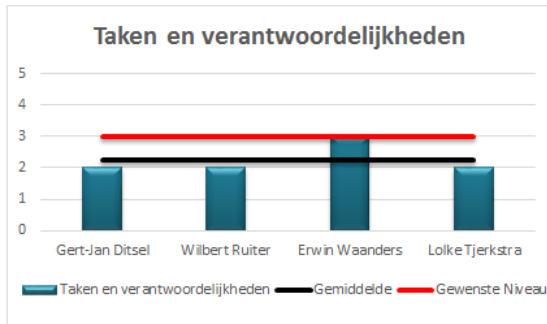
De volgende twee subcriteria van de hoofdcriterium strategie zijn gemiddeld boven het gewenste BIM-niveau gemeten. Tijdens de interviews zijn door alle geïnterviewde medewerkers aangegeven dat BIM volledig ondersteund wordt vanuit het management voor de implementatie van BIM. Hierbij worden voldoende (financiële) middelen beschikbaar gesteld. Verder wordt de toekomst van DVBH gewaarborgd door middel van het evalueren van de huidige situatie en worden er middelen beschikbaar gesteld indien dat nodig is. Daarnaast is door de medewerkers aangegeven dat meerdere BIM-experts aanwezig zijn binnen DVBH die beschikken over voldoende tijd voor de implementatie van BIM. Als de BIM-expert aangeeft dat hij niet genoeg tijd heeft, dan wordt door DVBH meer tijd voor deze persoon vrijgemaakt. Verder is door twee medewerkers aangegeven dat er een BIM-expert aanwezig is die deel uit maakt van het hogere management, terwijl de andere twee medewerkers aangegeven dat de BIM-experts alleen actief zijn binnen de afdeling



werkvoorbereiding. Door deze verschillen, komt het BIM-niveau met betrekking tot laatste subcriterium van deze hoofdcriterium op een gemiddelde score van een vier.

2. Organisatiestructuur

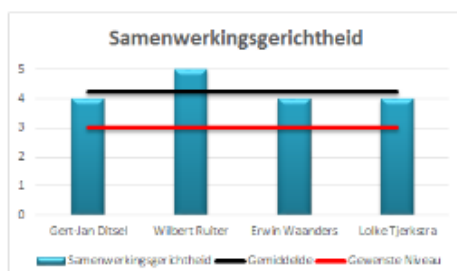
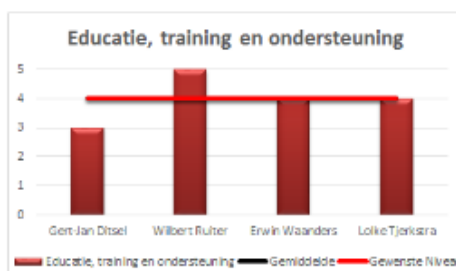
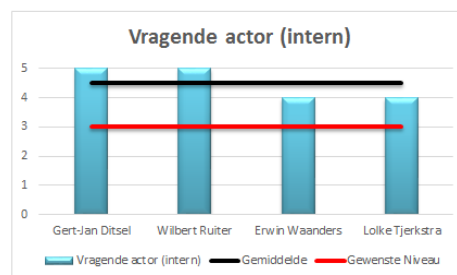
Hieronder zijn de BIM-niveaus van de vier medewerkers van DVBH weergegeven die betrekking hebben op het hoofdcriterium organisatiestructuur, dat bestaat uit het volgende subcriterium “taken en verantwoordelijkheden”.



Het gemiddelde BIM-niveau ligt net als het subcriterium “BIM-visie en -doelstellingen” onder het gewenste BIM-niveau. BIM-taken en -verantwoordelijkheden zijn binnen DVBH gedocumenteerd, maar in beperkte mate geïntegreerd in de reguliere functies. Dit is door de meerderheid van de geïnterviewde werknemers aangegeven. Verder staan momenteel in de functieomschrijvingen traditionele taken beschreven waarbij de term BIM apart is vermeld. Hierdoor is er geen integratie tussen de traditioneel beschreven taken en de BIM-taken. Het gemiddelde BIM-niveau van DVBH ligt door al deze punten afgerond op een twee.

3. Mens en Cultuur

Hieronder zijn de BIM-niveaus van de vier medewerkers van DVBH weergegeven die betrekking hebben op het hoofdcriterium mens en cultuur, dat bestaat uit de volgende vier subcriteria: “persoonlijke motivatie en bereidheid te veranderen”, “Vragende actor (intern)”, “educatie, training en ondersteuning” en “samenwerkingsgerichtheid”.



DVBH heeft bij alle subcriteria boven het gewenste BIM-niveau gescoord. DVBH ziet veel voordelen in BIM, hierdoor is er zowel persoonlijke motivatie als motivatie vanuit de organisatiecultuur om bereid te willen zijn om te veranderen. Daarentegen wordt aangegeven dat de organisatie tijd nodig

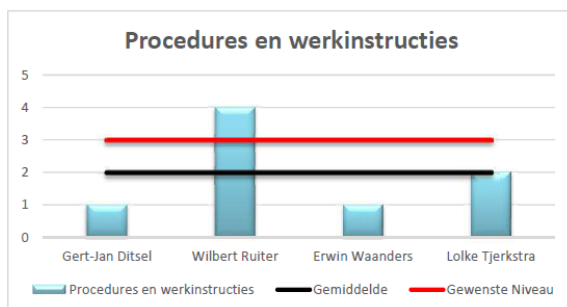


heeft om te kunnen veranderen. DVBH is een grote organisatie die niet direct kan reageren op de veranderende omgeving. Tijdens de interviews bij DVBH is meerdere keren de factor “Mens” als barrière naar voren gekomen. De factor “Mens” houdt in dat medewerkers na verloop van tijd hun eigen normen, waarden en werkwijzen hebben aangeleerd binnen een organisatie. Het veranderen van de factor “Mens” is ingewikkeld en een stapsgewijs proces, waardoor de implementatie van BIM meer tijd vergt (Kivits & Furneaux, 2013).

Verder worden bij DVBH de educatie- en trainingsprogramma’s afgestemd op persoonlijke behoeften en er is voldoende ondersteuning en begeleiding in de praktijk: ‘training on the job’. Daarnaast vindt er bij DVBH afstemming plaats met partners om structuren, taken en processen af te stemmen. Dit vindt plaats door middel van BIM-sessies en -evaluaties.

4. Processen en procedures

Hieronder zijn de BIM-niveaus van de vier medewerkers van DVBH weergegeven die betrekking hebben op het hoofdcriterium processen en procedures, dat bestaat uit het volgende subcriterium “procedures en werkinstructies”.

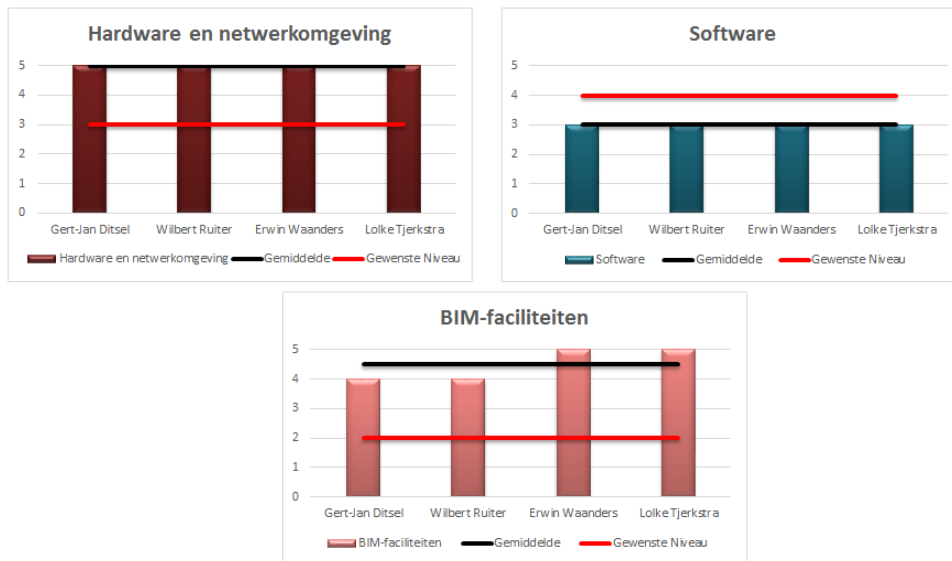


Het antwoord op de vraag, of er procedures en werkinstructies zijn gedocumenteerd, komen in het subcriterium “procedures en werkinstructies” overeen met de antwoorden in de subcriteria “taken en verantwoordelijkheden” en “BIM-visie en -doelstellingen”. Bij al deze subcriteria komt naar voren dat in beperkte mate gedocumenteerd wordt. Opvallend is dat één werknemer heeft aangegeven dat gedetailleerde procedures en werkinstructies aanwezig zijn. Dit komt, omdat deze werknemer nieuwe procedures en werkinstructies heeft ontwikkeld voor DVBH, terwijl deze nog in ontwikkeling waren tijdens het interviewen van de andere drie werknemers. Het BIM-niveau van DVBH voor dit hoofdcriterium komt uit op een gemiddelde van een twee.



5. ICT (infrastructuur)

Hieronder zijn de BIM-niveaus van de vier medewerkers van DVBH weergegeven die betrekking hebben op het hoofdcriterium ICT (infrastructuur), dat bestaat uit de volgende drie subcriteria: “hardware en netwerkgeving”, “software” en “BIM-faciliteiten”.



Ondanks vele problemen met de hardware en netwerkgeving in het verleden bij DVBH, heeft dit subcriterium op dit moment het maximale BIM-niveau bereikt. Eén van de problemen was de traagheid van de hardware. De oorzaak van het probleem (verouderde videokaart) werd vastgesteld via uitgebreid onderzoek binnen een samenwerking vanuit de BIM-afdeling en de ICT-afdeling. Naar aanleiding van dit accident is door DVBH flink geïnvesteerd in nieuwe hardware. Momenteel worden de hardware- en netwerkgeving continu geëvalueerd door de BIM- en ICT-afdeling om eventuele problemen in de toekomst te voorkomen.

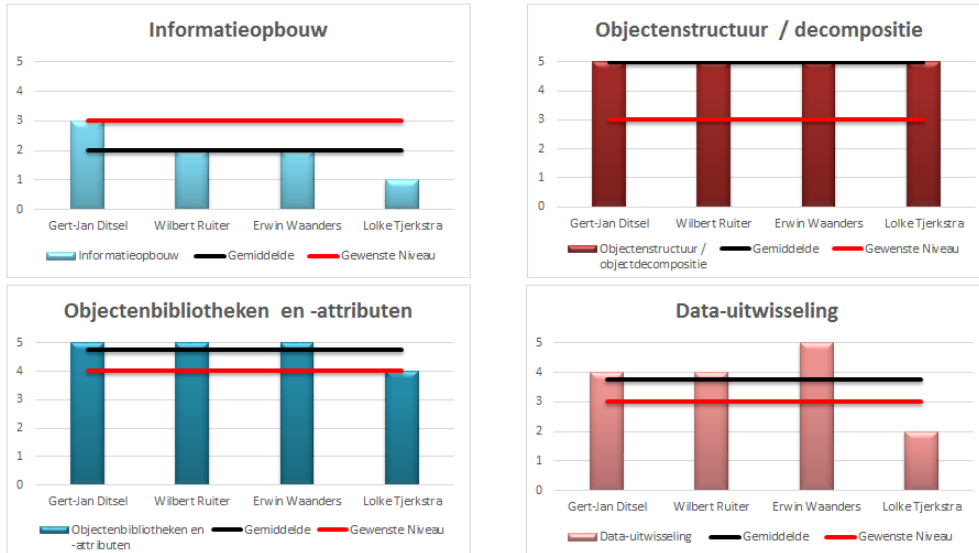
Het gemiddelde BIM-niveau van het subcriterium “software” bevindt zich onder het gewenste niveau. Dit komt doordat de BIM-software nog enkele beperkingen kent. Hierdoor wordt uitwisseling van gegevens niet probleemloos gefaciliteerd door het BIM-software. Enkele beperkingen die tijdens de interviews naar voren komen, zijn: IFC is een standaard die gebruikt wordt op softwaregebied, maar de codering van IFC is lastig te begrijpen om informatie goed uit te kunnen wisselen. Daarnaast wordt ook aangegeven dat bij de export van een IFC-objectattributen niet worden meegenomen. De laatste beperking is dat de import van Excel lijsten in Revit niet wordt ondersteund voor de PCS (Pre Choice System) om vervolgens de productie aan te kunnen sturen.

Als laatste is door de werknemers van DVBH aangegeven dat meerdere ruimtes binnen DVBH beschikbaar zijn voor het samenwerken en vergaderen met interne als externe partijen. Deze ruimtes zijn gefaciliteerd door smart Tv's om samenwerking met partners te bevorderen. De Tv's worden momenteel gebruikt om clash detectie met partners door te nemen, zodat bouwfouten vroegtijdig gedetecteerd kan worden. Dit zorgt voor een reductie in bouwtijd en -kosten. Het BIM-niveau van DVBH voor dit hoofdcriterium komt uit op een gemiddelde van een vier.



6. Data(structuur)

Hieronder zijn de BIM-niveaus van de vier medewerkers van DVBH weergegeven die betrekking hebben op het hoofdcriterium data(structuur), dat bestaat uit de volgende vier subcriteria: “informatie opbouw”, “objectenstructuur / objectdecompositie”, “objectenbibliotheken en -attributen” en “data-uitwisseling”.



Informatieopbouw is gerelateerd aan de aanwezigheid van een documentmanagementsysteem. Bij DVBH wordt docstream als documentmanagementsysteem gebruikt dat niet gekoppeld is aan een bouw informatiemodel. Een daaraan gerelateerde barrière, die door de meerderheid van de ondervraagde werknemers van DVBH wordt genoemd, is dat de toegankelijkheid van de data niet goed kan worden geregeld voor de verschillende projectpartners. Daarbij is door één werknemers aangegeven dat het documentmanagementsysteem onvoldoende is verwerkt in de procedures. Om deze barrière moeten er vernieuwde werkinstructies worden opgesteld, zodat het documentmanagementsysteem beter door DVBH kan worden beheerd waardoor de samenwerking tussen DVBH en zijn partners kan worden verbeterd.

De objectenstructuur / objectdecompositie kent een score van een 5. DVBH maakt gebruik van een uniforme objectenstructuur die met de partners van DVBH is afgestemd. Verder houdt DVBH zich bezig met verdere standaardisatie van objectstructuren in de sector.

Door DVBH is aangegeven dat er bij DVBH een generieke objectenbibliotheek aanwezig is die zowel uit geometrische als niet-geometrisch informatie bestaat. Deze bibliotheek is in lijn gebracht met sectorstandaarden. Daarnaast is DVBH bezig om de objectenbibliotheek verder uit te breiden en aan te passen waar nodig.

Het laatste subcriterium “data-uitwisseling” kent een gemiddelde score van een vier en ligt boven het gewenste BIM-niveau. Door één werknemer werd aangegeven dat het uitwisselen van data beter afgestemd moet worden met partners om te kunnen voldoen aan de doelstelling om iBIM te kunnen toepassen. Hierdoor zijn er verschillende percepties van de geïnterviewde werknemers te verklaren. Verder werd door alle geïnterviewde medewerkers aangegeven dat data-uitwisseling via IFC mogelijk is.



3.1.3 De BIM-volwassenheidsniveaus van de partners van DVBH

Dura Vermeer Bouw Hengelo heeft dertien partners geselecteerd om het BIM-niveau inzichtelijk te maken. Tien van de dertien partners zijn geselecteerd aan de hand van de twee projecten. Het eerste project is een laagbouw project genaamd: 'De Tuinen van Vleuten'. Het tweede project is een hoogbouw project genaamd: 'Twinta Handelstraat te Hengelo'. Naast deze tien partners zijn verder drie andere partners door DVBH aangegeven. DVBH heeft het belang om het BIM-niveau van deze partners inzichtelijk te maken. Bij het visualiseren van de BIM-niveaus worden deze drie groepen (twee projecten en de drie partners) van elkaar onderscheiden. De partners die geïnterviewd zijn, staan in tabel 9 weergegeven.

Tabel 9: namen van de geïnterviewde partners

De Tuinen van Vleuten		Twinta Handelstraat te Hengelo		Overige	
1.	Bouwkomeet	1.	van Dam	1.	Alkondor Hengelo
2.	Calduran	2.	Jordahl H-Bau	2.	Van de Vin
3.	Geelen Beton	3.	Orion Beton	3.	Voortman Staal
4.	Heembeton				
5.	IJB Groep				
6.	VBI				
7.	Vios Trappen				

In hoofdstuk één is al aangegeven dat vanuit het project 'Twinta Handelstraat te Hengelo' minder partners zijn geselecteerd, omdat bij het hoogbouw project minder standaard partners betrokken zijn vergeleken met het aantal geselecteerde partners uit het laagbouw project.

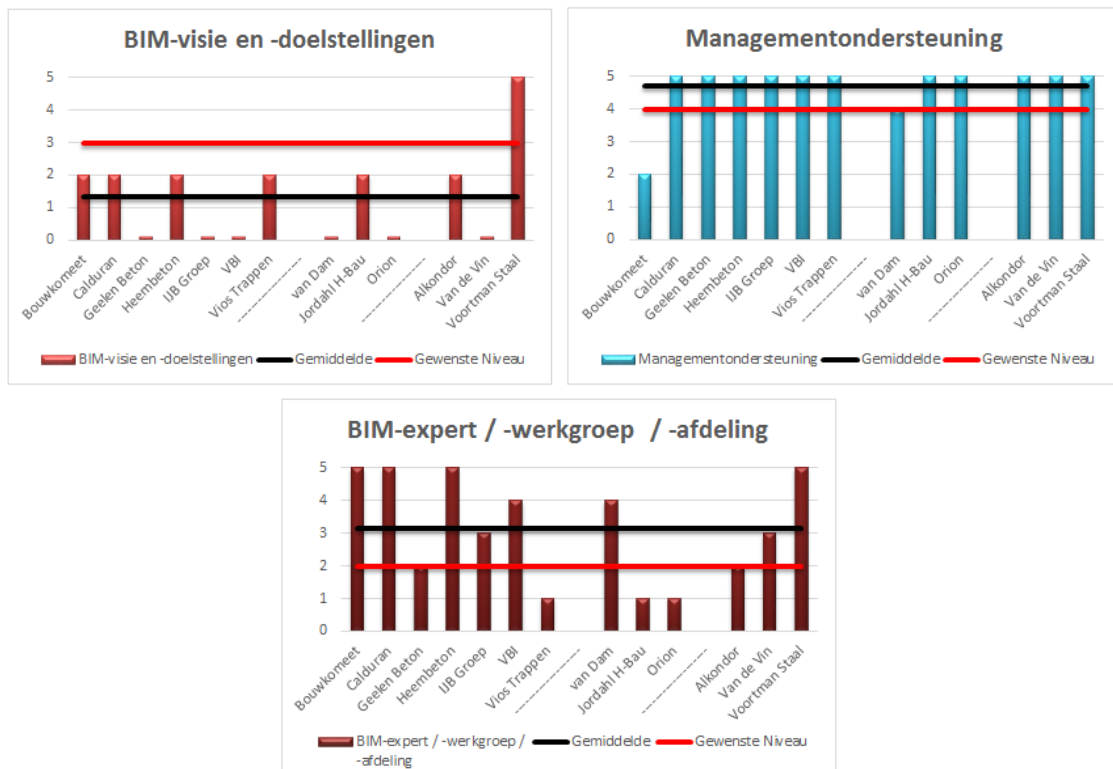
Naast het interviewen van de partners, zijn de werknemers van DVBH die betrokken waren bij het project ondervraagd op de voor- en nadelen van BIM tijdens beide projecten. Deze voor- en nadelen worden in de laatste paragraaf vergeleken met de BIM-niveaus van de partners en DVBH om te kijken of er overeenkomsten zijn. De voor- en nadelen van BIM tijdens beide projecten zijn terug te vinden in bijlage 5.

In de aansluitende twee paragrafen worden de BIM-volwassenheidsniveaus per hoofdcriterium beschreven. Daarnaast is in de tabellen onderscheid gemaakt tussen de twee project en de overige drie partners door middel van een breeklijn. Verder is een overzicht van de gemeten BIM-niveaus van alle hoofdcriteria per partner van DVBH is terug te vinden in bijlage 6.



1. Strategie

Hieronder zijn de BIM-niveaus van de partners van DVBH weergegeven die betrekking hebben op het hoofdcriterium strategie, dat bestaat uit de volgende drie subcriteria: “BIM-visie en -doelstellingen”, “Managementondersteuning” en “BIM-expert / -werkgroep / -afdeling”.



Binnen het hoofdcriterium strategie is het opvallend dat op het subcriterium “BIM-visie en -doelstellingen” relatief laag wordt gescoord door alle partners van DVBH. Binnen dit subcriterium wordt de aanwezigheid van een BIM-visie en -doelstellingen gemeten. Iets minder dan de helft van de geïnterviewde partners heeft geen BIM-visie gedocumenteerd. Dit is mogelijk te verklaren door de drijfveren die zij benoemen om BIM toe te passen. De partners die geen BIM-visie gedocumenteerd hebben, geven aan dat zij BIM toepassen om de vraag uit de markt (aannemers/opdrachtgevers) te vervullen. Deze partners geven aan dat BIM gebruikt wordt als een service en geen extra voordelen oplevert voor de organisatie. Verder hebben vier partners aangegeven dat ze meerwaarde van BIM zien. Deze meerwaarde door het gebruik van BIM bestaat uit het reduceren van faalkosten en wordt gebruikt als onderscheidend vermogen om projecten te werven.

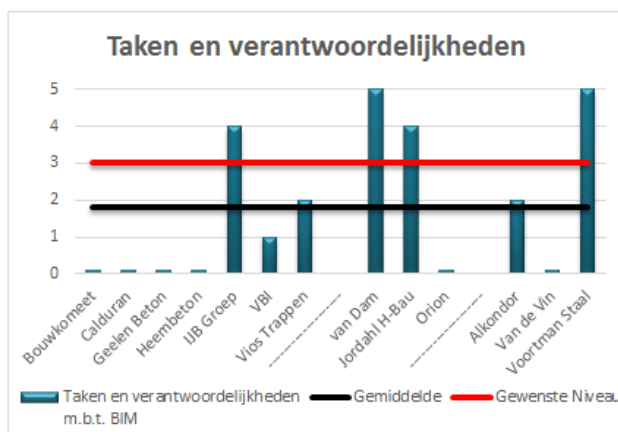
Het subcriterium “managementondersteuning” heeft het hoogste gemiddelde BIM-niveau behaald van alle subcriteria. Binnen dit subcriterium wordt de mate van ondersteuning vanuit het management gemeten om BIM toe te kunnen passen. Door de meeste partners wordt BIM volledig ondersteund vanuit het management om BIM continu verder te implementeren en te ontwikkelen. Daarnaast is door twee partners aangegeven dat managementondersteuning aanwezig is, maar dat beslissingen sneller gemaakt moeten worden. Eén geïnterviewde partner geeft aan dat de noodzaak van BIM niet altijd erkend wordt, waardoor volledige ondersteuning voor de implementatie van BIM niet aanwezig is. Daarnaast heeft de meerderheid van de partners de ondersteuning voor de toekomst gewaarborgd. Deze wordt gewaarborgd door middel van een dagelijks overleg van een aangestelde BIM-stuurgroep, om zo mee te kunnen gaan met de ontwikkelingen en te blijven investeren in BIM.



Het gemiddelde BIM-niveau van het laatste subcriterium “BIM-expert / -werkgroep / -afdeling” ligt hoger dan het gewenste BIM-niveau. Binnen dit subcriterium is de aanwezigheid van een BIM-expert / -werkgroep / -afdeling gemeten. De gemiddelde score van de geïnterviewde partners die actief waren bij het laagbouw project ligt hoger dan de partners die actief waren bij het hoogbouw project. Dit verschil is mogelijk te verklaren vanuit de antwoorden van de geïnterviewde partners binnen het hoogbouw project. Zij gaven aan dat afstemming tussen partners wordt bemoeilijkt, omdat de hoogbouw over het algemeen complexere bouwprojecten kent en dus meer tijd vergt. Daarnaast beschikken alle partners over een BIM-expert, waarbij de meeste BIM-experts voldoende tijd en invloed hebben op het strategisch beleid. Echter, bij de beschikbaarheid van tijd kan wel een kanttekening geplaatst worden, aangezien de meeste partners hebben aangegeven dat tijd afhankelijk is van de hoeveelheid projecten (pieken en dalen). In principe is meer tijd altijd wenselijk. De organisaties die onder het gewenste niveau bevinden, kunnen het gewenste niveau bereiken door meer tijd vrij te maken voor de BIM-experts.

2. Organisatiestructuur

Hieronder zijn de BIM-niveaus van de partners van DVBH weergegeven die betrekking hebben op het hoofdcriterium organisatiestructuur, dat bestaat uit de volgende subcriterium: “taken en verantwoordelijkheden”. Dit criterium wordt gemeten door de partners te interviewen over de taken en verantwoordelijkheden in relatie tot het gebruik van BIM.

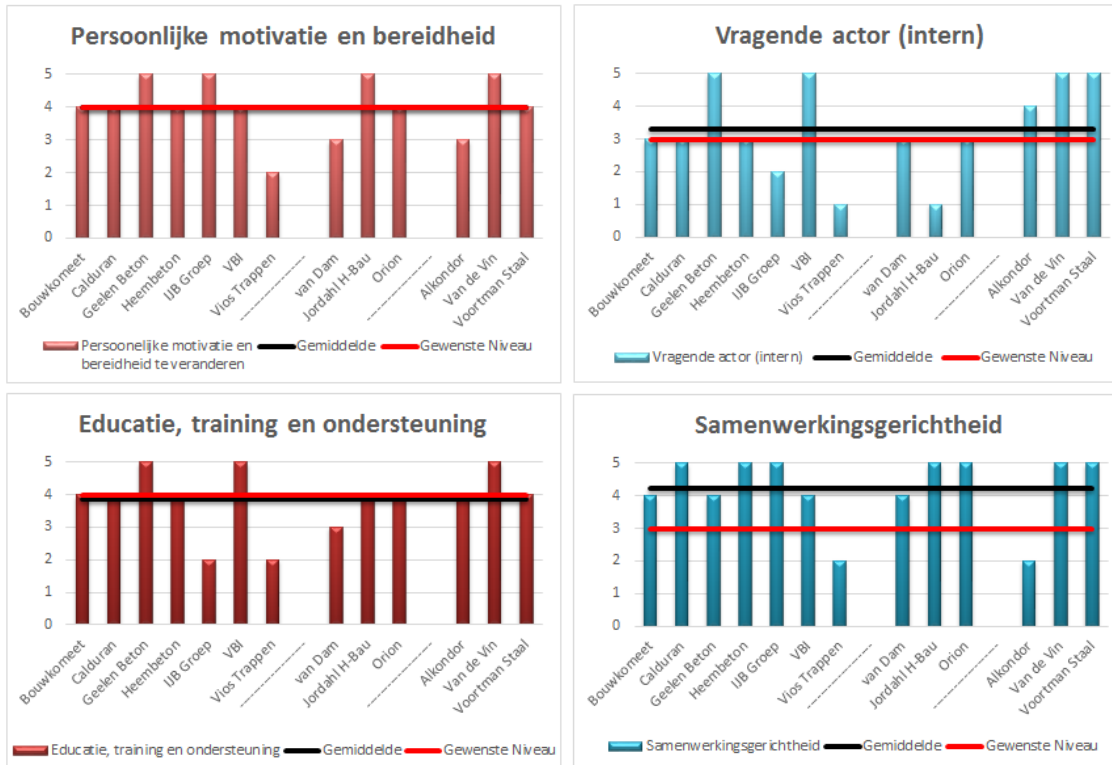


Het gemiddelde BIM-niveau van de partners ligt, op het gebied van het documenteren van taken en verantwoordelijkheden in relatie met het gebruik van BIM, relatief lager dan het gewenste BIM-niveau dat door DVBH opgesteld is. De partners die actief waren in het hoogbouw project hebben over het algemeen hoger gescoord in het documenteren van taken en verantwoordelijkheden in relatie met het gebruik van BIM. Dit is mogelijk te verklaren door de complexiteit van bouwwerken in de hoogbouw. Eerder is vermeld dat het laagbouw project meer vaste partners kent dan het hoogbouw project. Een speculatief antwoord voor dit verschil kan zijn dat de partners in het laagbouw project over het algemeen meer vertrouwen hebben en elkaars werkwijze beter kennen waardoor de taken en verantwoordelijkheden in relatie met het gebruik van BIM in mindere mate gedocumenteerd is. Hieraan gerelateerd is ook bij het hoogbouw project als nadeel aangegeven dat goede afspraken nodig zijn om een goed geprogrammeerd BIM-model te krijgen.



3. Mens en Cultuur

Hieronder zijn de BIM-niveaus van de partners van DVBH weergegeven die betrekking hebben op het hoofdcriterium mens en cultuur, dat bestaat uit de volgende vier subcriteria: “persoonlijke motivatie en bereidheid te veranderen”, “Vragende actor (intern)”, “educatie, training en ondersteuning” en “samenwerkingsgerichtheid”.



Het hoofdcriterium mens en cultuur scoort relatief het hoogst van alle zes de hoofdcriteria.

Daarnaast liggen de meeste BIM-niveaus van de interviewde partners op het gebied van mens en cultuur dicht bij elkaar.

Bij de meeste geïnterviewde partners worden BIM-processen en werkwijzen gestimuleerd door de cultuur in de organisatie. Echter wordt er wel aangegeven dat de persoonlijke motivatie minder wordt naar mate andere bedrijven niet mee kunnen met BIM. Hieraan kan een veel voorkomende barrière worden gerelateerd die tijdens de interviews naar voren is gekomen. Deze barrière is dat niet alle partners mee kunnen in de BIM-werkwijze, waardoor extra inspanningen zijn vereist om het gehele project met BIM uit te voeren. Dit is ook als nadeel naar voren gekomen bij beide cases. Verder hebben twee geïnterviewde partners aangegeven dat alleen persoonlijke drijfveer aanwezig is binnen de organisatie en dat de drijfveer vanuit de klant (aannemer) is gekomen om BIM toe te passen. Zij zien het toepassen van BIM als een manier om projecten binnen te halen in plaats van meerwaarde voor hun eigen werkwijze. Over het algemeen zien de geïnterviewde partners wel meerwaarde bij het toepassen van BIM, waardoor de meeste partners tijd willen investeren om een goed BIM-model te creëren waarbij de voordelen van BIM benut worden. Verder geeft de helft van de geïnterviewde partners aan snel te kunnen reageren op een veranderende omgeving, dit wordt met name door organisaties met een platte organisatiestructuur aangegeven. De organisaties die onder het gewenste BIM-niveau bevinden, kunnen het niveau verhogen door de persoonlijke bereidheid en motivatie van de meeste medewerkers door de gehele organisatie te stimuleren. Momenteel ligt de motivatie en bereidheid van deze organisaties bij een geringe aantal medewerkers.



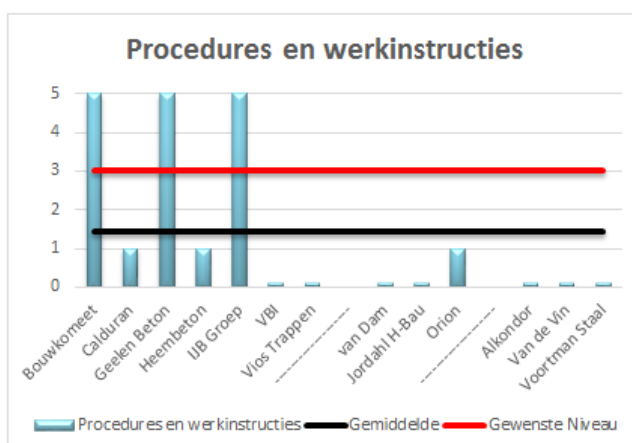
Bij alle geïnterviewde partners zijn er vragende actoren (BIM-champions) aanwezig, waarbij twee partners niet beschikken over een BIM-champion met voldoende tijd. Net als het subcriterium “BIM-expert / -werkgroep/ -afdeling” wordt hier ook aangegeven dat er nooit genoeg tijd aanwezig is en dat de hoeveelheid tijd altijd meer mag zijn. Om de organisaties die onder het gewenste BIM-niveau zitten te verbeteren, moet er meer tijd worden vrijgemaakt voor de BIM-champions. Verder wordt er aangegeven dat de vragende actoren van de meeste partners met BIM-champions van andere partners samenwerken.

De meest genoemde barrière die tijdens de interviews met partners naar voren komt en relatie heeft met dit subcriterium “educatie, training en ondersteuning”, is dat het opdoen van voldoende kennis en ervaring een langdurige en stapsgewijze ontwikkeling kent. Door alle partners worden trainingen gegeven, waarbij de trainingen van de meeste partners worden afgestemd op de persoonlijke behoeften van werknemers. Verder worden zij in de praktijk begeleid en ondersteund. Doordat de trainingen afgestemd worden op persoonlijke behoeften. Deze specifieke trainingen vergen tijd, maar worden de werknemers wel op een zo goed mogelijk manier opgeleid en begeleid. Hierdoor is het gemiddelde BIM-niveau van dit subcriterium gelijk aan het gewenste BIM-niveau van DVBH. De organisaties die onder het gewenste BIM-niveau bevinden, kunnen het niveau verhogen door uitgebreide educatie en trainingssessies te geven voor de medewerkers die met BIM werken en dit af te stemmen op zijn persoonlijke behoefte.

Bij het subcriterium “samenwerkingsgerichtheid” ligt het gemiddelde BIM-niveau van de partners boven het gewenste BIM-niveau. Het BIM-niveau wordt dan ook door de meeste partners hoog gescoord. Binnen dit subcriterium wordt de houding en instellingen van mensen met betrekking tot samenwerking gemeten. Samenwerken wordt door de geïnterviewde partners aangegeven als: ‘heel belangrijk’. Dit belang van samenwerken tussen partijen ligt waarschijnlijk hoger dan dat er een interview heeft plaats gevonden bij partijen die geen vaste partners zijn van DVBH. Daarnaast wordt ook door de partners aangegeven dat samenwerking tussen diverse partijen begint met vertrouwen, maar dat er wel een contract aan de samenwerking ten grondslag moet liggen voor eventuele juridische aspecten. Verder zijn er twee organisaties die zich bevinden onder het gewenste BIM-niveau. Deze organisaties kunnen het gewenste volwassenheidsniveau bereiken door meer samen te gaan werken met de partners. Echter, er is wel door deze organisaties aangegeven dat zij hier momenteel mee bezig zijn.

4. Processen en procedures

Hieronder zijn de BIM-niveaus van de partners van DVBH weergegeven die betrekking hebben op het hoofdcriterium processen en procedures, dat bestaat uit het volgende subcriterium “procedures en werkinstructies”.

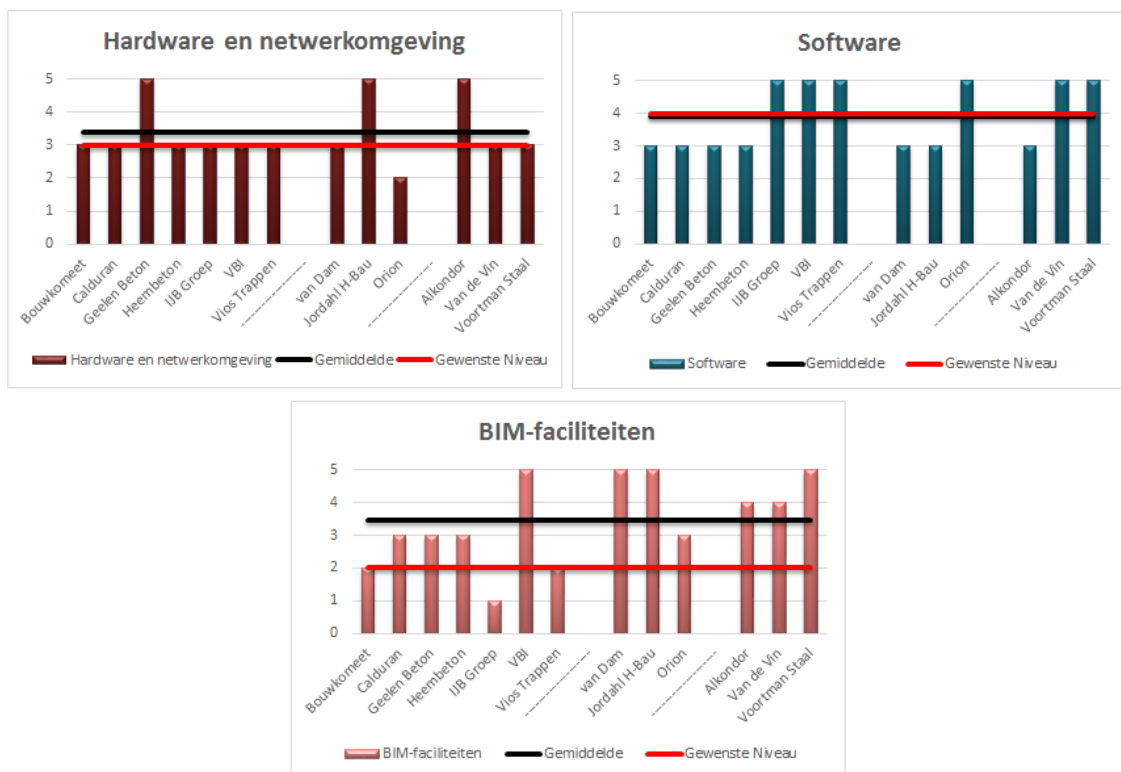




Het beeld van het subcriterium “procedures en werkinstructies” komt overeen met de subcriteria “taken en verantwoordelijkheden” en “BIM-visie en -doelstellingen”, waarbij weinig gedocumenteerd wordt. In tegenstelling tot het subcriterium “taken en verantwoordelijkheden”, is het opmerkelijk dat de procedures en werkinstructies in dit subcriterium juist door de geïnterviewde partners, die actief zijn geweest bij het laagbouw project, gedocumenteerd is. Daarnaast wordt wel, door de helft van de geïnterviewde partners, aangegeven dat zij momenteel in ontwikkeling zijn met het documenteren van BIM-processen in procedures en werkinstructies. Het gemiddelde BIM-niveau van de partners ligt relatief laag vergeleken met andere subcriteria.

5. ICT (infrastructuur)

Hieronder zijn de BIM-niveaus van de partners van DVBH weergegeven die betrekking hebben op het hoofdcriterium ICT (infrastructuur), dat bestaat uit de volgende drie subcriteria: “hardware en netwerkomgeving”, “software” en “BIM-faciliteiten”.



Bij het hoofdcriterium ICT (infrastructuur) bevindt het gemiddelde BIM-niveau van de partners zich boven het gewenste niveau van DVBH. Het beeld van de geïnterviewde partners bij het laagbouw project en het hoogbouw project is over het algemeen, bij alle drie de subcriteria, gelijk. Op het gebied van hardware en netwerkomgeving wordt door de meeste geïnterviewde partners aangegeven dat de grootste investeringen in het aanschaffen van hardware voor het implementeren van BIM al zijn gemaakt. Echter, er wordt aangegeven dat het systeem momenteel nog niet geschikt is om gelijktijdig te werken aan één bouwmodel door meerdere partijen te kunnen ondersteunen. Hierdoor hebben de meeste partijen een BIM-niveau van een drie. Verder wordt er aangegeven dat de huidige hardware- en netwerkomgeving in staat is om BIM-software te laten draaien. Door meer dan de helft van de geïnterviewde partners wordt aangegeven dat het systeem onderhouden wordt door middel van een ICT-afdeling.

Het BIM-niveau van de partners op het gebied van software is relatief hoog. Echter, iets minder dan de helft van de geïnterviewde organisaties hebben een BIM-niveau van een drie. Zij hebben aangegeven dat het huidige BIM-software een aantal beperkingen kent, waardoor de uitwisseling



van gegevens niet probleemloos kan worden gefaciliteerd. De beperkingen die genoemd zijn tijdens de interviews en die betrekking hebben op het uitwisselen van gegevens zijn:

- Gegevens uit het BIM-model gaan vaak verloren door de gegevensuitwisseling door middel van een IFC;
- IFC is lastig te begrijpen. Om informatie op een juiste manier uit te willen wisselen door middel van een IFC, is coderingstaal nodig;
- Software wordt trager naar mate de huidige bibliotheek wordt uitgebreid;
- Het toepassen van BIM wordt ondersteund vanuit de softwareleverancier.

Naast deze beperkingen, zijn er weinig beperkingen op het gebied van BIM-faciliteiten. De meeste faciliteiten voor het faciliteren van BIM, zoals smart Tv's en meerdere beeldschermen zijn net als de hardware, in de beginfase van BIM gefaciliteerd om BIM-processen te ondersteunen. De organisatie die onder het gewenste BIM-niveau bevindt, kan dit niveau verhogen door een ruimte vrij te maken om binnen de organisatie samen met meerdere partijen te kunnen werken.

6. Data(structuur)

Hieronder zijn de BIM-niveaus van de partners van DVBH weergegeven die betrekking hebben op het hoofdcriterium data(structuur), dat bestaat uit de volgende vier subcriteria: "informatie opbouw", "objectenstructuur / objectdecompositie", "objectenbibliotheken en -attributen" en "data-uitwisseling".



Het hoofdcriterium data(structuur) kent de meeste subcriteria waarop gemiddeld lager wordt gescoord ten opzichte van het gewenste BIM-niveau. Drie van de vier subcriteria hebben een gemiddelde BIM-niveau lager dan het gewenste BIM-niveau. Binnen dit hoofdcriterium kan er alleen een verschil tussen het laagbouw en hoogbouw project worden waargenomen in het subcriterium "objectenbibliotheken en -attributen". Verder heeft het subcriterium "data-uitwisseling" gemiddeld het hoogste BIM-niveau binnen het hoofdcriterium data(structuur). Het laagste gemiddelde BIM-niveau binnen dit hoofdcriterium behaald door het subcriterium "informatieopbouw". In de



interviews is bij het subcriterium “informatieopbouw” gevraagd naar de aanwezigheid en het gebruik van een documentmanagementsysteem. Een documentmanagementsysteem, zoals SharePoint, maakt het mogelijk om documenten gestructureerd te beheren en een koppeling te maken naar gegevens in een bouwmodel. Alle geïnterviewde organisaties hebben aangegeven dat er een documentmanagementsysteem gebruikt wordt, maar dat er nog geen koppeling aanwezig is tussen het systeem en de BIM-omgeving. Verder wordt aangegeven dat een documentmanagementsysteem meestal wordt verstrekt door de opdrachtgever (aannemer), waarbij SharePoint en Docstream veel genoemd zijn als documentmanagementsysteem. Echter kent het systeem nog enkele beperkingen. De eerste beperking van een documentmanagementsysteem is dat vooraf spelregels moeten worden opgesteld om het systeem goed te kunnen beheren. Als deze spelregels niet zijn opgesteld, worden de gegevens niet gestructureerd opgeslagen en werkt het systeem niet waarvoor het bedoeld is. Daarnaast kent het systeem, volgens de geïnterviewde partners, de beperking dat het systeem traag loopt nadat er te veel informatie (overtollige informatie) wordt opgeslagen.

Bij het subcriterium “objectenstructuur / -decompositie” wordt de aanwezigheid en het hanteren van een methodiek voor de naamgeving en codering van objecten gemeten. De meeste geïnterviewde partners hebben aangegeven dat zij gebruik maken van een objectenstructuur, waarbij drie partners nog in ontwikkeling zijn om een objectdecompositie te integreren in objecten. Uit de interviews blijkt dat de meeste organisaties niet een eenduidige objectenstructuur hanteren, die niet in lijn is gebracht met sectorstandaarden. Veel genoemde objectdecomposities die de partners hanteren, zijn: NL-SfB codering, STABU-systematiek, RVB BIM-norm, een standaard vanuit de metaalsector en als laatst wordt door veel organisaties aangegeven dat zij een eigen ontwikkeld objectenstructuur hanteren. Daarbij geven de geïnterviewde partners aan dat zij meestal de systematiek hanteren die door de opdrachtgever (hoofdaannemer) wordt aangegeven. Indien dit niet wordt aangegeven vanuit de opdrachtgever, hanteren de partners een eigen standaard objectdecompositie. Echter, er wordt vanuit de opdrachtgever bijna altijd een systematiek aangegeven, omdat zij een coördinerende en controlerende rol spelen binnen het bouwproces. Door het gebruiken van één objectenstructuur door zowel de partners als de opdrachtgever, wordt de coördinerende en controlerende rol vereenvoudigd. Echter, de bouwsector kent naast DVBH nog meerdere opdrachtgevers die een voorkeur hebben voor een bepaald standaard systematiek van objecten. Hierdoor is het niet merkwaardig dat de geïnterviewde partners verschillende type objectdecomposities hanteren.

Wat betreft de objectenbibliotheken en -attributen blijkt dat bijna alle geïnterviewde partners een generieke objectenbibliotheek hanteren. Opvallend is dat de partners van het hoogbouw project, een hogere BIM-niveau hebben op het gebied van objectenbibliotheek en -attributen. Dit heeft mogelijk te maken met de grootte van het hoogbouw project, waarbij objecten meerdere keren per verdieping herhaald worden. Bij het laagbouw project worden objectenbibliotheken en -attributen vaker per project opgesteld. Verder hebben drie geïnterviewde partners aangegeven dat de objectenbibliotheek in lijn is gebracht met sectorstandaarden, dit wordt met name genoemd door de partners die zich bevinden in de staalbouw sector. Daarnaast komt tijdens de interviews naar voren dat de helft van de geïnterviewde partners een bibliotheek heeft die zowel uit geometrische als niet-geometrische informatie bestaat. De andere helft van de geïnterviewde partners geeft aan dat zij momenteel alleen gebruik maakt van een bibliotheek die alleen bestaat uit geometrische informatie. Daarnaast geven zij wel aan dat zij in ontwikkeling zijn met het toevoegen van niet-geometrische informatie.

Het laatste subcriterium “data-uitwisseling” wordt getoetst op het proces van gegevensuitwisseling tussen verschillende partijen door middel van een bouwmodel. De meerderheid van de partners



geeft aan dat zij afhankelijk is van het bouwmodel van de partners. Deze partners hebben daarbij aangegeven dat zij de meerwaarde (bijvoorbeeld het reduceren van faalkosten) van data uitwisseling via een bouw informatiemodel zien. Daarnaast heeft een kleine hoeveelheid partners aangegeven geen meerwaarde te zien in het uitwisselen van gegeven via het bouw informatiemodel. Deze partners hebben aangegeven niet afhankelijk te zijn van bouw informatiemodellen van andere partners. Verder hebben de meeste partners aangegeven dat het BIM-model zich niet op een voldoende detailniveau bevindt waardoor extra inspanningen nodig zijn om verder te kunnen werken met het bouw informatie model. Echter wordt wel aangegeven dat het detailniveau van modellen na verloop van tijd wel steeds beter worden.

In de volgende paragraaf worden de BIM-niveaus van de partners vergeleken met het BIM-volwassenheidsniveau van DVBH.

3.1.4 Verschillen en overeenkomsten in niveau tussen de partners en DVBH

In deze paragraaf worden de relevante overeenkomsten en verschillen tussen de geïnterviewde partners en DVBH beschreven, dit vormt een antwoord op de laatste sub-deelvraag van de tweede deelvraag: *Hoe volwassen zijn DVBH en de partners ten opzichte van elkaar?*

De BIM-volwassenheidsniveaus van de geïnterviewde partners en DVBH zijn in bijlage 7 weergegeven. In deel 7.1 van bijlage 7 zijn de BIM-niveaus in een diagram weergegeven en in deel 7.2 zijn de scores van elke organisatie bij elk subcriterium terug te vinden. Door de volwassenheid van BIM bij DVBH en zijn partners te vergelijken, kan er gekeken worden of DVBH de partners op bepaalde criteria kan helpen met het verhogen van het BIM-niveau.

Over het algemeen hebben DVBH en de geïnterviewde partners boven het gewenste BIM-niveau gescoord (zie bijlage 7, deel 2). Verder heeft DVBH gemiddeld het hoogste BIM-volwassenheidsniveau behaald op de twee hoofdcriteria mens & cultuur en ICT (infrastructuur) en op de twee subcriteria "objectenstructuur / objectdecompositie" en "Objectenbibliotheken en -attributen". Enkele voordelen van BIM zijn dat het gebruikt wordt om beter te kunnen communiceren tussen diverse partijen en faalkosten te reduceren door clash control (C. Eastman et al., 2008). Hierdoor is het niet merkwaardig dat DVBH op deze criteria een gemiddeld hogere BIM-volwassenheidsniveau heeft dan de meeste geïnterviewde partners, aangezien DVBH een (hoofd)aannemer is die zich hoofdzakelijk bezighoudt met het coördineren en controleren van werkzaamheden gedurende een bouwproject.

De verschillen in BIM-niveaus tussen de partners en DVBH:

Verschillen in BIM-volwassenheidsniveaus tussen de partners en DVBH zijn met name te zien in de subcriteria "taken en verantwoordelijkheden", "procedures en werkinstructies", "objectenstructuur / objectdecompositie" en "objectenbibliotheken en -attributen". Bij de eerste twee subcriteria hebben de meeste geïnterviewde partners het minimale of juist het maximale BIM-volwassenheidsniveau behaald, waarbij DVBH er zich tussen in bevindt. DVBH is momenteel nog zoekende en is in ontwikkeling met de documentatie van zowel BIM-taken en -verantwoordelijkheden als met de documentatie van BIM-procedures en -werkinstructies voor de BIM-processen. De partners die de voordelen van BIM zien en die deze ontwikkelingen al doorstaan hebben, hebben dan ook een hoger BIM-volwassenheidsniveau voor beide subcriteria gekregen, waarbij zowel de taken en verantwoordelijkheden als de procedures en werkinstructies continu worden beoordeeld en zo goed mogelijk worden afgestemd met de veranderde BIM-omgeving. Door de BIM-niveaus te verbeteren bij de laag scorende organisaties worden de verschillen in niveaus gereduceerd. Dit heeft als resultaat dat er afstemming is tussen verschillende partijen met betrekking tot de taken en



verantwoordelijkheden en procedures en werkinstructies. Hierdoor weet bijvoorbeeld iedere partij wat de taken zijn, wie er uiteindelijk verantwoordelijk is binnen een BIM-omgeving en uit welke informatie een object moet bestaan. Door meer helderheid te krijgen in de samenwerking tussen verschillende partijen kan er beter worden samengewerkt binnen een BIM-omgeving. Dit komt ten goede aan de informatie-uitwisseling tussen verschillende partijen.

De laatste twee subcriteria “objectenstructuur / objectdecompositie” en “objectenbibliotheken en -attributen” scoort DVBH ten opzichte van de geïnterviewde partners het hoogst. De meeste organisaties hanteren een eigen codering voor objecten in een BIM-omgeving. Het verschil in niveau tussen DVBH en haar partners is dat DVBH betrokken is bij verdere standaardisatie van een objectenstructuur binnen de bouwsector. Dit heeft als voordeel dat DVBH zijn inbreng heeft in de ontwikkeling van een standaard objectenstructuur binnen de bouwsector. Dit maakt het mogelijk dat DVBH en haar partners de laatste ontwikkelingen volgen. Daarnaast heeft het als voordeel dat DVBH, welke een grote organisatie is, zich vroegtijdig kan aanpassen aan de markt. Dit resulteert in tijdswinst en uiteindelijk geldwinst. Echter, de geïnterviewde organisaties ondervinden gebrek aan een breed gedragen objectenstructuur. Door een standaard objectenstructuur binnen de bouwsector te hanteren kan informatie tussen diverse partijen beter uitgewisseld worden om vervolgens met een BIM verder te kunnen werken (handelingsmogelijkheden). Het verschil tussen DVBH en haar partners bij de laatste subcriteria is dat DVBH voortdurend op de hoogte blijft van ontwikkelingen voor de standaardisatie van objectenbibliotheek en -attributen en dit aanpast indien dat nodig is. Verder beschikken de meeste organisaties wel over een objectenbibliotheek die zowel uit geometrische als niet-geometrische informatie bestaat. De helft van de ondervraagde organisaties houdt de ontwikkelingen in de standaardisatie voor de objectenbibliotheken en -attributen niet bij. Hierdoor zijn de standaard beschikbare objectenbibliotheken en -attributen niet up-to-date. Dit kan consequenties hebben voor de uitwisseling van de juiste informatie tussen verschillende partijen. Diverse partijen gebruiken hierdoor de ‘achterhaalde’ informatie, waardoor fouten kunnen ontstaan bij de uitvoering van een bouwwerk of moeten partijen de informatie per project updaten. Dit vergt zowel extra tijd als kosten.

De overeenkomsten in BIM-niveaus tussen de partners en DVBH:

Overeenkomsten tussen de geïnterviewde partners en DVBH zijn met name te zien in de hoofdcriteria strategie, mens & cultuur en ICT (infrastructuur) en in de subcriteria “informatieopbouw” en “data-uitwisseling”. Te beginnen met de hoofdcriterium strategie. De helft van de geïnterviewde organisaties (partners en DVBH) zijn op strategisch vlak bezig geweest met het documenteren van een BIM-visie en -doelstellingen geformuleerd. Echter, deze organisaties hebben de visie en doelstellingen niet afgestemd met diverse partners en ondervinden dan ook gebrek aan helderheid en afstemming in de BIM-visie en -doelstellingen. Hierdoor zijn veel organisaties blijven steken op een BIM-volwassenheidsniveau van twee. Dit heeft als consequentie dat verschillende partijen, die met elkaar samenwerken, andere belangen hebben met BIM. Door de verschillende belangen van de verschillende partijen met elkaar af te stemmen, door bijvoorbeeld gebruik te maken van break-out sessies, ontstaat er één richtlijn in de samenwerking, waarbij de belangen/doelen van alle samenwerkende partijen kunnen worden bereikt. Hierdoor kan bijvoorbeeld het belang of de implementatie van een nieuwe toepassing voor de informatie-uitwisseling met BIM tussen verschillende partijen sneller worden bereikt, omdat de partijen hierdoor geprikkeld worden om het gezamenlijke belang te halen. Dit zorgt ervoor dat hun eigen belang hierdoor ook behaald wordt, aangezien het gezamenlijke belang met elkaar is afgestemd. Hierdoor neemt de persoonlijke motivatie bij verschillende partijen toe om tijd in BIM te stoppen en BIM te implementeren en toe te passen.



Het management van de geïnterviewde organisaties staat volledig achter het plan om BIM binnen de organisatie toe te passen. Tevens worden hiervoor alle middelen beschikbaar gesteld om BIM zo goed mogelijk te implementeren. Er zijn overeenkomsten waar te nemen bij DVBH en haar partners, waarbij alle geïnterviewde organisaties beschikken over één of meerdere BIM-experts. Ook hieruit blijkt dat de organisaties middelen beschikbaar stellen om BIM binnen hun organisatie toe te passen.

De motivatie om bereid te zijn te veranderen binnen een organisatie komt voort uit de organisatiestructuur. Echter, er is een nuance waargenomen tussen kleine en grote organisaties. Kleine organisaties scoren sneller relatief hoger dan grote organisaties (zoals DVBH). Kleine organisaties hebben vaak een platte organisatiestructuur (korte lijnen tussen verschillende afdelingen), waardoor deze organisaties snel kunnen reageren op een veranderende BIM-omgeving. Dit heeft als gevolg dat grote organisaties meer tijd nodig hebben om bepaalde zaken binnen de organisatie te veranderen en informatie-uitwisseling met BIM te verbeteren. Ook Siebelink et al. (2014) hebben aangegeven dat grotere organisaties weliswaar meer capaciteit hebben om de BIM-ontwikkeling te organiseren, maar daarentegen vaak minder slagvaardig kunnen veranderen in vergelijking met kleinere organisaties. Naast de motivatie en bereidheid te veranderen worden bij alle partners en bij DVBH trainingen gegeven, waarbij de trainingen over het algemeen worden afgestemd op persoonlijke behoefte. Ook is er een overeenkomst tussen de partners en DVBH, waarbij de samenwerking met name is gebaseerd op vertrouwen. Ondanks de aanwezigheid van vertrouwen wordt het maximale BIM-volwassenheidsniveau van het subcriterium "samenwerkingsgerichtheid" bij enkele partners en DVBH niet behaald. Er is geen intensieve samenwerking tussen diverse organisaties aanwezig om processen continu af te stemmen en te verbeteren. Hierdoor zijn de processen die betrekking hebben op de uitwisseling van informatie niet afgestemd, waardoor er gebrek aan helderheid in de procedurele afspraken en afstemming tussen ICT en werkwijzen aanwezig zijn.

Op het hoofdcriterium ICT (infrastructuur) is zowel door DVBH als haar partners bovengemiddeld gescoord. Alle organisaties hebben hardware, software en een netwerk die BIM kunnen faciliteren. Hierbij kennen de meeste partners en DVBH beperkingen bij het gebruik van BIM-software waardoor uitwisseling van informatie niet naadloos op elkaar aansluiten. Hierdoor moeten extra handelingen worden verricht om uiteindelijk met een BIM verder te kunnen werken. Een voorbeeld van een extra handeling is dat diverse partijen het BIM-model zodanig moeten veranderen dat een softwarepakket of hardware systeem minder overbelast raakt en beter in staat is om de organisaties te ondersteunen bij het gebruik van BIM/ICT. Verder zijn door zowel de partners als DVBH voldoende faciliteiten beschikbaar of beschikbaar gemaakt om BIM te ondersteunen. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan een vergaderruimte om met meerdere partijen samen te kunnen werken.

Ook bij het subcriterium "informatieopbouw" is overeenstemming te zien tussen DVBH en haar partners. Alle organisaties hebben aangegeven dat er een documentmanagementsysteem beschikbaar is. De beschikbaarheid van een documentmanagementsysteem bij alle organisaties is begrijpelijk aangezien de opdrachtgever (DVBH) het systeem standaard faciliteert binnen een bouwproject. Ondanks de aanwezigheid van een documentmanagementsysteem wordt door alle organisaties aangegeven dat het systeem niet gekoppeld is aan een BIM. Hierdoor zijn bijvoorbeeld documenten (sterkteberekening, materiaalkeuze of garantie) van een bepaald product niet gelinkt aan een object in het model, waardoor diverse partijen extra handelingen moeten verrichten om informatie te vinden van een bepaald product. Daarbij kan het zijn dat een partij de verkeerde documentatie gebruikt. Veel documentaties worden door verschillende partijen opgeslagen in een documentmanagementsysteem zonder dat er afspraken zijn over hoe er gecommuniceerd moet worden met informatie. Dit kan consequenties hebben voor zowel de uitvoering als voor beheer en onderhoud van een bouwwerk.



De laatste overeenkomst tussen DVBH en de partners is terug te vinden in het subcriterium “data-uitwisseling”. De meeste geïnterviewde partners en DVBH bevinden zich op een BIM-volwassenheidsniveau van een vier of een vijf. Aangezien veel organisaties alleen geometrische informatie toevoegen aan het BIM-model, blijven veel organisaties staan op een BIM-niveau van een vier. Indien deze organisaties ook prestatiegegevens gaan uitwisselen, dan is het maximale BIM-volwassenheidsniveau voor deze organisaties te bereiken. Tevens wordt hierdoor de volledigheid van informatie in een model verbeterd, waardoor diverse partijen direct kunnen werken aan een model zonder extra handelingen te verrichten.

3.1.5 Koppeling praktijkstudie één aan de theorie

Nadat de verschillen en overeenkomsten tussen de geïnterviewde partners en DVBH beschreven zijn kunnen de verkregen gegevens uit de interviews aan de theorie worden gekoppeld. De koppeling van de praktijk aan de theorie wordt aan de hand van elk hoofdcriterium beschreven. Allereerst wordt per hoofdcriterium de resultaten kort herhaald om vervolgens een koppeling met de literatuur te maken. Hierdoor kan het verschil tussen de gegevens uit praktijkstudie één en wat in de literatuur onderzocht is (uitdagingen) worden gediscussieerd.

Hoofdcriterium 1: Strategie

Uit de resultaten van de interviews is naar voren gekomen dat de helft van de geïnterviewde organisaties een BIM-visie en -doelstellingen geformuleerd hebben, maar dat deze niet afgestemd zijn met diverse partners. Daarnaast heeft de andere helft van de organisaties geen specifieke visie of doelstellingen op het gebied van BIM geformuleerd. De organisaties hebben aangegeven dat er gebrek aan helderheid in de documentatie en afstemming van de BIM-visie en -doelstellingen aanwezig is. In de literatuur is relatief weinig onderzoek geweest naar de barrières bij de implementatie van een BIM-visie en -doelstellingen in een organisatie. Echter, er is in de literatuur aangegeven dat er een geschreven BIM-visie en -doelstellingen en de afstemming tussen diverse partijen aanwezig moet zijn voordat BIM geïmplementeerd kan worden (Coates et al., 2010; Gu & London, 2010; The Pennsylvania State University, 2012). Daarnaast wordt een helder gedocumenteerde visie met doelstellingen als cruciale succes factor beschreven voor de implementatie van ICT in de praktijk om informatie tussen verschillende partijen te kunnen uitwisselen (Chang, 2006; Holland & Light, 1999). Verder hebben Grilo en Jardim-Goncalves (2010) in hun onderzoek, naar de interoperabiliteit binnen de AEC sector, aangegeven dat de focus niet alleen bij de technische aspecten moet liggen, maar dat de focus ook moet liggen bij organisatorische en operationele aspecten. Hierdoor wordt aangenomen dat DVBH en haar partners BIM geïmplementeerd hebben, zonder dat de basis voor de implementatie van BIM geformuleerd en afgestemd is met diverse partijen. Doordat organisaties geen BIM-visie en -doelstellingen hebben geformuleerd hebben zij er ook geen tijd en energie in gestopt om de basis te leggen voor BIM. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de partijen, die geen BIM-visie en -doelstellingen hebben gedocumenteerd, ook geen voordelen van BIM herkennen (Adriaanse et al., 2010). Het ontbreken van de documentatie en/of afstemming van BIM-visie en -doelstellingen heeft consequenties voor de samenwerking tussen partijen binnen een BIM-omgeving en dus voor de uitwisseling van informatie met BIM. Aangezien iedere organisatie hun eigen BIM-visie en -doelstelling heeft beschreven, heeft iedere partij ook hun eigen belangen om deze visie en doelstellingen te verwezenlijken. Hierdoor kan het zijn dat het ene belang het andere belang belemmert, waardoor frustraties tussen diverse partijen kunnen ontstaan. Door de BIM-visie en -doelstellingen met elkaar af te gaan stemmen door middel van bijvoorbeeld break-out sessies, kunnen gezamenlijke middelen/capaciteiten worden gebruikt en samengevoegd om de belangen van alle partijen te bewerkstelligen. Tevens bevordert dit de samenwerking tussen verschillende partijen met BIM.



Op het subcriterium “managementondersteuning” is door de meeste organisaties maximaal gescoord, waarbij het management optimale ondersteuning biedt voor het toepassen van BIM. Bij het subcriterium “BIM-expert / -werkgroep / -afdeling” zijn één of meerdere BIM experts aanwezig. In de literatuur is niets tot weinig onderzoek gedaan naar de barrières van deze aspecten in de praktijk. Daarom kunnen deze twee criteria niet gediscussieerd worden vanuit de literatuur. Echter, is het wel van belang dat er voldoende ondersteuning is om BIM in de praktijk toe te kunnen passen.

Hoofdcriterium 2: Organisatiestructuur

Uit de resultaten komt naar voren dat de taken en verantwoordelijkheden op het gebied van BIM door de helft van de geïnterviewde organisaties zijn geformuleerd. Hierdoor is er gebrek aan helderheid in de documentatie (bij bepaalde organisaties) en afstemming in BIM-taken en -verantwoordelijkheden. De organisaties die wel BIM-taken en -verantwoordelijkheden hebben geformuleerd, hebben dit geïntegreerd in de traditionele taken en passen de omschrijvingen aan indien nodig. Echter, deze partijen hebben de BIM-taken en -verantwoordelijkheden niet met externe partners afgestemd. Het gebrek aan helderheid van BIM-taken en -verantwoordelijkheden wordt als grote barrière gezien bij het toepassen van BIM (Azhar et al., 2011; Chuck Eastman et al., 2011; Fikkers et al., 2012; Gu & London, 2010; Redmond et al., 2012; Siebelink et al., 2014). Het gebrek aan helderheid zie je met name terug bij de geïnterviewde organisaties die geen BIM-taken en -verantwoordelijkheden hebben geformuleerd/ontwikkeld of waarbij die nog in ontwikkeling zijn. Hierdoor ondervinden deze organisaties barrières bij de taken en verantwoordelijkheden, omdat de BIM-taken en -verantwoordelijkheden niet helder zijn geformuleerd. De organisaties, die functieomschrijvingen hebben gedocumenteerd en die aansluiten bij het BIM-gebruik, ondervinden geen tot minder beperkingen bij de BIM-taken en -verantwoordelijkheden. Deze organisaties weten namelijk waarvoor zij verantwoordelijk zijn binnen een BIM en welke activiteiten zij moeten uitvoeren binnen een BIM-omgeving. Als een partij niet weet wat de taken zijn binnen een BIM-omgeving dan worden enkele activiteiten niet uitgevoerd, waardoor relevante informatie ontbreekt in een BIM-model. Hierdoor kan worden geconcludeerd dat de partijen, die BIM-taken en -verantwoordelijkheden hebben geformuleerd, ook voordelen zien in BIM en de intentie hebben om tijd vrij te maken om BIM op een juiste manier toe te passen (Adriaanse et al., 2010). Verder komt uit de literatuur naar voren dat er BIM-taken en -verantwoordelijkheden moeten worden opgesteld, voordat BIM binnen een organisatie kan worden geïmplementeerd (Coates et al., 2010; Gu & London, 2010; The Pennsylvania State University, 2012). Hieruit kan net als het subcriterium “BIM-visie en -doelstellingen” worden aangenomen dat de nadruk te veel gericht is op de technische aspecten, waarbij de focus in mindere mate ligt bij de organisatorische aspecten voor het implementeren van BIM in de praktijk.

Hoofdcriterium 3: Mens & Cultuur

Uit de resultaten van de geïnterviewde organisaties is naar voren gekomen dat bij de meeste organisaties de cultuur in de organisatie de BIM-processen en -werkwijzen sterk stimuleert, waardoor het mogelijk is om traditionele functies en processen aan te passen in het belang van BIM. In de literatuur komt naar voren dat de verandering van bestaande processen en werkpatronen als een grote barrière wordt gezien om BIM toe te passen (Aouad et al., 2006; Bryde et al., 2013; Grilo & Jardim-Goncalves, 2010; Gu & London, 2010; Kivits & Furneaux, 2013). Kivits en Furneaux (2013) geven hierbij aan dat verandering van cultuur van de organisatie en zijn medewerkers tijd vergt om de nieuwe waarden en houdingen te accepteren. Echter, de literatuur sluit niet aan met de resultaten uit de interviews. De meeste geïnterviewde organisaties geven aan dat zij momenteel geen last ondervinden van weerstand om de cultuur te veranderen. Dit zou kunnen komen omdat BIM al een tijd wordt toegepast bij de geïnterviewde partners, waardoor zij deze barrière al doorbroken hebben. Ook zou een reden kunnen zijn dat de resultaten van de geïnterviewde



organisaties een beter beeld weergeven dan het in werkelijkheid is, aangezien het onderzoek in opdracht van hun opdrachtgever wordt uitgevoerd.

Wat betreft trainingen of educatie is er wel veel informatie te vinden over de barrières of uitdagingen waar organisaties volgens de literatuur tegenaan lopen. Uit de interviews is naar voren gekomen dat door alle organisaties trainingen worden gegeven welke betrekking hebben op BIM. De meeste van deze organisaties hebben de trainingen afgestemd op persoonlijke behoeften van de werknemers. Echter, is er uit de interviews naar voren gekomen dat de beschikbare trainingen niet continu aangepast en verbeterd worden. Uit de literatuur komt naar voren dat vaak onvoldoende kennis bij het personeel aanwezig is om BIM toe te passen (Ahuja et al., 2009; Aouad et al., 2006; Bryde et al., 2013; Chuck Eastman et al., 2011; Gu & London, 2010; Kivits & Furneaux, 2013; Redmond et al., 2012; Siebelink et al., 2014; Volk et al., 2014). Het gebrek aan trainingen is hier een mogelijke verklaring voor (Gu & London, 2010). Om te kunnen werken met BIM is volgens Kivits en Furneaux (2013) een sufficiënt niveau van kennis nodig. Daarbij is door Gu en London (2010) aangegeven dat als er trainingen aanwezig zijn, deze trainingen ook continu verbeterd moeten worden. Het gebrek aan voldoende kennisniveau waar veel organisaties volgens de literatuur tegenaan lopen komen niet overeen met de resultaten uit de interviews. Dit komt waarschijnlijk doordat de geïnterviewde organisaties al enkele jaren BIM toepassen, waardoor de kennis van deze organisaties door 'trial and error', ontwikkelingen en trainingen verhoogd zijn. Bij de meeste organisaties is er geen gebrek aan trainingen, zoals de organisaties dat wel ondervinden volgens de literatuur. Echter, er wordt wel door de geïnterviewde organisaties aangegeven dat het opdoen van voldoende kennis voor BIM een langdurige en stapsgewijze ontwikkeling is. Daardoor wordt er aangenomen dat bij de geïnterviewde organisaties voldoende trainingen worden gegeven, maar dat het nog veel tijd zal vergen voordat de organisaties beschikken over voldoende kennisniveau. Verder is door de meeste geïnterviewde organisaties aangegeven dat trainingen momenteel niet continu verbeterd worden, dit is wel aan te raden om een hoger niveau van kennis voor BIM te kunnen bereiken (Gu & London, 2010).

Uit de resultaten bij het subcriterium "samenwerkingsgerichtheid" komt naar voren dat samenwerken door alle organisaties als zeer belangrijk wordt beschouwd. Daarbij is naar voren gekomen dat samenwerking plaatsvindt door transparantie en vertrouwen, maar dat er wel een contract ten grondslag moet liggen voor eventuele juridische aspecten. Uit onderzoek van Arensman en Ozbek (2012) is naar voren gekomen dat uitdagingen bij veel organisaties door het gebruik van BIM aanwezig zijn wat betreft het beschermen van eigendomsrechten en verschuiving van aansprakelijkheden in het BIM-model. Het gebrek aan transparantie en vertrouwen wordt in de bouw gezien als een grote uitdaging omdat meerdere partijen in één model moeten samenwerken (Arensman & Ozbek, 2012; C. Eastman et al., 2008; Gu & London, 2010; Volk et al., 2014). De gegevens uit de praktijk en de literatuur geven aan dat transparantie en vertrouwen een belangrijke rol spelen bij de samenwerking tussen verschillende organisaties, maar dat er wel een uitdaging ligt bij organisaties om elkaar te kunnen vertrouwen. Wellicht zou een gezamenlijke BIM-visie en -doelstellingen een positief effect hebben op vertrouwen en samenwerking en kunnen er afspraken met betrekking op de taken en verantwoordelijkheden in een contract worden opgesteld. Door het vertrouwen te waarborgen door middel van een contract, zijn de organisaties ook bereid om bedrijfsgeheime informatie te delen die anders wordt achtergehouden. Dit heeft een positief effect op de persoonlijke motivatie om alle informatie met externe partijen te delen. Deze informatie kan van belang zijn om met een model verder te kunnen werken of om bijvoorbeeld het modelleren efficiënter te maken. Hierdoor is alle benodigde informatie in een model aanwezig, waardoor partijen niet worden gehinderd bij het ontwikkelen van een BIM-model. Ook wordt de juiste informatie gedeeld met diverse partijen, zonder dat deze informatie bij de concurrenten komt te



liggen. Verder kan het zijn dat de resultaten, net als bij het subcriterium “persoonlijke bereidheid om te veranderen”, ook hier een vertekend beeld weergeven. Bij de geïnterviewde organisaties, die alleen informatie aan een BIM-model toevoegen, kan worden aangenomen dat zij minder afhankelijk zijn van diverse partijen. Deze partijen hebben tijdens de interviews ook aangegeven dat zij samenwerking erg belangrijk vinden. Mogelijk hebben zij dit aangegeven, omdat de opdrachtgever dit belangrijk vindt.

Hoofdcriterium 4: Processen & procedures

Door de meeste geïnterviewde organisaties is aangegeven dat procedures voor de BIM-processen niet of in beperkte mate gedocumenteerd zijn. Hierdoor erkennen de organisaties gebrek aan helderheid in de documentatie en afstemming van gezamenlijke BIM-procedures en -werkwijzen. Dit resulteert in gebrek aan een standaard voor de informatie-uitwisseling, waardoor partijen bijvoorbeeld niet weten hoe er gecommuniceerd wordt. In de beschikbare literatuur zijn er geen barrières bij verschillende organisaties over dit hoofdcriterium bekend. Echter, is er net als bij het subcriterium “BIM-visie en -doelstellingen” aangegeven dat er procedures en werkinstructies moeten zijn opgesteld voordat BIM geïmplementeerd kan worden (Coates et al., 2010; Gu & London, 2010). Procedures en werkinstructies zijn nodig om bijvoorbeeld eenduidigheid te creëren in de informatiestromen tussen diverse partijen of om helder te communiceren via een BIM. Doordat de procedures en werkinstructies niet of in beperkte mate gedocumenteerd en afgestemd zijn, heeft iedere organisatie eigen werkprocessen waardoor de informatiestromen niet op een standaard wijze verlopen. Daarbij kan worden geconcludeerd dat deze partijen niet de voordelen in BIM erkennen, waardoor er ook geen intentie aanwezig is om procedures of werkinstructies op te stellen om BIM op een juiste wijze toe te passen (Adriaanse et al., 2010). Hierdoor kan het zijn dat een BIM-model beschikt over onvolledige informatie. Door procedures/protocollen op te stellen en vervolgens af te stemmen kan de volledigheid en juistheid van modellen gegarandeerd worden, waardoor BIM efficiënt toegepast kan worden.

Hoofdcriterium 5: ICT (infrastructuur)

Uit de resultaten van de interviews is naar voren gekomen dat de meeste geïnterviewde organisaties gebruik maken van hardware die in staat zijn om BIM-software te laten draaien. Hierbij is aangegeven dat de grootste investeringen voor het aanschaffen van hardware- en netwerkomgeving al gemaakt zijn. Tevens hebben de organisaties hinder ondervonden bij het gelijktijdig werken aan één BIM-model door meerdere partijen. Dit zorgt ervoor dat hardware traag werkt, waardoor er niet efficiënt gewerkt kan worden in het model. Ook in de literatuur is deze hinder beschreven wanneer de capaciteit van de systemen de grote hoeveelheid informatie in een model niet aan kan (Bryde et al., 2013; Kivits & Furneaux, 2013; Volk et al., 2014). Dit zou kunnen worden opgelost door het gebruik van een Cloud server (Volk et al., 2014). Hier zijn echter wel kosten aan verbonden. Een alternatieve oplossing hiervoor is het opstellen van afspraken om de capaciteit van hardware minder te belasten. Een voorbeeld hiervoor is het detailniveau van objecten in een BIM te verlagen tot een gewenst niveau, waarbij de organisaties geen hinder ondervinden in het ICT-gebruik bij het werken in een BIM (handelingsmogelijkheden).

De meeste geïnterviewde organisaties bevinden zich bij het subcriterium “software” op hetzelfde BIM-niveau. De meeste organisaties ondervinden beperkingen bij het gebruik van software, waardoor de uitwisseling van informatie niet probleemloos kan worden gefaciliteerd. De beperkingen met IFC in relatie met data-uitwisseling, die naar voren zijn gekomen bij het gebruik van BIM-software, worden bij het subcriterium “data-uitwisseling” besproken. De beperking van software volgens de geïnterviewde organisaties is dat gegevens uit een BIM-model vaak verloren gaan door de gegevensuitwisseling met een IFC-bestandsformaat. Daarnaast wordt aangegeven dat



software trager wordt naarmate de huidige bibliotheken worden uitgebreid. De traagheid in software staat in relatie met de hardware. Hoe meer (overtollige) informatie in een model wordt geplaatst, hoe meer de hardware capaciteit wordt belast, waardoor de software ook trager wordt. De literatuur sluit aan bij deze beperking, waarbij een programma de hoeveelheid informatie niet aan kan naarmate een project groter wordt (Bryde et al., 2013; Kivits & Furneaux, 2013; Volk et al., 2014). Daarnaast bevindt zich een barrière van IFC-certificering bij commerciële software (Bryde et al., 2013). Chuck Eastman et al. (2011) geven hiervoor een verklaring, namelijk dat IFC breed en flexibel is, waardoor er ruimte ontstaat voor softwareontwikkelaars om IFC op verschillende manieren in de software te implementeren. Dit resulteert in ineffectieve informatie-uitwisseling tussen diverse programmapakketten. Dit beperkt organisaties in het bedoelde gebruik van ICT. Ineffectieve informatie-uitwisseling via IFC kan worden voorkomen, wanneer alle organisaties met de programmapakketten van dezelfde softwareontwikkelaar (zoals Autodesk) werken. Echter, er zijn door veel organisaties flinke investeringen gedaan om met een ander softwarepakket bij een andere softwareontwikkelaar te werken. Als deze organisaties zouden overstappen naar een ander softwarepakket bij een andere softwareontwikkelaar dan moeten deze organisaties opnieuw veel investeren om het huidige niveau van BIM voor de uitwisseling van informatie bij de desbetreffende partijen te bereiken. Hierdoor is het onrealistisch om deze partijen te vragen over te stappen naar andere softwarepakketten. Het is meer realistisch dat de softwareontwikkelaars met elkaar het IFC-bestandsformaat goed afstemmen, zodat de gebruikers niet hoeven te switchen naar andere softwareontwikkelaars.

Uit de resultaten met de geïnterviewde organisaties komen bij het subcriterium “BIM-faciliteiten” geen barrières naar voren. Alle organisaties hebben de faciliteiten in huis, die voor hun gewenst is om BIM toe te passen. Net als in de praktijk zijn hierover in de literatuur geen beperkingen gevonden wat betreft barrières waar organisaties volgens de literatuur tegenaan lopen.

Hoofdcriterium 6: Data(structuur)

Dit hoofdcriterium kent de meeste subcriteria met de laagste score. Praktijkstudie twee gaat dieper in op drie van de vier subcriteria van dit hoofdcriterium. Het subcriterium “informatieopbouw” behoort als enige niet tot de vier subcriteria. In praktijkstudie twee wordt gevraagd naar de barrières bij de geïnterviewde organisaties naar drie subcriteria van dit hoofdcriterium. Hierdoor worden alleen de barrières van de geïnterviewde organisaties beschreven die aan de orde zijn gekomen tijdens de interviews.

Bij het subcriterium “informatieopbouw” zijn er twee beperkingen aangegeven. De eerste barrière, die uit de resultaten van de interviews naar voren is gekomen, is dat er geen spelregels/werkwijzen aanwezig zijn om het documentmanagementsysteem te kunnen beheren. Hierdoor worden gegevens niet in een bepaalde structuur opgeslagen en werkt het systeem, volgens de geïnterviewde organisaties, niet waarvoor het bedoeld is (handelingsmogelijkheden). De tweede barrière die de organisaties hebben aangegeven is dat het documentmanagementsysteem traag loopt nadat er te veel informatie (overtollige informatie) wordt opgeslagen. Deze barrière heeft ook een relatie met de hardware. De capaciteit van hardware voor het systeem wordt overbelast naarmate meer (overtollige) informatie wordt toegevoegd. Alleen deze tweede barrière komt in de literatuur terug en komt overeen met de theorie waarbij aangegeven wordt dat (hardware) systemen de capaciteit niet aan kan naarmate er te veel informatie op wordt gezet (Bryde et al., 2013; Kivits & Furneaux, 2013; Volk et al., 2014). De eerste barrière wat betreft spelregels is niet specifiek terug te vinden in de literatuur op het gebied van barrières van BIM bij organisaties. Echter, het is wel van belang dat er procedures aanwezig zijn om informatie op een gestructureerde manier op te slaan (kennis en



vaardigheden). Hierdoor kan informatie efficiënt worden uitgewisseld, waarbij (extra) zoekwerk wordt vermeden.

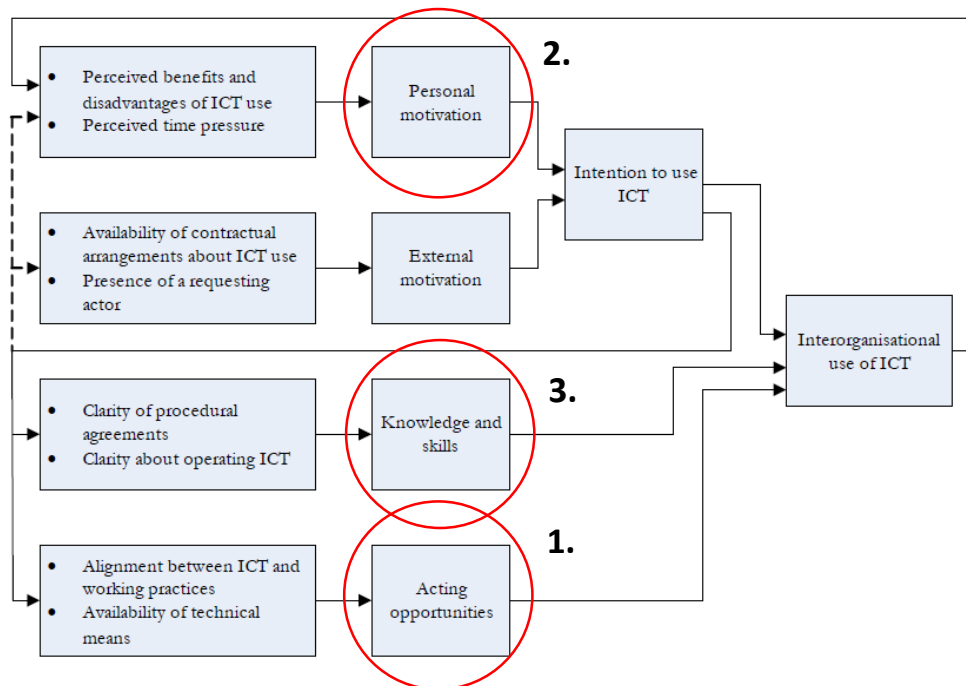
Uit de resultaten van de interviews is naar voren gekomen dat er een uitdaging ligt bij het standaardiseren van een objectenstructuur. De meeste organisaties hebben aangegeven dat er behoefte is aan een eenduidige objectenstructuur die in lijn is gebracht met de sectorstandaarden. Ook in de literatuur komt naar voren dat organisaties behoefte hebben aan een standaard vocabulaire waardoor de consistentie van informatie-uitwisseling tussen verschillende partijen gewaarborgd blijft (Aouad et al., 2006; Gu & London, 2010). Momenteel worden diverse objectenstructuren gehanteerd door verschillende opdrachtgevers (hoofdaannemers). Hierdoor moeten diverse partijen continu de objectenstructuren aanpassen bij elke opdrachtgever, waardoor er geen afstemming kan plaatsvinden tussen het ICT-gebruik en een objectenstructuur. Door een eenduidige objectenstructuur te gaan hanteren, houden de partijen meer tijd over om BIM te verbeteren.

Bij de interviewvragen voor de subcriteria “objectenbibliotheken en -attributen” en “data-uitwisseling” zijn er geen vragen gesteld die betrekking hebben op de barrières/uitdagingen die de geïnterviewde organisaties ondervinden. Deze vragen zijn in de vragenlijst voor de tweede praktijkstudie meegenomen en de resultaten van deze vragen worden in de volgende paragraaf “praktijkstudie 2: diepgaand onderzoek” beschreven. Echter, er is één belangrijke barrière die bij het subcriterium “software” naar voren is gekomen die betrekking heeft op het subcriterium “data-uitwisseling”. Deze barrière is dat IFC lastig te begrijpen is, waardoor informatie niet op een goede manier uitgewisseld kan worden. Jeong et al. (2009) geeft aan dat IFC de enige kandidaat is om informatie effectief uit te kunnen wisselen via (open)standaarden. Ondanks deze standaard is het doel van naadloze interoperabiliteit nog (lang) niet gerealiseerd (Grilo & Jardim-Goncalves, 2010). Eigenschappen, aanduidingen en inhoud bij het gebruik van een IFC-bestandsformaat worden bij de onderzochte organisaties incompleet, verschillend en ambitieus gebruikt (Gu & London, 2010; Redmond et al., 2012; Watson, 2011). Door meer kennis te krijgen van IFC-certificering (updaten van bestaande trainingen) of door dezelfde softwarepakketten van dezelfde softwareontwikkelaar te gaan gebruiken door diverse partijen voor het uitwisselen van informatie met IFC, kan deze barrière vermeden worden. Echter, bij het gebruik maken van dezelfde softwareontwikkelaar door diverse partijen is er ten opzichte van het vergroten van het kennisniveau wel een flinke investering nodig. Daarom is deze tweede optie niet realistisch. Daarnaast kunnen partijen andere partijen erop attenderen dat zij incompleet, ambitieus en/of verschillend gebruik maken van IFC-bestandsformaten. Ook kunnen er gezamenlijke werkinstructies worden opgesteld om BIM-modellen via IFC-bestandsformaten op een goede manier uit te wisselen, waardoor de juiste informatie behouden blijft en partijen geen hinder ondervinden bij het gebruik van ICT.



Conclusie

In de conclusie worden de barrières die naar voren zijn gekomen tijdens de interviews op een abstractieniveau geanalyseerd. In figuur 14 zijn de mechanismen omcirkeld die de het meest aansluiten bij de genoemde barrières.



Figuur 14: theoretisch model (Adriaanse, Voordijk, & Dewulf, 2010)

De hoofdzakelijke mechanismen, die een relatie hebben met de barrières die tijdens de interviews zijn genoemd, zijn: persoonlijke motivatie, kennis en vaardigheden, en handelingsmogelijkheden. Echter, het mechanisme 'kennis en vaardigheden' komt alleen voor in combinatie met de mechanismen 'persoonlijke motivatie' en 'handelingsmogelijkheden'. De meeste barrières die uit de eerste praktijkstudie naar voren zijn gekomen hebben een relatie met het mechanisme: handelingsmogelijkheden. De handelingsmogelijkheden zijn op diverse plekken beperkt, waardoor ICT niet in staat is om de actoren/organisaties op bepaalde momenten te ondersteunen. Enkele voorbeelden hiervan zijn de overbelasting aan de capaciteit van hardware/software en het afstemmen van werkinstructies met bepaalde software. De overbelasting van de capaciteiten van hardware en software ontstaat naarmate de hoeveelheid informatie in een BIM toeneemt. Hierdoor wordt het gebruik van hardware en software trager. Door deze barrière te overwinnen worden de actoren minder beperkt in het bedoelde gebruik van ICT. Een andere barrière is dat door het gebruik van het IFC-uitwisselingsformaat gaat er relevante informatie verloren. Dit beperkt de actor om verder te kunnen werken in een BIM-omgeving. Het verlies van informatie komt niet alleen door het IFC-bestandsformaat, maar ontstaat ook doordat IFC lastig te begrijpen is waardoor IFC incompleet, verschillend en ambitieus gebruikt wordt. Deze barrière heeft dan ook een relatie met het mechanisme "kennis en vaardigheden". Door de kennis en vaardigheden bij het personeel van een partij te verbeteren, kan IFC ook beter begrepen worden, wat resulteert in een betere werkwijze voor de uitwisseling van informatie via een IFC-bestandsformaat.

Ook kunnen veel barrières gerelateerd worden aan het mechanisme: persoonlijke motivatie. Echter, er zijn wel minder barrières die gerelateerd kunnen worden met dit mechanisme dan het mechanisme: handelingsmogelijkheden. Uit de interviews is naar voren gekomen dat verschillende aspecten, zoals de BIM-visie en -doelstellingen, BIM-taken en -verantwoordelijkheden en de BIM-processen en werkinstructies in beperkte mate zijn gedocumenteerd en afgestemd met diverse



partijen. Opmerkelijk is dat al deze aspecten behoren tot het BIM-implementatieproces. Door deze aspecten niet of in beperkte mate te documenteren, is de basis om BIM te implementeren in de praktijk onvoldoende vastgelegd en kan er worden geredeneerd dat er een minimale interne motivatie aanwezig is om op strategisch vlak bezig te zijn. Hieruit blijkt dat de organisaties, die deze aspecten niet hebben gedocumenteerd, ook geen voordelen zien om BIM volledig te implementeren in de organisatie. Hierdoor is er in mindere mate een intentie aanwezig om ICT/BIM toe te passen. Door de organisaties te prikkelen om de voordelen te zien van het gebruik van BIM, wordt ook de intentie om ICT toe te passen verbeterd. Het gebrek aan heldere documentatie en afstemming in zowel de BIM-taken en verantwoordelijkheden als BIM-procedures en -werkinstructies sluiten aan bij het mechanisme: kennis en vaardigheden. Partijen weten hierdoor niet hoe ICT gebruikt moet worden en wie er verantwoordelijk is binnen een BIM-omgeving, waardoor interorganisationeel ICT-gebruik wordt belemmerd. Door hierover helder te documenteren en af te stemmen, kan interorganisationeel ICT-gebruik worden bevorderd.

Hieronder zijn de gegevens uit de eerste praktijkstudie in een overzicht samengevat:

Nr.	Barrière	Mechanisme(n)	Mogelijke oplossing(en)
1.	Het ontbreken van een gezamenlijke BIM-visie en -doelstellingen, waardoor samenwerking wordt beperkt.	1. Persoonlijke motivatie.	1. Het documenteren en afstemmen van een BIM-visie en -doelstellingen door middel van break-out sessies; 2. Prikkelen van organisaties om de voordelen van BIM te erkennen.
2.	Het gebrek aan (helder) gedocumenteerde en afgestemde BIM-taken en -verantwoordelijkheden, zodat partijen weten wie welke taken heeft.	1. Persoonlijke motivatie; 2. Kennis en vaardigheden.	1. Het documenteren en afstemmen van BIM-taken en -verantwoordelijkheden.
3.	Het gebrek aan (helder) gedocumenteerde en afgestemde BIM-processen en -werkinstructies, zodat partijen weten hoe zij moeten werken.	1. Persoonlijke motivatie; 2. Kennis en vaardigheden; 3. Handelingsmogelijkheden.	1. Het documenteren en afstemmen van BIM-taken en -verantwoordelijkheden.
4.	Het gebrek aan onderling vertrouwen.	1. Persoonlijke motivatie.	1. Het opstellen van zowel een gezamenlijke BIM-visie en -doelstellingen als BIM-taken en -verantwoordelijkheden, waardoor samenwerking met BIM wordt bevorderd.
5.	Overbelasting van hardware/software.	1. Handelingsmogelijkheden.	1. Het opstellen van afspraken over de grootte, hoeveelheid en detailniveau van modellen in de BIM-procedures en -werkinstructies; 2. Het gebruik maken van Cloud servers.



6.	Het incompleet, ambitieus en verschillend gebruik van softwarepakketten door diverse partijen voor het gebruik van IFC-bestandsformaten.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kennis en vaardigheden; 2. Handelingsmogelijkheden. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Het updaten van huidige trainingen; 2. Diverse partijen erop attenderen als IFC-bestandsformaten incompleet, ambitieus en verschillend worden gebruikt; 3. Het opstellen van gezamenlijke werkinstructies om modellen via IFC-bestandsformaten uit te wisselen; 4. Het gebruik maken van dezelfde softwareontwikkelaar.
7.	Informatieverlies bij het importeren en exporteren van IFC-bestandsformaten tussen diverse softwareontwikkelaars.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Handelingsmogelijkheden 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Het gebruik maken van dezelfde softwareontwikkelaar; 2. Softwareontwikkelaar(s) ontwikkelingstijd gunnen.
8.	Het ontbreken van een breed gedragen objectenstructuur.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Handelingsmogelijkheden 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Het opstellen en afstemmen van een gezamenlijke objectenstructuur tussen verschillende opdrachtgevers.
9.	Het ontbreken van afspraken voor het gebruik van een documentmanagementsysteem.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Persoonlijke motivatie; 2. Kennis en vaardigheden; 3. Externe motivatie. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Het opstellen van afspraken over het documentmanagementsysteem gebruik in de BIM-procedures en -werkinstructies.

In de volgende paragraaf wordt praktijkstudie twee beschreven. Nadat de barrières en oplossingen uit praktijkstudie twee zijn beschreven en gerelateerd zijn aan de vier mechanismen van Adriaanse et al. (2010), kunnen er uiteindelijk voorwaarden worden opgesteld om informatie-uitwisseling met BIM te verbeteren.



3.2 Praktijkstudie 2: diepgaande scan

In de tweede praktijkstudie worden vier subcriteria in diepgang bestudeerd. Deze vier subcriteria bestaan uit: 1. software, 2. objectenstructuur / objectdecompositie, 3. objectenbibliotheken en -attributen, 4. data-uitwisseling. Door deze subcriteria in meer diepte te bestuderen, kan de laatste deelvraag met sub-deelvragen beantwoord worden om uiteindelijk tot een antwoord te komen voor de hoofdvraag. De laatste deelvraag met de sub-deelvragen zijn als volgt beschreven:

1. Waar lopen DVBH en de partners tegenaan tijdens het gebruik van software, data-uitwisseling, objectdecompositie en objectattributen met BIM?
 1. Wat zijn de barrières van software, data-uitwisseling, objectdecompositie en objectattributen aspecten met BIM tussen DVBH en de partners?
 2. Welke objectattributen zijn essentieel voor de partners van DVBH om verder te kunnen werken met BIM zonder dat er extra inspanningen verricht moeten worden?
 3. Welke mogelijkheden zijn er om de barrières van software, objectdecompositie, objectattributen en data-uitwisseling weg te nemen?

De deelvraag met de sub-deelvragen worden door middel van een opgestelde vragenlijst beantwoord. Deze vragenlijst is terug te vinden in bijlage 8. In de vragenlijst zijn vragen opgesteld om te weten te komen wat bij de organisaties de barrières zijn geweest met betrekking tot de vier subcriteria, hoe zij deze barrières hebben opgelost, tegen welke barrières zij momenteel aanlopen, hoe zij deze barrières in de toekomst verwachten op te lossen en welke ontwikkelingen weer nieuwe barrières hebben gecreëerd. Daarnaast is in de vragenlijst een tweede deel opgenomen die betrekking heeft op de tweede sub-deelvraag, oftewel de objectattributen. DVBH heeft, voordat het onderzoek begon, aangegeven dat zij tegen een barrière aanlopen waarbij diverse partijen niet van elkaar weten wie welke informatie (objectattributen) nodig heeft om met een BIM-model verder te kunnen werken. Hierdoor is door DVBH aangegeven dat deze barrière in het onderzoek moet worden meegenomen. Er is een template opgesteld om inzichtelijk te krijgen welke organisatie welke informatie nodig heeft. Door middel van de template wordt de tweede sub-deelvraag beantwoord. De laatste sub-deelvraag (C3) wordt in hoofdstuk vier beschreven, waarin voorwaarden worden opgesteld.

In de volgende paragraaf worden de barrières beschreven die aan de hand van de vragenlijst naar voren zijn gekomen.



3.2.1 Barrières van de vier subcriteria

In voorgaande paragraaf is al aangegeven dat de barrières zijn opgedeeld in vijf vragen. Deze vragen zijn als volgt:

1. Tegen welke barrières zijn de organisaties aangelopen?
2. Hoe hebben de organisaties deze barrières opgelost?
3. Welke barrières lopen de organisaties momenteel tegenaan?
4. Hoe verwachten de organisaties dat zij deze barrières oplossen?
5. Welke ontwikkelingen hebben, door de tijd heen (verleden tot heden), nieuwe barrières gecreëerd?

De vijf vragen zijn voor elk subcriterium opgesteld. In deze paragraaf worden de belangrijkste (meest voorkomende) antwoorden op deze vijf vragen per subcriterium beschreven. Bij het subcriterium “software” zijn door alle ondervraagde partners en DVBH barrières aangegeven. De andere drie subcriteria zijn niet door alle ondervraagde organisaties ingevuld aangezien enkele organisaties geen objectenstructuur, objectenbibliotheek gebruiken en geen hinder ondervinden bij de data-uitwisseling tussen diverse partijen. De oplossingen die in het verleden zijn gebruikt om de barrières bij de organisaties aan te pakken, worden in hoofdstuk vier meegenomen om voorwaarden op te kunnen stellen. De antwoorden die per subcriterium in een tabelvorm worden weergegeven zijn door de respondenten voorgedragen. Ook is er in de vragenlijst naar suggesties gevraagd hoe DVBH en de partners informatie-uitwisseling met BIM zouden kunnen verbeteren. Deze suggesties zijn verwerkt in de oplossing voor de toekomst en komen terug in hoofdstuk vier.

1. Subcriterium: software

Hieronder zijn de antwoorden op de vijf vragen weergegeven voor het subcriterium “software”:

Barrières verleden	Oplossingen in verleden	Barrières momenteel	Oplossing voor de toekomst	Creëren van nieuwe barrières door ontwikkelingen
1. Data-verlies bij interoperabiliteit	<ul style="list-style-type: none"> 1. Melden bij externe partijen 2. Accepteren en zelf aanpassen 3. Software updaten 	1. Data-verlies bij interoperabiliteit	<ul style="list-style-type: none"> 1. Software updaten / aanschaf nieuwe software 2. Afspraken opstellen t.b.v. modelleren 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Gebrek aan kennis 2. De komst van nieuwe software
2. Gebrek aan kennis	<ul style="list-style-type: none"> 1. Door middel van tijd (Trial & Error) 	2. Gebrek aan kennis	<ul style="list-style-type: none"> 1. Afspraken opstellen t.b.v. modelleren 2. Door middel van tijd (Trial & Error) 	
3. IFC-exporteren en importeren	<ul style="list-style-type: none"> 1. Melden bij externe partijen 	3. Onduidelijkheden waar de verantwoordelijkheid en liggen	<ul style="list-style-type: none"> 1. Afstemmen en samenwerking tussen partijen (d.m.v. break-out sessies) 	

In het verleden zijn alle organisaties bij het gebruik van software tegen barrières aangelopen om BIM toe te kunnen passen. Het verlies van data door interoperabiliteit werd als barrière het meest genoemd. De organisaties ondervonden informatieverlies bij het exporteren en importeren van een IFC-bestandsformaat. Voorbeelden van informatieverlies bij de export en import van een IFC is het gebrek aan een nulpunt (startpositie/coördinaat om modellen op de juiste posities in te laden), het verlies van objectattributen of het gebrek aan zichtbaarheid van sparingen. Deze barrière hebben organisaties proberen op te lossen door de beperkingen van interoperabiliteit bij partners en softwareleveranciers te melden, door de informatie die niet geëxporteerd werd zelf aan te vullen of door de software up te daten indien er een nieuwere versie beschikbaar was. Naast de barrière in de



interoperabiliteit, ondervinden organisaties een gebrek aan zowel interne als externe kennis bij samenwerkende partijen. Door de komst van BIM zijn de bestaande software aangepast waarvoor nieuwe kennis nodig is om de software te kunnen gebruiken. Hierbij hebben de ondervraagde organisaties aangegeven dat verschillende partijen terugvielen naar “oude” software, omdat deze partijen niet overweg konden met de nieuwe software. Ook hebben de ondervraagde organisaties aangegeven dat instellingen in Revit niet standaard binnen de software aangepast konden worden, waardoor ‘experts’ nodig zijn om instellingen aan te kunnen passen. Deze barrières hebben de organisaties in het verleden proberen op te lossen door ‘trial and error’, oftewel door de ‘nieuwe’ software te gebruiken en leren van de gemaakte fouten. Naast de barrières in interoperabiliteit en gebrek aan kennis ondervinden organisaties ook barrières bij de export en import van een IFC-bestand. Hierbij is aangegeven dat IFC-bestanden vaak te groot zijn, waardoor inladen in een bepaalde software tijd vergt. Dit hebben de organisaties opgelost door dit probleem te melden bij samenwerkende partijen en softwareleveranciers.

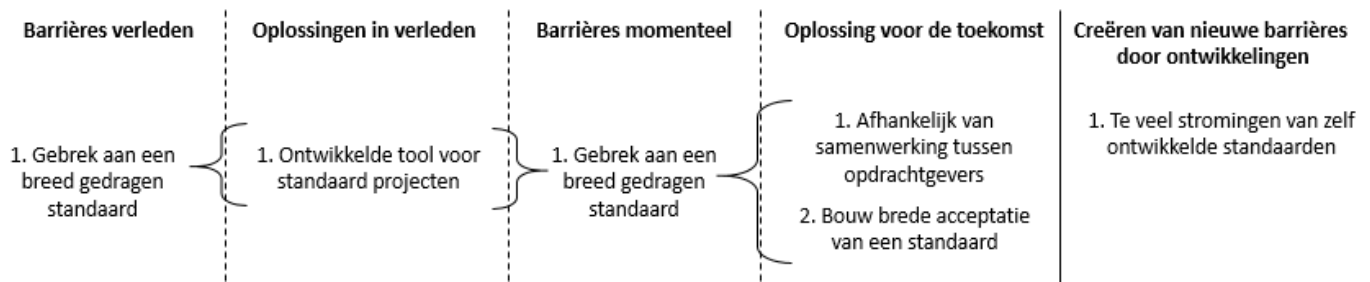
Momenteel ondervinden organisaties nog steeds barrières in de interoperabiliteit, is er nog steeds gebrek aan kennis bij partijen en is het omzetten van bestanden nog steeds een tijdrovend proces. Deze barrières proberen de ondervraagde organisaties aan te pakken door nieuwe software aan te schaffen, door de software te upgraden, door afspraken te maken die betrekking hebben op het modelleren van objecten in een BIM-model en door middel van tijd. Voornamelijk wordt tijd als oplossing voor de barrières veel genoemd. Hierbij wordt aangegeven dat het ontwikkelen van nieuwe software, updates voor de bestaande software en het leerproces om een model op een efficiënt niveau te modelleren enige tijd zal kosten. Ook ondervinden de partners van DVBH beperkingen in de verantwoordelijkheden. Het is niet altijd duidelijk wie verantwoordelijk is in het model. Hierbij wordt in de toekomst de oplossing gezocht door een proactieve opstelling in de samenwerking met partners, om met de partners om tafel te gaan (break-out sessies) om de werkwijze te standaardiseren en verantwoordelijkheden en andere onduidelijkheden vast te leggen.

Door de tijd heen is er gebrek aan kennis ontstaan door de komst van nieuwe software. Zo is er aangegeven dat er gebrek is aan kennis over bepaalde producten bij de softwareleverancier. Hierdoor moet er eigen software ontwikkeld worden om de koppeling naar machines te kunnen maken. Daarnaast zijn door de komst van nieuwe ontwikkelingen (nieuwe software) ook nieuwe barrières bij organisaties gevormd waarbij onderzocht moest worden welke bestandsformaten (niet) uitwisselbaar zijn met andere softwarepakketten.



2. Subcriterium: objectenstructuur / objectdecompositie

Hieronder zijn de antwoorden op de vijf vragen weergegeven voor het subcriterium “objectenstructuur / objectdecompositie”:



In dit subcriterium werden de minste barrières aangegeven. Desondanks, de barrière die genoemd wordt, is wel een barrière die een belangrijke rol speelt in de uitwisseling van informatie met BIM. De barrière waar de organisaties in het verleden tegenaan zijn gelopen en nog steeds tegenaan lopen is dat er geen breed gedragen standaard aanwezig is binnen de bouwsector. Deze barrière is door de tijd heen nog niet opgelost. Door de ondervraagde organisaties werd aangegeven dat iedere klant zijn eigen objectenstructuur hanteert, waardoor er geen eenduidige structuur binnen de bouwsector aanwezig is. Eén organisatie geeft aan deze barrière doorbroken te hebben door een tool te ontwikkelen, genaamd FABwindow. FABwindow kan door de ontwerper van het model worden gebruikt om een raam te ontwerpen die direct gebruikt kan worden voor de productie. De andere organisaties, die een gebrek aan een breed gedragen standaard ondervinden, geven aan dat deze barrière kan worden opgelost door een acceptatie van een bouw brede standaard en dat het afhankelijk is van de opdrachtgevers die één standaard moeten gaan hanteren.

Door de tijd heen is door enkele ondervraagde organisaties aangegeven dat er te veel stromingen van zelf ontwikkelde standaarden zijn ontstaan. Veel instellingen / bedrijven hebben een poging gewaagd om een standaardisatie op te richten, waardoor diverse leveranciers bij verschillende opdrachtgevers andere objectenstructuren moeten hanteren. Dit vergt extra tijd bij het modelleren van objecten in een BIM-model. Door één standaard te gaan hanteren, hoeven verschillende partijen niet te switchen tussen verschillende objectenstructuren, waardoor partijen tijd besparen bij het modelleren van objecten in een BIM-omgeving.



3. Subcriterium: objectbibliotheken en -attributen

Hieronder zijn de antwoorden op de vijf vragen weergegeven voor het subcriterium “objectbibliotheken en -attributen”:

Barrières verleden	Oplossingen in verleden	Barrières momenteel	Oplossing voor de toekomst	Creëren van nieuwe barrières door ontwikkelingen
1. Gebrek aan eenduidige werkwijze voor de opbouw van objecten	1. Het aansturen van de opdrachtgever door bijv. gebruik te maken van het ontwikkelde tool/bibliotheek	1. Gebrek aan eenduidige werkwijze voor de opbouw van objecten (in mindere mate dan in het verleden)	1. Afstemmen tussen diverse partijen/partners	1. Gebrek aan kennis van een bepaald product voor productie
2. Gebrek aan gebruik van een ontwikkelde tool/bibliotheek	1. Het aansturen van de opdrachtgever door bijv. gebruik te maken van het ontwikkelde tool/bibliotheek			
3. De mate van detailniveau van een object	1. De ‘levende’ objecten aangeven bij de desbetreffende organisatie 2. Het ombouwen van objecten en overbodige informatie eruit halen	2. De mate van detailniveau van een object (in mindere mate dan in het verleden)	1. Afstemmen tussen diverse partijen/partners 2. Controleren en updaten van objecten	

In het verleden ondervonden enkele ondervraagde organisaties barrières in een eenduidige werkwijze voor de opbouw van objecten, het detailniveau van een BIM-model en het niet gebruiken van ontwikkelde tools en objectbibliotheken. Het doorbreken van de barrières in de opbouw van objecten en het detailniveau van een object is geprobeerd door het te melden bij de desbetreffende organisatie, door middel van het zelf ombouwen van objecten naar een voldoende niveau om mee verder te kunnen werken en door overbodige informatie uit het object te halen. Hierdoor verloopt het model minder traag, waarbij alleen geschikte informatie over blijft. Daarnaast hebben de organisaties, die hinder ondervinden bij het niet gebruiken van ontwikkelde tools en objectbibliotheken, de opdrachtgever aangestuurd / geïnformeerd om de tools en objectbibliotheken te gaan toepassen, zodat extra inspanningen bespaard blijven.

Momenteel lopen de organisaties tegen de barrières aan, waarbij er geen eenduidige werkwijze aanwezig is voor de opbouw van objecten in een BIM-model en het (hoge) detailniveau van objecten in een model. Echter, de mate van beperking is momenteel verbeterd ten opzichte van het verleden. De opbouw van objecten en het detailniveau van een model worden geprobeerd te verbeteren door objecten van de objectbibliotheken te controleren en te updaten indien dat nodig is. Daarnaast worden sessies door de ondervraagde organisaties georganiseerd om de objecten in de bibliotheek af te stemmen met partners, waarbij uniforme parameters worden toegepast.

Door de tijd heen is binnen dit subcriterium een nieuwe barrière waargenomen bij de ondervraagde organisaties door de komst van nieuwe ontwikkelingen. De barrière die waargenomen wordt is dat sommige organisaties denken te kunnen modelleren door de komst van standaard objectbibliotheken die ontwikkeld zijn door leveranciers. Hierbij wordt aangegeven dat zij een gevaar zien bij klanten die denken dat zij hierdoor het bouwwerk zelf kunnen ontwerpen, maar dat de kennis van een bepaald product ontbreekt waardoor een product niet geproduceerd kan worden om dit product vervolgens op een bouw te monteren. Deze barrière kan worden verholpen door de productie bij de desbetreffende leverancier te laten liggen of door eigen kennis in huis te nemen.



4. Subcriterium: data-uitwisseling

Hieronder zijn de antwoorden op de vijf vragen weergegeven voor het subcriterium “data-uitwisseling”:

Barrières verleden	Oplossingen in verleden	Barrières momenteel	Oplossing voor de toekomst	Creëren van nieuwe barrières door ontwikkelingen
1. Gebrek aan samenwerking en vertrouwen tussen partijen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Opstellen van afspraken 2. Blijven communiceren en het opstellen van een aanspreekpunt 3. Het gebruik maken van gebrande Cd's en USB-stickjes 			-
2. De grootte, hoeveelheid en detailniveau van modellen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Opstellen van afspraken 2. Blijven communiceren en het opstellen van een aanspreekpunt 3. Het controleren van een model voordat er verder mee wordt gewerkt 	1. De grootte, hoeveelheid en detailniveau van modellen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Het blijven communiceren met diverse partijen 2. Het zal door de tijd heen verbeteren door middel van ontwikkelingen 	
3. Het ontbreken van nulpunten in een model	<ol style="list-style-type: none"> 1. Opstellen van afspraken 2. Blijven communiceren en het opstellen van een aanspreekpunt 3. Het controleren van een model voordat er verder mee wordt gewerkt 			
4. De motivatie om BIM toe te passen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Blijven communiceren en het opstellen van een aanspreekpunt 	2. De motivatie om BIM toe te passen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Het blijven communiceren met diverse partijen 2. Het zal door de tijd heen verbeteren door middel van ontwikkelingen 	
		3. Gebrek aan interoperabiliteit	<ol style="list-style-type: none"> 1. Het blijven communiceren met diverse partijen 2. Het zal door de tijd heen verbeteren door middel van ontwikkelingen 	

In het verleden hebben de ondervraagde organisaties voor het subcriterium “data-uitwisseling” barrières ondervonden bij de samenwerking en vertrouwen tussen partijen, BIM-modellen en bij de factor “mens” (motivatie). De meest genoemde barrière in het verleden heeft te maken met het gebrek aan samenwerking en vertrouwen tussen diverse partijen. Hierbij gaat het om elkaars werkprocessen te begrijpen om vervolgens informatie-uitwisseling (optimaal) mogelijk te maken en het vrijgeven (openbaar maken) van bepaalde informatie die de concurrenten niet mogen krijgen. Deze barrière hebben de ondervraagde partijen opgelost door met elkaar te blijven communiceren, het opstellen van een aanspreekpunt, door gebrande Cd's en USB-stickjes naar een desbetreffende organisatie te sturen en door middel van het opstellen van afspraken. Deze afspraken kunnen worden toegevoegd in een contract, waardoor bedrijfsgeheime gegevens gewaarborgd blijven, zodat het vertrouwen en dus de samenwerking verbeterd wordt.



Verder ondervinden enkele organisaties beperkingen bij de BIM-modellen, waarbij aangegeven wordt dat sommige modellen te groot zijn, dat er te veel modellen aanwezig zijn en dat de mate van het detailniveau van een object te hoog ligt. Dit resulteert in trage hardware- en softwaresystemen, waardoor efficiënt ICT-gebruik met BIM-modellen wordt belemmerd. Daarnaast is er aangegeven dat nulpunten in het model ontbreken. Hierdoor kunnen modellen niet op de juiste positie in het model geïmporteerd worden, waardoor extra handelingen moeten worden verricht om het op te lossen. Deze barrière heeft een relatie met onvoldoende kennisniveau dat bij enkele organisaties aanwezig is. Organisaties zouden geen hinder moeten ondervinden bij het importeren van modellen wanneer een organisatie beschikt over een voldoende kennisniveau. Aangezien een organisatie geen nulpunten op de juiste positie kan modelleren, wijst dit erop dat er onvoldoende kennisniveau aanwezig is, waardoor informatie-uitwisseling met BIM wordt gehinderd. Deze barrières hebben de organisaties in het verleden geprobeerd op te lossen door het model die aangeleverd wordt door partners te controleren op bijvoorbeeld nulpunten, zodat de modellen op de juiste positie komen te staan. Daarnaast is er aangegeven dat de communicatie van belang is geweest. Door met elkaar te blijven communiceren en informeren als er problemen bij de data-uitwisseling aanwezig zijn, kunnen verschillende partijen gezamenlijk tot een oplossing komen. Verder is er aangegeven dat er afspraken opgesteld zijn die betrekking hebben op de modellering van een model. Hierbij heeft één organisatie afspraken gemaakt dat zij 'levende' (detailniveau) modellen en te grote modellen afwijzen om trage modellen tegen te gaan. Een andere organisatie heeft aangegeven dat zij, voordat het project begint, afspraken maakt om bijvoorbeeld de nulpunten in het BIM-model op de juiste plek te zetten.

Enkele organisaties ondervonden en ondervinden momenteel nog steeds hinder bij de motivatie van zowel werknemers als externe partijen om BIM toe te passen. Hierdoor zijn diverse medewerkers en organisaties minder actief met BIM bezig, waardoor de ontwikkelingen voor de data-uitwisseling met BIM worden belemmerd. Deze geringe motivatie bij enkele organisaties is te relateren aan het feit dat deze organisaties aangeven geen/in mindere mate voordeel zien in het gebruik van BIM ten opzichte van organisaties met een goede motivatie. Door zowel de voordelen van BIM inzichtelijk te maken als het gebruik maken van stimulerende subsidies ((extra) percentage van het budget), kan de motivatie om BIM toe te passen worden verbeterd.

Momenteel lopen enkele ondervraagde organisaties nog steeds tegen de barrière van de grootte, hoeveelheid en 'levende' (detailniveau) modellen van externe partijen aan. Daarnaast lopen enkele organisaties tegen de barrière aan waarbij de interoperabiliteit niet goed verloopt. Diverse softwarepakketten sluiten niet op elkaar aan waardoor modellen niet direct ingelezen kunnen worden. Hierdoor moeten organisaties extra werk verrichten om een model alsnog in te kunnen laden. Daarbij wordt aangegeven dat de invoer van informatie in een model erg belangrijk is voor een goede informatie-uitwisseling tussen diverse partijen. De ondervraagde organisaties proberen deze barrières tegen te gaan door te blijven communiceren met partners, waardoor de organisaties samen de barrière(s) op kunnen lossen. Ook geven de organisaties aan dat de barrière(s) door de tijd heen zullen worden opgelost door middel van nieuwe ontwikkelingen en updates van bestaande software.

In de volgende paragraaf wordt inzichtelijk gemaakt welke parameters (objectattributen) voor de partners van DVBH benodigd zijn voor de uitwisseling van de juiste informatie tussen verschillende partijen.



3.2.2 Objectattributen

In deze paragraaf wordt een antwoord gegeven op de tweede sub-deelvraag:

Welke objectattributen zijn essentieel voor de partners van DVBH om verder te kunnen werken met BIM zonder dat er extra inspanningen verricht moeten worden?

Om deze vraag te kunnen beantwoorden is er gebruik gemaakt van de Nederlandse norm ISO 16739 die door DVBH als standaard gehanteerd wordt om informatie door middel van een IFC tussen verschillende partijen te kunnen uitwisselen. De NEN-ISO 16739 bestaat uit heel veel verschillende IFC-benamingen/parameters voor verschillende objecten, bijvoorbeeld IfcWall (wand) of IfcAlarmTypeEnum (verschillende type alarmen). Deze IFC-benamingen kunnen als ‘ingewikkeld’ worden beschouwd. Daarom is er een opzet (template) met uitleg gemaakt, zodat de ondervraagde organisaties gemakkelijker kunnen aangeven welke informatie zij nodig hebben om met een BIM-model verder te kunnen werken. De partners van DVBH kunnen in deze template (Excel-bestand) op object-niveau (bijvoorbeeld vloeren, wanden of ramen) aangeven welke objecten en objectattributen (bijvoorbeeld breedte, hoogte, lengte, brandveiligheid of gewicht van een object) voor hun van belang zijn. Daarnaast is bij deze template een voorbeelduitwerking en extra informatie bijgevoegd om de template en de IFC-parameters begrijpend te maken. In bijlage 9 - onderdeel: bijlagen, zijn de voorbeelduitwerking en de extra informatie terug te vinden.

Objectattributen / Property Set (NEN-ISO 16739)																	
IFC Type	Base Quantities & Property Sets	Naam (IFC parameters)															
			Geelen Beton	Vios Trappen	IJB Groep	Bouwkomeet	Van Dam	Voortman Staal	VBI	Heembeton	Orion (n.v.t. - Werkt niet verder met model)	Van de Vin	Alkondor	Calduran	Jordahl H-Bau (maakt geen gebruik van parameters van anderen)		
IfcBeam			X				X	X									
IfcColumn			X					X	X								
IfcCovering				X												X	
IfcCurtainWall				X	X			X	X				X	X			
IfcDoor				X	X								X	X			
IfcFooting				X	X			X									
IfcMember								X									
IfcOpening							X	X	X		X					X	
IfcPlate				X			X	X									
IfcRailing									X								
IfcRamp					X			X									
IfcRoof					X		X	X									
IfcSlab				X			X	X	X	X	X						
IfcStair				X	X			X									
IfcWall				X	X		X	X	X	X	X			X	X		
IfcWindow					X		X						X	X			

Geef hier aan indien er parameters niet aanwezig zijn, maar wel voor jullie van belang zijn:

IFC type:	IFC parameters:	
-	- IfcExportType	X
-	- IfcExportAs	X

Figuur 15: template objectattributen op entiteiten-niveau



De ingevulde template op entiteiten-niveau, ook wel op objecten-niveau te noemen (vloeren, wanden, ramen, etc..) is te zien in figuur 15. Deze template kan worden uitgeklaapt waarbij ook de IFC-parameters naar voren komen, zie figuur 16 voor de IFC-parameters (objectattributen) van bijvoorbeeld de wanden.

IFC Type	Base Quantities & Property Sets	Naam (IFC parameters)	Geleen Beton	Vios Trappen	IJB Groep	Bouwkomeet	Van Dam	Voorbman Staal	VBI	Heembeton	Orion (n.v.t. - Werkt niet verder met model)	Van de Vin (uitbesteed aan Itanex)	Alkondor	Calduran	Jordahl H-Bau (maakt geen gebruik van parameters van anderen)
IfcWall			x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	
	<u>Base Quantities:</u>														
		(Nominal)Length			x	x							x		
		(Nominal)Width			x	x							x		
		(Nominal)Height			x	x							x		
		GrossFootPrintArea											x		
		NetFootPrintArea											x		
		GrossSideArea											x		
		NetSideArea											x		
		GrossVolume													
		NetVolume													
	<u>Property Set:</u>														
		Reference						x	x						
		Status			x	x							x		
		AcousticRating			x								x		
		FireRating			x	x							x		
		Combustible											x		
		SurfaceSpreadOfFlame						x							
		ThermalTransmittance						x							
		IsExternal			x					x			x	x	
		ExtendToStructure			x	x							x		
		LoadBearing			x			x	x				x	x	
		Compartmentation			x	x							x		
	Extra:	IfcClassificationReference								x				x	
		Manufacturer								x				x	
		PitchAngle			x										
		TypeName								x				x	
		EnvironmentalClass	x												
		CoverReinforcement	x												
		StructuralClass	x												
		Covering	x												

Figuur 16: benodigde objectattributen van een wand bij partners

In deze ingevulde template hebben partners van DVBH aangegeven welke objecten en objectattributen voor hun van belang zijn. Daarnaast is onderaan de template (figuur 15 en 16) door de partners aangegeven welke IFC-parameters van belang zijn, maar welke niet in de standaard template staan beschreven. In het rood zijn deze IFC-parameters aangegeven. Ook hebben enkele partners alleen de IFC type aangegeven. Hierbij geven deze partners alleen aan dat zij belang hebben bij de geometrie van een object om vervolgens een bepaald object in het model toe te kunnen voegen. Een voorbeeld van zo'n object is een trap, waarbij alleen de posities en de vormen van de omliggende objecten benodigd zijn om een trap in het model te kunnen plaatsen.



Naast het invullen van de template door partners van DVBH is in de vragenlijst ook een vraag gesteld of partners de template zien als een handig hulpmiddel om inzichtelijk te krijgen welke partij welke informatie nodig heeft om verder met het model te kunnen werken zonder dat er extra inspanningen nodig zijn om het model te bewerken. Hierop hebben de meeste partners geantwoord dat de template een toegevoegde waarde is waardoor de juiste informatie in de toekomst in het BIM-model aanwezig is om met een model verder te kunnen werken. Hierdoor kan extra tijd en kosten bespaard blijven. Echter, er is door twee partners van DVBH aangegeven dat de template niet noodzakelijk is. Deze partijen geven aan dat zij alleen (specifieke) informatie aan het BIM-model toevoegen, waarbij zij niet afhankelijk zijn van de informatie van andere partijen.

De gegevens van de tweede praktijkstudie zijn beschreven, waardoor in de volgende paragraaf de gegevens uit de tweede praktijkstudie gediscussieerd worden met de gegevens uit de literatuur.

3.2.3 Koppeling praktijkstudie twee aan de theorie

Nadat de barrières van de vier subcriteria en objectenattributen voor de partners inzichtelijk zijn gemaakt, kunnen in deze paragraaf de verkregen gegevens aan de theorie worden gekoppeld. De koppeling van de praktijk aan de theorie wordt aan de hand van elk subcriteria beschreven. Allereerst worden per subcriterium de resultaten kort herhaald om vervolgens een koppeling met de literatuur te maken. In deze paragraaf worden alleen de barrières, die momenteel bij de ondervraagde organisaties aanwezig zijn, gekoppeld met de literatuur. Hierdoor kan het verschil tussen de gegevens uit praktijkstudie twee en dat wat in de literatuur onderzocht is (uitdagingen) worden gediscussieerd.

1. Subcriterium: software

Uit de resultaten van de vragenlijsten is het verlies van data/informatie door interoperabiliteit als meest genoemde barrière naar voren gekomen. Organisaties ondervinden verlies van informatie bij het exporteren en importeren van een IFC-bestandsformaat. Hierdoor worden organisaties beperkt om op een voorgenomen manier ICT te gebruiken. Het gebrek aan interoperabiliteit werd in het verleden al erkend en is door de tijd heen nog niet opgelost. Hoewel, deze barrière is wel in mindere mate erkend dan in het verleden. In de toekomst willen de ondervraagde organisaties deze barrière aanpakken door nieuwe software aan te schaffen, updaten van interne software, opstellen van modelleringsafspraken (kennis en vaardigheden) en door (ontwikkelings-)tijd te gunnen. Deze resultaten sluiten aan met wat er in de literatuur gevonden is. In de literatuur staat beschreven dat bij de IFC-standaard nog veel verbeterd kan worden (Jeong et al., 2009). Daarnaast ontstaat verlies van informatie door middel van een IFC-bestandsformaat door incomplete, verschillende of ambitieus gebruik van IFC-eigenschappen, aanduidingen en inhoud (Redmond et al., 2012; Watson, 2011). Het opstellen van modelleringsafspraken om deze barrière volgens de ondervraagde organisaties op te lossen komt overeen met de literatuur waarin staat beschreven dat het opstellen en gebruik maken van protocollen de oplossing kan bieden voor deze barrière (Kivits & Furneaux, 2013). Deze barrière wordt ook bij het subcriterium “data-uitwisseling” in deze paragraaf genoemd en wordt daar uitgebreider toegelicht.

De volgende barrière die in de vragenlijsten veel genoemd is, is het gebrek aan zowel intern als extern kennisniveau bij de samenwerkende partijen. Dit gebrek is ontstaan door de komst van nieuwe software, waarbij nieuwe kennis nodig is om BIM toe te kunnen passen. Verder hebben de ondervraagde organisaties aangegeven dat partijen in een project terugvallen op hun “oude” gewoonte/software, indien partijen niet overweg kunnen met de nieuwe software. Hierdoor moeten diverse partijen extra handelingen verrichten om verder te kunnen werken met een BIM-model.



Echter, deze handelingen worden erkend als tijdrovend waardoor organisaties die wel BIM kunnen toepassen minder gemotiveerd worden, doordat andere partijen BIM niet op een goede manier kunnen toepassen. Deze barrière hebben de organisaties in het verleden geprobeerd op te lossen door middel van 'trial and error'. In de toekomst verwachten de organisaties deze barrière ook op te lossen door middel van tijd gunnen, waarbij door 'trial and error' een voldoende kennisniveau kan worden ontwikkeld om een BIM-model te creëren met een sufficiënt niveau van informatie. Ook hier komen de resultaten uit de vragenlijsten overeen met de literatuur. Uit de literatuur is naar voren gekomen dat er onvoldoende kennis bij het personeel aanwezig is om BIM toe te passen (Ahuja et al., 2009; Aouad et al., 2006; Bryde et al., 2013; Chuck Eastman et al., 2011; Gu & London, 2010; Kivits & Furneaux, 2013; Redmond et al., 2012; Siebelink et al., 2014; Volk et al., 2014). De oplossing voor dit probleem is door trainingen te geven (Gu & London, 2010). Deze oplossing komt niet overeen met de gegevens uit de praktijk. Uit eerder onderzoek (praktijkstudie 1) is naar voren gekomen dat er voldoende trainingen worden gegeven. Echter, er is hierbij wel aangegeven dat het opdoen van voldoende kennis een langdurige en stapsgewijze ontwikkeling is. Hierdoor kan er worden aangenomen dat er voldoende trainingen/educatie aanwezig is, maar dat het nog wel tijd vergt voordat de organisaties beschikken over voldoende kennisniveau. Verder verwachten de ondervraagde organisaties dat deze barrière voornamelijk op te lossen is door 'trial and error', oftewel door tijd te gunnen om kennis en vaardigheden op te doen voor bijvoorbeeld het besturen van een bepaalde software. Daarnaast zouden er BIM-procedures en werkinstructies gedocumenteerd worden, waardoor de gebruikers meer kennis en vaardigheid krijgen om met een bepaald ICT-systeem te werken. Ook zouden de partijen de projecten kunnen evalueren op het gebruik van BIM, waarbij zowel goede als slechte situaties met elkaar gedeeld worden.

De laatste barrière, die uit de resultaten van de vragenlijsten naar voren komt, zijn de onduidelijkheden van verantwoordelijkheden in een BIM-model. Door de ondervraagde organisaties is aangegeven dat het niet (altijd) duidelijk is wie er verantwoordelijk is voor een bepaald gedeelte binnen een BIM-model. Deze barrière kan worden gerelateerd aan de mechanismen: persoonlijke motivatie en kennis en vaardigheden. Aangezien de verantwoordelijkheden van organisaties/personeel niet of in beperkte mate gedocumenteerd staan, kan er worden aangenomen dat de organisaties onvoldoende belang hebben en/of dat de partijen nog niet zover zijn in de kennis en vaardigheid om BIM op een juiste manier toe te passen. De barrière verwachten de ondervraagde organisaties in de toekomst op te lossen door middel van een gezamenlijke standaard werkwijze van modelleren die tussen verschillende partijen is afgestemd en door de verantwoordelijkheden binnen een BIM-model vast te leggen. Ook blijkt uit de literatuur dat er gebrek is aan helderheid van BIM-verantwoordelijkheden (Chuck Eastman et al., 2011; Fikkers et al., 2012; Gu & London, 2010; Redmond et al., 2012; Siebelink et al., 2014). Een oplossing voor deze barrière is het opstellen van verantwoordelijkheidsafspraken in een BIM-model (Azhar et al., 2011). Deze oplossing uit de literatuur sluit aan bij een mogelijke oplossing die de ondervraagde organisaties hebben aangegeven. Door gezamenlijke afspraken op te stellen over de verantwoordelijkheden van partijen binnen een BIM-omgeving, wordt ook duidelijk wie wat moet modelleren en wie waarvoor verantwoordelijk is (kennis en vaardigheden). Hierdoor is het voor alle betrokken partijen in een project duidelijk wat zij moeten doen, waardoor overvloedige informatie niet wordt toegevoegd en waardoor de juiste informatie aan een BIM wordt toegevoegd zodat er geen informatie in een model ontbreekt. Deze afspraken kunnen worden opgesteld door middel van break-out sessies.



2. Subcriterium: objectenstructuur / objectdecompositie

Uit de resultaten van de vragenlijsten is door de meeste organisaties aangegeven dat er een breed gedragen standaard voor de objectenstructuur ontbreekt. Hierbij is er aangegeven dat veel opdrachtgevers (aannemers) een eigen objectenstructuur hanteren, waarbij de partijen die met deze aannemers samenwerken continu extra handelingen moeten verrichten om de objectenstructuur aan te passen. De ondervraagde organisaties verwachten dat dit in de toekomst alleen kan worden opgelost wanneer opdrachtgevers gezamenlijk een breed gedragen standaard voor de objectenstructuur hanteren. In de literatuur wordt aangegeven dat er veel verschillende toepassingen en systemen worden gebruikt door verschillende partijen (Cerovsek, 2011; Grilo & Jardim-Goncalves, 2010; Kivits & Furneaux, 2013). Daarbij heeft elke partij zijn eigen werkprocessen, middelen en doelen (Adriaanse et al., 2010), waarbij iedere partij bezig is met zijn eigen 'BIM-deel' (Fikkers et al., 2012). De barrière uit de vragenlijsten sluit aan bij de literatuur. Net als in de literatuur komt ook uit de resultaten van de vragenlijsten naar voren dat opdrachtgevers een eigen objectenstructuur hanteren en zij dus bezig zijn met hun eigen 'BIM-deel'. Verder blijkt dat ook organisaties in de literatuur behoefte hebben aan een standaard vocabulaire waardoor informatie-uitwisseling tussen verschillende partijen consistent kan worden gewaarborgd (Aouad et al., 2006; Gu & London, 2010; Siebelink et al., 2014). Dit sluit aan bij de oplossing die de ondervraagde organisaties willen voor de barrière om een breed gedragen standaard voor de objectenstructuur in de toekomst te hanteren. Tevens worden de BIM-niveaus van de subcriteria "objectenstructuur en -decompositie" en "objectbibliotheken en -attributen" verhoogd, wanneer deze barrière wordt opgelost. Door een breed gedragen objectenstructuur door de grote opdrachtgevers te gaan hanteren en dit vervolgens door te voeren naar de partners, kunnen de ontwikkelde objectbibliotheken en ook de eigenschappen van objecten beter worden afgestemd tussen diverse partijen. Hierdoor worden interoperabiliteitsproblemen geëlimineerd (Adriaanse et al., 2010).

3. Subcriterium: objectbibliotheken en -attributen

Bij dit subcriterium is uit de resultaten van de vragenlijsten naar voren gekomen dat er een gebrek is aan een eenduidige werkwijze voor de opbouw van objecten en is te relateren aan het mechanisme: handelingsmogelijkheden. Hierdoor kan er niet direct verder gewerkt worden met een BIM en werken bepaalde koppelingen met de objectattributen niet meer, omdat bepaalde informatie ontbreekt. Verder is er wel aangegeven dat de opbouw en het niveau van objectinformatie door de tijd aanzienlijk is verbeterd. Ondanks de verbetering wordt er aangegeven dat een gewenst niveau voor de opbouw van objecten nog niet bereikt is. Deze barrière verwachten de organisaties in de toekomst op te lossen door met diverse partijen/partners om tafel te gaan zitten (bijvoorbeeld door break-out sessies) om op deze manier de objecten af te stemmen en door objecten continu te blijven controleren en aan te passen indien dat gewenst is. In het subcriterium "objectenstructuur / objectdecompositie" is al vermeld dat diverse partijen hun eigen werkprocessen, middelen en doelen hebben (Adriaanse et al., 2010), waarbij verschillende disciplines bezig zijn met hun eigen 'BIM-deel' (Fikkers et al., 2012). Deze gegevens uit de literatuur sluiten aan bij de resultaten uit de vragenlijst, waarbij er behoefte is aan een eenduidige werkwijze voor de opbouw van objecten. Door alle 'BIM-delen' samen te voegen en af te stemmen, kunnen objecten op dezelfde wijze worden opgebouwd waardoor procedurele afspraken helder staan gedocumenteerd. Tevens wordt door het hanteren van dezelfde werkwijze minder ambitieus gebruik gemaakt van IFC-benamingen. Hierdoor is ICT in staat om organisaties beter te ondersteunen bij het importeren en exporteren van IFC-bestandsformaten. Dit heeft als voordeel dat informatie bij de uitwisseling tussen verschillende partijen in mindere mate verloren gaat.



4. Subcriterium: data-uitwisseling

Bij het laatste subcriterium komt uit de resultaten van de vragenlijsten naar voren dat de BIM-modellen te groot zijn, dat er te veel modellen rond worden gestuurd en dat het detailniveau van objecten in de modellen te 'levend' is. Hierdoor worden de hardware systemen overbelast waardoor organisaties worden beperkt in het ICT-gebruik. Eén organisatie heeft aangegeven dat zij deze barrière hebben overwonnen door goede afspraken op te stellen welke betrekking hebben op deze barrière. Hierdoor worden modellen die bijvoorbeeld te groot en te 'levend' zijn niet geaccepteerd, waardoor trage hardware systemen vermeden worden. De andere organisaties verwachten dit probleem op te lossen door met elkaar te blijven communiceren en aan te geven indien er problemen zijn. Verder wordt ook verwacht dat deze barrière zal worden opgelost doordat er ontwikkelingen plaats zullen gaan vinden die deze beperking verbeteren. Ook bij de organisaties, die in de literatuur naar voren komen, is er aangegeven dat er een beperking is bij de uitwisseling van 'grote' modellen. Hierbij ontstaan er softwareproblemen bij een project die te groot wordt, waardoor een programma de hoeveelheid informatie, die gedeeld wordt door middel van een BIM-model, niet aan kan (Bryde et al., 2013; Kivits & Furneaux, 2013; Volk et al., 2014). Door Volk et al. (2014) wordt het uitbesteden van een computerproces aan Cloud servers als een mogelijke oplossing gegeven voor deze barrière om data uit te kunnen wisselen. Echter, is er een (flinke) investering nodig om de capaciteiten van computers uit te besteden aan Cloud servers. De oplossing waarbij afspraken worden gemaakt over de grootte, hoeveelheid en detailniveau van een model is een meer realistische oplossing om de overbelasting van hardware tegen te gaan. Tevens, er is bij de subcriteria "objectenstructuur / objectdecompositie" en "objectenbibliotheken en -attributen" ook naar voren gekomen dat er te weinig is gedocumenteerd en afgestemd. Bij het opstellen van deze subcriteria voor het uitwisselen van informatie op een juiste manier, kan ook de grootte, hoeveelheid en detailniveau van modellen worden meegenomen, waardoor interoperabiliteitsproblemen doorbroken worden (Adriaanse et al., 2010).

De laatste barrière die organisaties momenteel erkennen is dat er een gebrek is bij de interoperabiliteit, waardoor data-uitwisseling tussen partijen niet 'optimaal' is. De ondervraagde organisaties geven aan dat diverse softwarepakketten niet op elkaar aansluiten, waardoor extra inspanningen nodig zijn om data uit te kunnen wisselen tussen diverse softwarepakketten door middel van een IFC-bestandsformaat (handelingsmogelijkheden). Enkele voorbeelden van deze inspanningen zijn het opstellen en afstemmen van extra duidelijke afspraken voor informatie-uitwisseling, en het controleren van uitgewisselde informatie. Dit verwachten de organisaties op te lossen door ontwikkelingstijd te gunnen waarbij softwareleveranciers deze barrière kunnen verbeteren. Het resultaat uit de vragenlijst sluit aan bij de literatuur. In de literatuur wordt aangegeven dat IFC-certificering voor de interoperabiliteit een barrière vormt (Bryde et al., 2013; Siebelink et al., 2014). IFC-schema is breed en flexibel, waardoor er ruimte ontstaat voor softwareleveranciers welke resulteert in ineffectieve informatie-uitwisseling tussen verschillende softwarepakketten (Chuck Eastman et al., 2011). Echter is er wel aangegeven dat IFC de enige kandidaat is om informatie effectief uit te kunnen wisselen via standaarden, maar kan er nog veel verbeterd worden (Jeong et al., 2009). Dus door de softwareontwikkelaars tijd te gunnen om uitwisseling via een IFC-bestandsformaat beter op elkaar af te stemmen, wordt de uitwisseling van informatie met BIM in de toekomst verbeterd. Echter, DVBH en haar partners kunnen de softwareontwikkelaars wel op bepaalde manieren prikkelen om de IFC-bestandsformaten voor het uitwisselen van informatie beter op elkaar af te stemmen.



Conclusie

De barrières, die tijdens de tweede praktijkstudie naar voren zijn gekomen, zijn net als de eerste praktijkstudie voornamelijk te relateren aan de mechanismen: persoonlijke motivatie, kennis en vaardigheden, en handelingsmogelijkheden (figuur 14, § 3.1.5). Ook hier zijn, net als de eerste praktijkstudie, de meeste barrières te relateren aan het mechanisme: handelingsmogelijkheden. Uit deze barrières komt een duidelijke oplossing naar voren, waarbij er behoefte is aan een standaard/protocol voor de uitwisseling van informatie met BIM. In deze standaard moeten modelleringsafspraken voor het gebruik van IFC, breed gedragen objectenstructuur, standaard werkwijze voor de opbouw van objecten en afspraken voor de grootte, hoeveelheid en detailniveau van modellen worden beschreven. Door deze standaard (met inbreng van alle partners) te ontwikkelen, worden de BIM-niveaus, die gemeten zijn in de eerste praktijkstudie, verhoogd en kunnen de meest genoemde barrières worden doorbroken, waardoor informatie-uitwisseling met BIM tussen diverse partijen wordt verbeterd. De barrières, die gerelateerd zijn aan het mechanisme: persoonlijke motivatie, hebben met name betrekking op de tijdsdruk. Zo vallen partijen terug op “oude” gewoonte/software naarmate de tijdsdruk van een bouwproject toeneemt, omdat de kennis en vaardigheid die hiervoor nodig is zich nog niet op een gewenst niveau bevindt (kennis en vaardigheden). Daarnaast hebben softwareontwikkelaars tijd nodig om IFC beter te verwerken en af te stemmen met diverse softwareontwikkelaars, zodat de uitwisseling van informatie met BIM in de toekomst beter kan verlopen.

Het mechanisme: externe motivatie is indirect te relateren aan de barrières die naar voren zijn gekomen uit zowel de interviews als de vragenlijst en zijn daarom niet expliciet genoemd. Alhoewel, dit mechanisme heeft wel invloed op het oplossen van de barrières. Een voorbeeld hiervan is de aanwezigheid van een contract die ervoor kan zorgen dat partijen een bepaalde standaard moeten hanteren. Daarnaast is er externe motivatie vanuit DVBH nodig om de partners van DVBH ook te motiveren om BIM toe te passen.

Uit de barrières is net als de eerste praktijkstudie een duidelijke relatie waar te nemen. Deze relatie bevindt zich met name bij de handelingsmogelijkheden, waarbij documentatie en voornamelijk afstemming tussen partijen de sleutel is om uitwisseling van informatie met BIM tussen DVBH en haar partners te verbeteren. Op basis van deze praktijkstudie blijkt dus dat het nodig is om intensiever tussen DVBH en haar partners samen te werken.

Hieronder zijn de voorgaande gegevens uit praktijkstudie twee samengevat:

Nr.	Barrière	Mechanisme(n)	Oplossing(en)
1.	Het incompleet, verschillend en ambitieus gebruik van softwarepakketten door diverse partijen voor het gebruik van IFC-bestandsformaten.	1. Kennis & vaardigheden; 2. Handelingsmogelijkheden.	1. Het gunnen van ontwikkelingstijd voor ‘trial and error’. 2. Het opstellen van afspraken voor het gebruik van IFC-bestandsformaten in de BIM-procedures en -werkinstructies; 3. Selectiecriteria partners.
2.	Het terugvallen naar “oude” gewoonte naarmate de tijdsdruk toeneemt.	1. Persoonlijke motivatie.	1. Het gunnen van ontwikkelingstijd voor ‘trial and error’; 2. Het opstellen van werkinstructies, zodat partijen weten hoe ICT gebruikt moet worden. 3. Het evalueren van projecten, waarbij zowel goede als slechte situaties met elkaar worden gedeeld.



3.	Het gebrek aan duidelijkheden in de verantwoordelijkheden van diverse partijen.	1. Persoonlijke motivatie; 2. Kennis & vaardigheden.	1. Het opstellen van afspraken over de BIM-taken en -verantwoordelijkheden binnen een bouwproject door middel van break-out sessies.
4.	Het ontbreken van een breed gedragen objectenstructuur.	1. Handelingsmogelijkheden	1. Het hanteren van een breed gedragen objectenstructuur door de grote opdrachtgevers.
5.	Het gebrek aan een standaard werkwijze voor de opbouw van objecten.	1. Kennis & vaardigheden; 2. Handelingsmogelijkheden; 3. Externe motivatie.	1. Het samenvoegen en afstemmen van verschillende 'BIM-delen' (werkwijzen).
6.	Overbelasting van hardware/software door de grootte, hoeveelheid en detailniveau van modellen.	1. Handelingsmogelijkheden.	1. Gebruik maken van Cloud servers; 2. Het opstellen van afspraken over de grootte, hoeveelheid in detailniveau van modellen in BIM-procedures en -werkinstructies.
7.	Informatieverlies bij het importeren en exporteren van IFC-bestandsformaten tussen diverse softwareontwikkelaars.	1. Handelingsmogelijkheden.	1. Aanschaf van nieuwe software; 2. Het updaten van bestaande software; 3. Het opstellen van modelleringsafspraken; 4. Het gunnen van ontwikkelingstijd.

In de volgende paragraaf worden voorwaarden opgesteld om de barrières te doorbreken waardoor informatie-uitwisseling met BIM tussen diverse partijen wordt verbeterd.



4. Oplossingen

In dit hoofdstuk worden voorwaarden opgesteld die een antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag:

Welke voorwaarden moet Dura Vermeer Bouw Hengelo opstellen om informatie-uitwisseling door het gebruik van BIM met partners te kunnen verbeteren?

Voordat er definitieve voorwaarden worden opgesteld om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden, worden in paragraaf 4.1 de barrières, die tijdens het onderzoek naar voren zijn gekomen, aan elkaar gerelateerd. Tevens worden in deze paragraaf (conceptuele) oplossingen beschreven om de gerelateerde barrières op te lossen. In paragraaf 4.2 worden de uiteindelijke definitieve voorwaarden opgesteld om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden.

4.1 Relatie tussen de barrières

Allereerst worden de barrières uit beide praktijkstudies met elkaar vergeleken en gecombineerd om één aanpak op te kunnen stellen om informatie-uitwisseling met BIM bij DVBH en haar partners te verbeteren. In tabel 10 zijn de barrières uit beide praktijkstudies in een overzicht weergegeven. De barrières, die in relatie staan met of dezelfde betekenis hebben dan de voorgaande genoemde barrière(s), zijn middels een nummer in de laatste kolom weergegeven.

Tabel 10: overzicht barrières van praktijkstudie één en twee

Nr.	Barrières praktijkstudie één (algemene scan)	Gekoppeld met:
1.	Het ontbreken van een gezamenlijke BIM-visie en -doelstellingen, waardoor samenwerking wordt beperkt.	-
2.	Het gebrek aan (helder) gedocumenteerde en afgestemde BIM-taken en -verantwoordelijkheden, zodat partijen weten wie welke taken heeft.	-
3.	Het gebrek aan (helder) gedocumenteerde en afgestemde BIM-processen en -werk-instructies, zodat partijen weten hoe zij moeten werken.	-
4.	Het gebrek aan onderling vertrouwen.	1/2
5.	Overbelasting van hardware/software.	3
6.	Het incompleet, verschillend en ambitieus gebruik van softwarepakketten door diverse partijen voor het gebruik van IFC-bestandsformaten.	3
7.	Informatieverlies bij het importeren en exporteren van IFC-bestandsformaten tussen diverse softwareontwikkelaars.	-
8.	Het ontbreken van een breed gedragen objectenstructuur.	-
9.	Het ontbreken van afspraken voor het gebruik van een documentmanagementsysteem.	3
Nr.	Barrières praktijkstudie twee (diepgaande scan)	Gekoppeld met:
10.	Het incompleet, verschillend en ambitieus gebruik van softwarepakketten door diverse partijen voor het gebruik van IFC-bestandsformaten.	3/6
11.	Het terugvallen naar "oude" gewoonte naarmate de tijdsdruk toeneemt.	-
12.	Het gebrek aan duidelijkheden in de verantwoordelijkheden van diverse partijen.	2
13.	Het ontbreken van een breed gedragen objectenstructuur.	8
14.	Het gebrek aan een standaard werkwijze voor de opbouw van objecten.	3
15.	Overbelasting van hardware/software door de grootte, hoeveelheid en detailniveau van modellen.	3/5
16.	Informatieverlies bij het importeren en exporteren van IFC-bestandsformaten tussen diverse softwareontwikkelaars.	7



De barrières, die geen relatie hebben met de voorgaande barrières, worden in dit onderzoek als (hoofd) barrière benoemd. Door de (hoofd) barrière op te lossen kan het zijn dat de andere barrière(s), die in relatie staan tot de (hoofd) barrière, indirect worden opgelost. Verder is in tabel 10 af te lezen dat uit de eerste en tweede praktijkstudie dezelfde barrières naar voren zijn gekomen. Deze barrières worden daarom niet apart benoemd.

BIM-visie en -doelstellingen

Te beginnen met de eerste barrière: het gebrek aan een gezamenlijke BIM-visie en -doelstellingen, waardoor samenwerking in een BIM-omgeving wordt beperkt. Deze barrière is uit de BIM-volwassenheid metingen naar voren gekomen. Uit de metingen is naar voren gekomen dat de meeste geïnterviewde organisaties geen of in beperkte mate de BIM-visie en -doelstellingen hebben gedocumenteerd en waarbij de afstemming met externe partijen ontbreekt. Coates et al. (2010) geven aan dat een BIM-visie en -doelstellingen beschreven moeten zijn, voordat BIM in de organisatie toegepast kan worden. Tevens kan uit het mechanisme: persoonlijke motivatie van Adriaanse et al. (2010) worden herleid dat de organisaties, die geen BIM-visie of -doelstellingen hebben geformuleerd, ook geen voordelen zien in BIM. Hierdoor stoppen partijen geen tijd in BIM om de BIM-visie en -doelstellingen te formuleren.

Door de BIM-visie en -doelstellingen bij de partijen te formuleren, die dit nog niet gedocumenteerd hebben, kunnen deze BIM-visie(s) en -doelstellingen van alle partijen worden afgestemd. Door gezamenlijke BIM-visie(s) en -doelstellingen op te stellen, ontstaat er één richtlijn. Hierdoor kan er beter worden samengewerkt en kunnen elkaars capaciteiten worden gebruikt om de belangen van diverse partijen te verwezenlijken. Daarbij kunnen partijen, die geen voordelen in BIM zien, alsnog worden geprikkeld (door middel van verwezenlijken van de belangen) om proactief bezig te zijn met BIM. Doordat de partijen beter samenwerken en proactief zijn, wordt informatie-uitwisseling met BIM tussen partijen ook verbeterd.

BIM-taken en -verantwoordelijkheden

Net als de BIM-visie en -doelstellingen, zijn ook de BIM-taken en -verantwoordelijkheden niet of in beperkte mate gedocumenteerd bij de geïnterviewde organisaties. Deze beperkte mate van documenteren en dus gebrek aan helderheid in BIM-taken en verantwoordelijkheden is niet alleen bij de geïnterviewde organisaties naar voren gekomen. Ook bij organisaties uit diverse onderzoeken is naar voren gekomen dat er gebrek is aan helderheid bij de BIM-taken en -verantwoordelijkheden (Azhar et al., 2011; Chuck Eastman et al., 2011; Fickers et al., 2012; Gu & London, 2010; Redmond et al., 2012; Siebelink et al., 2014). Deze beperkte mate van documenteren kan net als de BIM-visie en -doelstellingen worden geclassificeerd onder het mechanisme: persoonlijke motivatie. De voordelen van BIM worden bij enkele organisaties niet gezien, waardoor de organisaties geen tijd stoppen in het documenteren van de BIM-taken en -verantwoordelijkheden. Echter, er is in de literatuur wel aangegeven dat de BIM-taken en -verantwoordelijkheden moeten worden opgesteld voordat BIM binnen een organisatie geïmplementeerd kan worden (Coates et al., 2010; Gu & London, 2010).

Door de BIM-taken en -verantwoordelijkheden te beschrijven en af te stemmen met externe partners wordt het gebrek aan helderheid opgelost. Door helderheid te krijgen in de BIM-taken en -verantwoordelijkheden neemt het vertrouwen binnen een BIM-omgeving toe, omdat de organisaties weten waarvoor zij aansprakelijk kunnen worden gesteld.



BIM-procedures en -werkinstructies

Net als de voorgaande barrières is ook de documentatie en afstemming van de BIM-procedures en werkinstructies niet of in beperkte mate aanwezig. Verschillende organisaties zijn met hun eigen 'BIM-deel' bezig (Fikkers et al., 2012), waardoor de samenhang tussen verschillende partijen ontbreekt. Hierdoor worden partijen beperkt in het gebruik van ICT en weten partijen niet van elkaar hoe er gecommuniceerd moet worden. Ook kan bij deze barrière kan worden aangegeven dat de persoonlijke motivatie ontbreekt, waardoor er geen/weinig tijd wordt geïnvesteerd om BIM-procedures en werkinstructies op te stellen en vervolgens af te stemmen. Verder is in de literatuur aangegeven dat BIM-procedures en -werkinstructies aanwezig moeten zijn voordat BIM in een project toegepast kan worden.

Het gebrek aan BIM-procedures en -werkinstructies kent de meeste relaties met andere barrières die uit dit onderzoek zijn gekomen. Zo wordt door het gebrek aan BIM-procedures en -werkinstructies, incompleet, verschillend en ambitieus omgegaan met softwarepakketten om informatie door middel van IFC-bestandsformaten uit te wisselen. Verder zijn er geen werkinstructies opgesteld en afgestemd, zodat er een standaard werkwijze ontstaat voor de opbouw van objecten in een BIM. Hierdoor raken hardware/software overbelast, omdat de grootte, hoeveelheid en detailniveau van modellen niet staan beschreven in BIM-procedures. Door deze barrières mee te nemen bij het opstellen en afstemmen in de BIM-procedures en -werkinstructies, beschikt bijvoorbeeld een BIM-model over een sufficiënt niveau van informatie of wordt een model die te groot is niet geaccepteerd. De literatuur geeft aan dat de barrière: grootte modellen, hoeveelheid en detailniveau van modellen verholpen kan worden door gebruik te maken van Cloud servers (Volk et al., 2014). Aangezien het opstellen van afspraken voor de grootte van modellen geen/minder investering vergt ten opzichte van het gebruik maken van Cloud servers, is het aannemelijk dat het opstellen van afspraken de oplossing is voor deze barrière. Daarnaast ontbreken er ook afspraken voor het gebruik van het documentmanagementsysteem, waardoor informatie niet op een structurele wijze wordt opgeslagen. Door de barrières mee te nemen in de (gezamenlijke) BIM-procedures en -werkinstructies, worden partijen minder beperkt in het gebruik van ICT waardoor het samenwerken en dus ook de uitwisseling van de juiste informatie met BIM tussen verschillende partijen wordt verbeterd.

Het gebruik van IFC door softwareontwikkelaars

Een barrière is dat informatieverlies plaatsvindt door het gebruik van IFC tussen verschillende softwarepakketten van verschillende softwareontwikkelaars. Deze barrière ontstaat doordat er in beperkte mate BIM-procedures en -werkinstructies zijn gedocumenteerd en afgestemd, maar ook doordat softwareontwikkelaars ruimte hebben bij het implementeren van IFC-import/export in zijn softwarepakket. Deze barrière is te relateren met het mechanisme: handelingsmogelijkheden. Door de beperking bij het gebruik van IFC tussen verschillende softwareontwikkelaars worden de partijen beperkt in hun handelingsmogelijkheden om informatie uit te wisselen. Een mogelijke oplossing voor deze barrière is dat iedere partij dezelfde softwareontwikkelaar gaat gebruiken. Echter, er is hiervoor een flinke investering nodig voor zowel de aanschaf van software als voor het aanpassen van werkwijzen binnen een organisatie. Deze oplossing is daarom onrealistisch. Hierdoor ligt de enige oplossing bij de softwareontwikkelaars, waarbij ze samen moeten werken om uitwisseling van informatie via een IFC te verbeteren. Hiervoor hebben de softwareontwikkelaars wel ontwikkelingstijd nodig.



Het ontbreken van een breed gedragen objectenstructuur

Tijdens beide praktijkstudies is de barrière naar voren gekomen, waarbij diverse objectenstructuren worden gehanteerd door verschillende opdrachtgevers (hoofdaannemers). Niet alleen de partners van een opdrachtgever erkennen deze barrière, maar ook de opdrachtgever (DVBH). Ook in de literatuur is de behoefte voor een standaard vocabulaire door verschillende partijen beschreven. Door deze diversiteit aan objectenstructuren moeten partijen, die samenwerken met een opdrachtgever, continu de structuren van objecten aanpassen. Door hiervoor een standaard te ontwikkelen wordt de consistentie van informatie-uitwisseling tussen verschillende partijen gewaarborgd. Deze standaard moet bouwsector breed worden, waardoor alle partijen in de bouwsector dezelfde objectenstructuur kunnen hanteren. Verder houden de samenwerkende partijen van een opdrachtgever er tijdswinst aan over. Deze tijdswinst kunnen ze vervolgens benutten om barrières aan te pakken of om efficiënter te werken om eventuele fouten in de toekomst te vermijden.

Het terugvallen naar “oude” gewoonte

Partijen vallen terug op “oude” gewoonte/software naarmate de tijdsdruk van een project toeneemt. Dit heeft een relatie met het mechanisme: persoonlijke motivatie. Naarmate de tijd in een project doortikt en partijen onvoldoende kennis hebben kunnen opbouwen van het “nieuwe” software om BIM toe te passen, vallen de partijen terug op oude gewoontes. Hierdoor worden partijen, die wel genoeg kennis in huis hebben, gedemotiveerd om wel BIM toe te passen. Daarnaast is uit de interviews naar voren gekomen dat er voldoende trainingen worden gegeven bij DVBH en haar partners, maar dat het proces te lang duurt om voldoende kennisniveau te krijgen. Hierdoor ligt de oplossing om deze barrière te doorbreken bij het gunnen van tijd om te kunnen ontwikkelen. Deze ontwikkeling voor het verhogen van het kennisniveau kan gedaan worden door ‘trial and error’ of door partijen erop te attenderen wanneer ze terugvallen in oude gewoontes. Daarnaast kan het opstellen van gezamenlijke procedures en werkinstructies helpen om het kennisniveau van bepaalde organisaties te verbeteren, waardoor partijen minder snel terugvallen in oude gewoontes.

4.1.1 Suggesties

Naast de barrières en oplossingen in de vorige paragraaf, is in de vragenlijst ook aan de ondervraagde organisaties gevraagd welke voorwaarden (suggesties) zij zouden willen opstellen om informatie-uitwisseling met BIM te bevorderen. Hieruit zijn de volgende vier suggesties naar voren gekomen:

1. De samenwerking en afstemming tussen verschillende partijen bevorderen door middel van break-out sessies (een relatief korte sessie waarin een kleine groep deelnemers een specifiek onderwerp/aspect bespreken);
2. Het hanteren van een breed gedragen standaard;
3. Het gebruik maken van (zelf) ontwikkelde tools/bibliotheken;
4. Een BIM-model op voldoende detailniveau laten uitwerken.

De eerste suggestie sluit aan bij de volgende barrières: beperkte documentatie en afstemming in de BIM-visie en -taken, de BIM-taken en -verantwoordelijkheden, de procedures en werkinstructies en het ontbreken van een breed gedragen objectenstructuur. In al deze genoemde barrières komt dezelfde oorzaak naar voren, waarbij aangegeven wordt dat er geen afstemming met diverse partijen aanwezig is. Dit sluit aan bij de literatuur waarbij aangegeven wordt dat iedere partij met zijn eigen ‘BIM-deel’ bezig is (Fikkers et al., 2012). Door alle ‘BIM-delen’ van verschillende partijen met elkaar te integreren is er samenwerking en afstemming nodig, waardoor informatie in een gezamenlijk



model beter (her-)gebruikt kan worden. Daarnaast is er nog door één organisatie aangegeven dat het verstandiger is om de partners eerder bij een BIM-project te betrekken. Hierdoor kunnen eerder afspraken gemaakt worden over hoe informatie-uitwisseling plaats moet vinden. Het kan zijn dat de uitwisseling van informatie tussen twee partijen ook door een ander bestandsformaat plaats kan vinden. Dit resulteert volgens de organisatie in minder kans op data-verlies dan dat er een IFC-bestandsformaat gebruikt wordt om informatie uit te wisselen.

De tweede suggestie komt overeen met de barrière: het ontbreken van een breed gedragen objectenstructuur. In de tweede praktijkstudie is door meerdere ondervraagde organisaties aangegeven dat er behoefte is aan een breed gedragen objectenstructuur. Deze organisaties hebben aangegeven dat veel opdrachtgevers gebruik maken van diverse objectenstructuren waardoor bijvoorbeeld een toeleverancier de objectenstructuur moet wijzigen bij elke opdrachtgever. Hierdoor moeten extra handelingen worden verricht welke zowel kosten in tijd en geld met zich meebrengen. Door een breed gedragen standaard binnen de bouwsector te hanteren, kunnen partijen zich bezighouden met bijvoorbeeld het oplossen van andere barrières.

Het gebruik maken van zelf ontwikkelde tools / bibliotheken wordt ook aangegeven als een mogelijke voorwaarde om informatie-uitwisseling met BIM te verbeteren. Deze voorwaarde sluit aan bij de oplossing voor de barrière die zich bevindt in de procedures en werkinstructies. Uit de interviews en vragenlijst is naar voren gekomen dat een model beschikt over onvoldoende informatie om hiermee verder te kunnen werken. Hierbij heeft een organisatie aangegeven dat de tools en bibliotheken bij veel organisaties wel aanwezig zijn, maar dat er nog te weinig gebruik gemaakt wordt door de opdrachtgevers (aannemers). Als de opdrachtgevers gebruik maken van de ontwikkelde tools en bibliotheken kost het bijvoorbeeld voor een toeleverancier minder handelingen om met een model verder te kunnen werken voor de productie van de objecten.

De laatste suggestie sluit ook aan bij de barrière die zich bevindt in de procedures en werkinstructies. Door een BIM-model tot op een gewenst detailniveau uit te laten werken, moet er afstemming plaatsvinden om elk object in een model te voorzien van de juiste informatie. Daarnaast is het van belang dat een model niet te groot wordt of dat het detailniveau van een object te 'levend' is, waardoor de software/hardware traag wordt. Door goede afspraken te maken kan deze barrière opgelost worden.



4.2 Definitieve voorwaarden

In deze paragraaf worden zowel de (conceptuele) oplossingen voor de barrières als de voorgestelde oplossingen omgezet in voorwaarden om informatie-uitwisseling met BIM tussen DVBH en zijn partners te verbeteren. De opgestelde voorwaarden kunnen in volgorde worden geïmplementeerd. Het is aan te raden om eerste de BIM-visie en -doelstellingen te documenteren en met elkaar afstemmen. Hierdoor bevinden de samenwerkende partijen zich op één lijn, waardoor de volgende voorwaarden beter en gezamenlijk kunnen worden toegepast. Vervolgens kunnen voorwaarden twee, drie en vier tegelijkertijd worden toegepast. Voorwaarde vijf kan op elk moment worden toegepast, omdat het namelijk bouwsector breed is en is voorwaarde zes een algemene voorwaarde om informatie-uitwisseling met BIM tussen DVBH en haar partners in de toekomst te verbeteren. De definitieve voorwaarden zijn als volgt:

1. *Het documenteren en afstemmen van de **BIM-visie en -doelstellingen** door alle betrokken partijen.*

Uit de resultaten van de interviews is naar voren gekomen dat de geïnterviewde organisaties geen of in beperkte mate een BIM-visie en -doelstellingen hebben geformuleerd. Daarbij zijn de geformuleerde BIM-visie(s) en -doelstellingen niet afgestemd met externe partijen. Een strategie is nodig, voordat BIM in een organisatie geïmplementeerd kan worden. Door de BIM-visie en -doelstellingen bij de organisaties te formuleren, creëren de organisaties een richtlijn voor bijvoorbeeld waarom en hoe ze BIM willen gebruiken. Hierdoor wordt de basis gelegd, zodat BIM met een doel kan worden toegepast. Verder kan er worden aangenomen dat organisaties, die geen BIM-visie en -doelstellingen hebben geformuleerd, ook de voordelen van BIM niet zien waardoor de motivatie om BIM toe te passen afneemt. Door de belangen/doelstellingen van deze organisaties af te stemmen met de BIM-visie en -doelstellingen met andere betrokken organisaties, wordt er één richtlijn gecreëerd. Hierdoor werken partijen samen om nieuwe toepassingen te kunnen implementeren. Tevens worden de organisaties, die geen BIM-visie en -doelstellingen hebben gecreëerd, alsnog geprikkeld om gemotiveerd te zijn om BIM proactief toe te passen.

Dit resulteert in een betere samenwerking tussen partijen tijdens een project, dat vervolgens ook ten goede komt aan een betere uitwisseling van informatie met BIM.

Deze voorwaarde kan worden toegepast door in het contract vast te leggen dat de partners van DVBH moeten bezitten over een BIM-visie en -doelstellingen. Deze kunnen vervolgens worden afgestemd door middel van break-out sessies, zodat er één richtlijn kan worden gecreëerd om de belangen van de organisaties te verwezenlijken.

2. *Het documenteren en afstemmen van de **BIM-taken en -verantwoordelijkheden** door alle betrokken partijen.*

Nadat de basis is gelegd door middel van het vastleggen van een gezamenlijke BIM-visie en doelstellingen, moeten de organisaties ook BIM-taken en -verantwoordelijkheden zowel intern als tijdens een project worden vastgelegd en afgestemd. Momenteel is er gebrek aan helderheid in de BIM-taken en -verantwoordelijkheden. Door de BIM-taken en -verantwoordelijkheden vast te leggen, komt er helderheid in wie welke taken moet uitvoeren en wie er aansprakelijk is binnen een BIM-omgeving. Hierdoor wordt alle benodigde informatie aan een BIM-model toegevoegd, omdat iedere partij weet wat hij moet doen en waarvoor hij aansprakelijk kan worden gesteld.



Deze voorwaarde kan worden toegepast door in het arbeidscontract of in het partnerovereenkomst/contract, voordat een project start de BIM-taken en -verantwoordelijkheden, vast te leggen en af te stemmen middels break-out sessies. Als basis voor het opstellen van taken en verantwoordelijkheden, kunnen de traditionele werkzaamheden erbij naast gehouden worden om uiteindelijk tot (gezamenlijke) BIM-taken en -verantwoordelijkheden te komen. Tevens is het verstandig om in het contract mee te nemen dat bedrijfsgevoelige informatie alleen bij het desbetreffende bedrijf hoort en niet mag worden gebruikt door derden. Hierdoor kunnen deze organisaties ook informatie toevoegen die zij normaliter niet zouden toevoegen, omdat het dan gekopieerd kan worden. Hierdoor kan het gebrek aan de juiste informatie voor uitwisseling tussen partijen worden voorkomen.

3. *Het documenteren en afstemmen van de **BIM-procedures** en **-werkinstructies** door alle betrokken organisaties.*

Deze voorwaarde kan gelijk met de tweede definitieve voorwaarde worden toegepast. Echter, deze voorwaarde vergt veel tijd om de BIM-procedures en -werkinstructies tussen verschillende partijen met elkaar af te stemmen middels (veel) break-out sessies. Uit de interviews is naar voren gekomen dat de BIM-procedures en -werkinstructies bij organisaties niet of in beperkte mate zijn opgesteld. Daarnaast is in de literatuur beschreven dat net als de BIM-visie en -doelstellingen en BIM-taken en -verantwoordelijkheden ook de BIM-procedures en -werkinstructies gedocumenteerd en afgestemd moeten zijn voordat BIM in de praktijk kan worden toegepast. Door de BIM-procedures en -werkinstructies te documenteren en vervolgens af te stemmen is het voor de betrokken partijen duidelijk hoe er gewerkt moet worden met BIM. Dit zorgt bijvoorbeeld voor betere BIM-modellen en geschikte informatie aan objecten, waardoor extra handelingen om een model op een sufficiënt (detail-)niveau te brengen kan worden voorkomen. Daarbij is het verstandig om de BIM-procedures en werkinstructies ook te waarborgen in toekomstige projecten, waardoor partijen beschikken over gewenst BIM-niveau. Tevens kunnen de volgende sub-voorwaarden worden meegenomen bij het opstellen en afstemmen van de BIM-procedures en -werkinstructies:

a. *Het opstellen van gezamenlijke afspraken over de grootte, hoeveelheden en detailniveau van modellen.*

Uit de resultaten van de vragenlijst is naar voren gekomen dat er behoefte is aan afspraken /protocollen om informatie-uitwisseling met BIM te bevorderen. Een barrière die meerdere keren aangegeven is door verschillende partijen, is dat de aangeleverde modellen vaak te groot, te veel en te 'levend' zijn. Hierdoor ontstaan er problemen in de snelheid van software/hardware systemen doordat te grote, te veel en te 'levende' modellen moeten worden ingeladen om met die aanwezige informatie verder te kunnen werken. Om dit probleem in de toekomst te voorkomen moet deze sub-voorwaarde worden meegenomen bij het opstellen en afstemmen van de BIM-procedures en -werkinstructies. Hierin moeten gezamenlijke afspraken worden beschreven over de grootte, hoeveelheden en detailniveau van modellen. Deze afspraken kunnen opgesteld worden door middel van break-out sessies.



- b. *Het opstellen van werkinstructies door DVBH voor het gebruik van het documentmanagementsysteem.*

Tijdens de interviews is er aangegeven dat het documentmanagementsysteem op een verkeerde manier wordt gebruikt. Hierbij is aangegeven dat er behoefte is aan een werkinstructie voor het documentmanagementsysteem die door alle partijen gehanteerd moet worden. Het systeem raakt momenteel continu overbelast doordat er te veel overbodige informatie op wordt gezet. Hierdoor worden diverse organisaties beperkt in het ICT-gebruik. Verder hebben diverse partijen aangegeven dat de opdrachtgever (aannemer) oftewel DVBH een werkinstructie moet gaan opstellen, omdat zij de partij zijn die het systeem faciliteren en beheren. Door een werkinstructie voor het documentmanagementsysteem mee te nemen in de (algemene) BIM-werkinstructies, kan het documentmanagementsysteem gestructureerd blijven en raakt het systeem minder overbelast.

Door vast te leggen dat DVBH en haar partners dezelfde BIM-procedures en -werkinstructies moeten hanteren, kunnen bijvoorbeeld desorganisatie in documentmanagementsysteem of de overbelasting van hardware/software in de toekomst worden voorkomen. Ook kunnen de meeste barrières uit paragraaf 4.1 worden voorkomen door (gezamenlijke) BIM-procedures en -werkinstructies op te stellen.

4. *Het afstemmen van **objectattributen** tussen diverse partners.*

Uit dit onderzoek en in de literatuur is naar voren gekomen dat diverse partijen bezig zijn met hun eigen werkprocessen, middelen en doelen. Ook bij de objectattributen is dit het geval. Door de ondervraagde organisaties is aangegeven dat er gebrek is aan een werkwijze voor de opbouw van objecten. Hierdoor bevatten objecten niet de juiste informatie, waardoor partijen niet direct verder kunnen werken met de informatie in de modellen die door anderen worden aangeleverd. De organisaties hebben aangegeven dat dit opgelost kan worden door meer samen te werken en werkwijzen op elkaar af te stemmen. Hierdoor beschikt een BIM-model over een gewenst niveau van informatie om mee verder te kunnen werken. Ook door DVBH is, voordat het onderzoek begon, aangegeven dat er meer inzicht moet komen in de informatie die binnen partijen nodig zijn om met een BIM verder te kunnen werken. Hiervoor is aan de hand van de NEN-ISO 16739 (ISO voor de uitwisseling van informatie met BIM) een template opgesteld (§ 3.2.2) om een overzicht te krijgen van de objecten en de objectattributen die de ondervraagde organisaties nodig hebben om met een model verder te kunnen werken. Het is aan te raden om deze voorwaarde mee te nemen in het contract, waarbij de partijen zelf moeten aangeven welke informatie benodigd is om met een model verder te kunnen werken. Hiervoor kan het opgestelde template worden gebruikt om inzichtelijk te krijgen wie welke informatie nodig heeft. Door middel van deze template kunnen objectattributen tussen diverse partijen afgestemd worden.

5. *Het afstemmen en hanteren van een **breed gedragen objectenstructuur** binnen de bouwsector.*

Uit de resultaten van zowel de interviews als de vragenlijst is naar voren gekomen dat er een grote behoefte is aan een eenduidige objectenstructuur binnen de bouwsector. Hierbij is er aangegeven dat diverse objectenstructuren worden gehanteerd door verschillende opdrachtgevers/aannemers. Door een breed gedragen objectenstructuur binnen de



bouwsector te gaan hanteren, hoeven bijvoorbeeld de toeleveranciers niet continu de objectenstructuur aan te passen wat vervolgens resulteert in winst in zowel tijd als kosten.

Deze voorwaarde kan worden toegepast door met alle (grote) bouwers om tafel te gaan om op deze manier een breed gedragen objectenstructuur binnen de bouwsector af te stemmen. Aangezien iedere (grote) bouwer zijn objectenstructuur het beste vindt, is het aan te raden om een onafhankelijke partij (bemiddelaar), zoals buildingSMART hiervoor in te schakelen om een sessie te organiseren, waarbij alle partijen hun eigen inbreng kunnen doen. Aan de hand van die gegevens kunnen zij gezamenlijk tot een breed gedragen objectenstructuur komen die vervolgens gehanteerd moet worden.

6. *Het gunnen van (ontwikkelings-)tijd.*

Naast alle voorwaarden die partijen zelf in de hand hebben is er één voorwaarde die partijen in de bouw niet direct in eigen hand hebben, maar die wel veel genoemd is als oplossing/voorwaarde om informatie-uitwisseling met BIM in de toekomst te verbeteren. Deze voorwaarde is het gunnen van (ontwikkelings-)tijd voor bijvoorbeeld 'trial and error', voor softwareleveranciers of voor het evalueren van projecten, waarbij zowel goede als slechte situaties tussen de samenwerkende partijen worden gedeeld. Door met een bepaalde software aan de slag te gaan, door te leren van de gemaakte fouten en door de problemen in de software te melden aan de softwareleveranciers, kunnen diverse beperkingen zoals beperkingen bij het uitwisselen van informatie via IFC-bestandsformaat worden opgelost. Echter, deze oplossing vergt wel geduld en tijd. Door de tijd heen zal er nieuwe software ontstaan en zal de huidige software worden verbeterd, waardoor de uitwisseling van informatie met BIM in de toekomst wordt verbeterd. Alhoewel, partijen kunnen wel de ontwikkelingstijd bevorderen door bijvoorbeeld extra in BIM te investeren.

Ook zouden de partijen de projecten kunnen evalueren op het gebruik van BIM, waarbij zowel goede als slechte situaties met elkaar gedeeld worden.

Uit de voorgaande definitieve voorwaarden kan er een algemene conclusie worden getrokken. Uit dit onderzoek is gebleken dat organisaties te veel bezig zijn met hun eigen 'BIM-deel' en dat er niets tot weinig wordt samengewerkt/afgestemd met de betrokken partijen. Door meer afstemming te creëren, door bijvoorbeeld break-out sessies te houden, kan informatie-uitwisseling met BIM worden verbeterd. Deze algemene conclusie sluit aan bij de gegevens uit de literatuur waarbij is aangegeven dat partijen zich focussen op hun eigen werkprocessen, middelen en doelen en dat dit nog niet is afgestemd met samenwerkende partijen. Door de werkwijzen of hun eigen 'BIM-deel' af te stemmen met diverse partijen/partners, wordt er eenheid gecreëerd. Hierdoor kunnen organisaties in de toekomst beter samenwerken wat ten goede komt aan de uitwisseling van informatie met BIM.



5. Conclusie & Discussie

Dit hoofdstuk vormt het slot van dit afstudeeronderzoek. Hierin zijn achtereenvolgens de conclusies, aanbevelingen, discussie en suggesties voor vervolgonderzoek beschreven.

5.1 Conclusie

In dit onderzoeksrapport is onderzoek gedaan naar de informatie-uitwisseling met BIM tussen verschillende partners bij DVBH. De centrale probleemstelling van dit onderzoek is:

Op dit moment wordt door verschillende partijen onvoldoende informatie aan het BIM-model geleverd, waardoor partijen niet direct verder kunnen werken met de informatie in het model.

Het onderzoek kent twee doelen. Het eerste doel van het onderzoek is zowel het inzichtelijk maken van BIM-niveaus van de partners van DVBH als de problemen die optreden bij de informatie-uitwisseling met BIM. Het tweede doel van het onderzoek is om voorwaarden op te stellen om informatie-uitwisseling met BIM in de toekomst te verbeteren.

Om het eerste doel van het onderzoek te behalen, is er gebruik gemaakt van het BIM-volwassenheidsmodel van Siebelink et al. (2014). Aan de hand van een interview, die behoorde bij het model, konden de BIM-volwassenheidsniveaus van DVBH en haar partners inzichtelijk worden gemaakt. Deze BIM-volwassenheidsniveaus zijn in bijlage 7 weergegeven. Tevens zijn de gewenste BIM-niveaus door DVBH opgesteld om voor DVBH en haar partners inzichtelijk te krijgen welk subcriterium zich onder het gewenste niveau bevindt om informatie-uitwisseling met BIM te verbeteren. Uit de BIM-volwassenheidsniveaus is het opmerkelijk dat drie relevante subcriteria onder de maat hebben gescoord. Deze subcriteria hebben betrekking op het documenteren en afstemmen van BIM-visie en -doelstellingen, BIM-taken en -verantwoordelijkheden, en BIM-procedures en -werkinstructies. Het is opvallend dat deze subcriteria niet of in beperkte mate gedocumenteerd en afgestemd zijn, aangezien de bestudeerde literatuur aanbeveelt eerst de basis te leggen door middel van deze drie subcriteria voordat BIM toegepast kan worden.

Om het tweede doel van het onderzoek te onderzoeken, is er gebruik gemaakt van de gegevens uit de BIM-volwassenheidsmetingen en is er een vragenlijst opgesteld om de barrières en oplossingen voor BIM op vier verschillende criteria inzichtelijk te maken. Na het analyseren van de verkregen gegevens met de theorie, zijn er uiteindelijk een zestal voorwaarden en twee sub-voorwaarden opgesteld om de hoofdvraag te beantwoorden. De hoofdvraag van het onderzoek luidt als volgt:

Welke voorwaarden moet Dura Vermeer Bouw Hengelo opstellen om informatie-uitwisseling door het gebruik van BIM met partners te kunnen verbeteren?

De uiteindelijke voorwaarden en sub-voorwaarden om de hoofdvraag te beantwoorden zijn als volgt geformuleerd:

1. Het documenteren en afstemmen van de BIM-visie en -doelstellingen door alle betrokken partijen;
2. Het documenteren en afstemmen van de BIM-taken en -verantwoordelijkheden door alle betrokken partijen;
3. Het documenteren en afstemmen van de BIM-procedures en -werkinstructies door alle betrokken partijen;
 - a. Het opstellen van gezamenlijke afspraken over de grootte, hoeveelheden en detailniveau van modellen;
 - b. Het opstellen van werkinstructies door DVBH voor het gebruik van het documentmanagementsysteem.



4. Het afstemmen van objectattributen tussen diverse partners;
5. Het afstemmen en hanteren van een breed gedragen objectenstructuur binnen de bouwsector;
6. Het gunnen van (ontwikkelings-)tijd.

Conclusie doelstellingen:

De BIM-volwassenheidsniveaus van DVBH en haar partners zijn inzichtelijk gemaakt. De problemen die optreden bij de informatie-uitwisseling met BIM bij DVBH en haar partners zijn beschreven en er zijn voorwaarden opgesteld om informatie-uitwisseling met BIM bij DVBH en haar partners te verbeteren. Door deze voorwaarden toe te passen, wordt informatie-uitwisseling met BIM in de toekomst verbeterd.

5.2 Discussie

In voorgaande paragrafen zijn de conclusies en aanbevelingen voor DVBH en haar partners beschreven. In deze paragraaf worden (de discussie en) de voornaamste beperkingen van dit onderzoek beschreven.

De casestudie heeft zich beperkt tot dertien partners van DVBH. Deze partners zijn door DVBH geselecteerd en kunnen daardoor een beter beeld van BIM-volwassenheidsniveaus bij DVBH weergeven dan dat het in werkelijkheid is. Door de partners bij vervolg BIM-volwassenheidsonderzoeken anoniem te selecteren kan er een beter beeld van de werkelijkheid worden weergegeven.

Verder heeft het onderzoek zich beperkt tot de partners van DVBH. Hierdoor heeft het onderzoek zich niet gericht op BIM-gebruik bij organisaties die niet direct een partner zijn van DVBH. Door het BIM-niveau en de barrières, die niet direct partners van DVBH zijn, inzichtelijk te maken kan er in het vervolgonderzoek een beter beeld worden weergegeven van het geheel.

De BIM-volwassenheidsniveaus zijn op een bepaald moment gemeten. Het kan zijn dat de BIM-niveaus in de tussentijd zijn gewijzigd. Daarom is het van belang dat BIM-volwassenheidsmetingen geregeld worden gemeten om het overzicht van BIM-niveaus up-to-date te houden. Daarbij zijn tijdens het onderzoek een aantal criteria veranderd en toegevoegd aan het BIM-volwassenheidsmodel van Universiteit Twente. Het nieuwe model bevat nu ook de subcriteria: "contractuele aspecten" en "procesverandering". Met name de contractuele aspecten zouden voor dit onderzoek van belang zijn geweest. In dit onderzoek is niet inzichtelijk geworden wat de geïnterviewde organisaties vinden van het contractueel vastleggen van BIM-gebruik tussen partners. Een contract kan namelijk wel een belangrijke rol spelen om BIM-doelen, verantwoordelijkheden en stimulerende subsidies te waarborgen. Dit zijn relevante aspecten die tijdens mijn onderzoek onder de maat hebben gescoord, daarom zou het interessant zijn geweest om deze subcriteria mee te nemen. Daarnaast zijn de beschrijvingen voor de BIM-niveaus gewijzigd in het subcriterium "vragende actor". Hierbij is een BIM-champion met voldoende tijd (oude model) veranderd in een BIM-champion met beperkte tijd (nieuwe model). Door deze wijziging zouden twee organisaties een niveau hoger scoren. Dit heeft wel enig gevolg voor het BIM-niveau, maar heeft geen consequenties voor het onderzoek.

Het model van Adriaanse et al. (2010) is tijdens het onderzoek bruikbaar geweest om de barrières, waar de organisaties tegenaan lopen, op een abstractieniveau te analyseren. Door het model konden de barrières gecategoriseerd worden op basis van de vier mechanismen van het model. Echter, de mechanismen zijn erg algemeen geformuleerd, waardoor het af en toe moeilijk was om een bepaalde barrière te relateren aan de juiste mechanisme(n). Ondanks de algemene formulering van



de mechanismen heeft het model aanzienlijk bijgedragen om inzicht te krijgen in de relaties tussen diverse barrières.

Het gebruikte BIM-volwassenheidsmodel en de opgestelde template in de vragenlijst kennen een beperking. De onderzochte organisaties ondervonden hinder bij de vragen van het interview en de vragenlijst. De interviews en opgestelde template bestaan uit moeilijke woordkeuzes. Het kan zijn dat de onderzochte organisaties vanwege de woordkeuze andere antwoorden hebben gegeven dan dat ze eigenlijk bedoelden. Een vereenvoudiging van zowel de template als vragenlijst is daarom wenselijk.

De laatste beperking, die de uitvoerbaarheid van het onderzoek kent, is dat het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van een opdrachtgever. Hierdoor kan het zijn dat de antwoorden uit de interviews en vragenlijsten kunnen afwijken van de werkelijkheid. Partners van DVBH kunnen een politiek correct antwoord hebben gegeven. Een voorbeeld hiervan is dat bij het subcriterium “samenwerkingsgerichtheid” door bijna alle partijen is aangegeven dat vertrouwen een erg belangrijke rol speelt. Enkele organisaties zijn niet afhankelijk van andere partijen, waardoor vertrouwen geen belangrijke rol hoeft te spelen. Hierdoor kan het zijn dat deze partijen hebben aangegeven dat zij vertrouwen erg belangrijk vinden, omdat dit van de opdrachtgever wordt verwacht.

5.3 Aanbeveling

Voor de praktijk worden een viertal aanbevelingen gedaan:

- Het toepassen van de voorwaarden die in paragraaf 4.2 zijn benoemd. Nadat de voorwaarden zijn geïmplementeerd, is het aan te bevelen om bij het uitbesteden van werk aan andere organisaties ook te kijken naar de BIM-volwassenheidsniveaus van deze partijen. Door alle BIM-niveaus van alle betrokken partijen inzichtelijk te maken, kan het BIM-gebruik bij toekomstige projecten worden gewaarborgd door de BIM-niveaus op één lijn te brengen.
- Voor dit onderzoek is een template opgesteld om de objectattributen van partners inzichtelijk te maken. Door de template voor de start van een bouwproject door de samenwerkende partijen in te laten vullen kunnen de objectattributen in een BIM-omgeving worden gewaarborgd. Tevens is het verstandig om deze template gedurende een project up-to-date te houden. Hierdoor bestaat een BIM-model uit de juiste informatie en kunnen de samenwerkende partijen direct verder werken met het model.
- Uit het onderzoek is naar voren gekomen dat iedere partij bezig is met hun eigen ‘BIM-deel’. Door meer gebruik te maken van break-out sessies door DVBH en haar partners kunnen de ‘BIM-delen’ beter afgestemd worden, waardoor de partijen beter kunnen samenwerken en beter op elkaar ingespeeld zijn gedurende de realisatie van een bouwproject. Het is echter aan te bevelen om de leiding bij een persoon of partij neer te leggen.
- Trainingen moeten up-to-date worden gehouden. Momenteel zijn er voldoende trainingen aanwezig, maar beschikt het personeel nog niet over het gewenste kennisniveau. Een mogelijke verklaring hiervoor, welke tijdens het onderzoek naar voren is gekomen, is dat trainingen niet up-to-date zijn. Een voorbeeld hiervan is dat partijen niet weten hoe zij met bepaalde (nieuwe) software moeten omgaan. Deze trainingen dienen zowel bij DVBH als bij haar partners actueel te worden gehouden.



5.4 Vervolgonderzoek

Op basis van dit onderzoek worden voor vervolgonderzoek de volgende twee suggesties gedaan:

- Onderzoek of de voorgestelde voorwaarden in paragraaf 4.2 ook voor breder publiek kunnen worden toegepast. Dit onderzoek heeft zich gericht op de uitwisseling van informatie met BIM tussen diverse partners. Door ook onderzoek te verrichten naar de verbetering van informatie-uitwisseling tussen niet-partners, kan er een volledig beeld van informatie-uitwisseling met BIM worden weergegeven. Hierdoor kunnen er voorwaarden worden opgesteld voor de gehele samenwerking van partijen in de bouw.
- Onderzoek naar het gebruik van Systems Engineering in de bouwsector. Uit dit onderzoek is naar voren gekomen dat er te weinig wordt gedocumenteerd en afgestemd. GWW-sector (grond-, weg- en waterbouw) maakt gebruik van Systems Engineering voor bijvoorbeeld het documenteren en afstemmen van BIM-visie en -doelstellingen of het koppelen van een documentmanagementsysteem met een BIM-model. Ook blijkt uit onderzoek van Siebelink et al. (2014) dat de GWW-sector voorop loopt met het documenteren en afstemmen van de BIM-visie en -doelstellingen, BIM-taken en -verantwoordelijkheden, en BIM-procedures en -werk-instructies. Hierdoor is het de moeite waard om onderzoek te verrichten naar het gebruik van system engineering in combinatie met BIM voor de documentatie en afstemming van een bepaald criterium in de bouwsector.



Referenties

- Adriaanse, A. M. (2014). Bruggen bouwen met ICT.
- Adriaanse, A. M., Voordijk, J. T., & Dewulf, G. (2010). The use of interorganisational ICT in United States construction projects. *Automation in Construction*, 19(1), 73-83.
- Ahern, D. M., Clouse, A., & Turner, R. (2004). *CMMI distilled: a practical introduction to integrated process improvement*: Addison-Wesley Professional.
- Ahuja, V., Yang, J., & Shankar, R. (2009). Study of ICT adoption for building project management in the Indian construction industry. *Automation in Construction*, 18(4), 415-423.
- Aouad, G., Wu, S., & Lee, A. (2006). N dimensional modeling technology: Past, present, and future. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 20(3), 151-153.
- Arensman, D. B., & Ozbek, M. E. (2012). Building Information Modeling and Potential Legal Issues. *International Journal of Construction Education and Research*, 8(2), 146-156. doi:10.1080/15578771.2011.617808
- Azhar, S., Hein, M., & Sketo, B. (2011). Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241-252. doi:10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127
- BIS. (2011). *A Report for the Government Construction Client Group: Building Information Modelling (BIM) Working Party, Strategy Paper*. Retrieved from
- Bryde, D., Broquetas, M., & Volm, J. M. (2013). The project benefits of building information modelling (BIM). *International Journal of Project Management*, 31(7), 971-980.
- Cerovsek, T. (2011). A review and outlook for a 'Building Information Model'(BIM): A multi-standpoint framework for technological development. *Advanced engineering informatics*, 25(2), 224-244.
- Chang, H. H. (2006). Technical and management perceptions of enterprise information system importance, implementation and benefits. *Information Systems Journal*, 16(3), 263-292.
- Coates, P., Arayici, Y., Koskela, K., Kagioglou, M., Usher, C., & O'Reilly, K. (2010). The key performance indicators of the BIM implementation process.
- CRC, C. I. (2007). *Adopting BIM for Facilities Management: Solutions for Management the Sydney Opera House*. Brisbane, Australia: Cooperative Research Center for Construction Innovation.
- De Bruin, T., Freeze, R., Kaulkarni, U., & Rosemann, M. (2005). Understanding the main phases of developing a maturity assessment model.
- Dura Vermeer. (2015a). Missie & Visie. Retrieved from www.duravermeer.nl
- Dura Vermeer. (2015b). *Open Standaarden*. Hengelo: Dura Vermeer Bouw Hengelo.
- Eastman, C., Eastman, C. M., Teicholz, P., & Sacks, R. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*: John Wiley & Sons.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, F., & Liston, K. (2008). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Eastman, C. M. (1992). Modeling of buildings: evolution and concepts. *Automation in Construction*, 1(2), 99-109.
- EIB. (2012). *Marktstudie AFNL 2012 - 2017*. Retrieved from Amsterdam:
- Europese Commissie. (2006). *The European e-Business Market W@tch*. Retrieved from Brussels:
- Fikkers, H. J., Nieuwenhuizen, L. R., Rijssen, J. P. J., & Schaap, H. A. (2012). *Op weg naar werken met BIM*. Retrieved from Gouda:
- Fischer, D. M. (2004). *The Business Process Maturity Model. A Practical Approach for Identifying Opportunities for Optimization*. Retrieved from http://www.bptrends.com/resources_publications.cfm
- Grilo, A., & Jardim-Goncalves, R. (2010). Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments. *Automation in Construction*, 19(5), 522-530.



- Gu, N., & London, K. (2010). Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry. *Automation in Construction*, 19(8), 988-999. doi:10.1016/j.autcon.2010.09.002
- Harmon, P. (2004). *Evaluating an Organization's Business Process Maturity*. Retrieved from <http://www.bptrends.com/publicationfiles/03-04%20NL%20Eval%20BP%20Maturity%20-%20Harmon.pdf>
- Holland, C. P., & Light, B. (1999). A critical success factors model for ERP implementation. *IEEE software*(3), 30-36.
- Jeong, Y. S., Eastman, C. M., Sacks, R., & Kaner, I. (2009). Benchmark tests for BIM data exchanges of precast concrete. *Automation in Construction*, 18(4), 469-484. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2008.11.001
- Kivits, R. A., & Furneaux, C. (2013). BIM: enabling sustainability and asset management through knowledge management. *The Scientific World Journal*, 2013.
- Kumar, J. V., & Mukherjee, M. (2009). Scope of building information modeling (BIM) in India. *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 2(1), 165-169.
- Leedy, P. d., & Ormrod, J. E. (2014). *Practical Research: Planning and Design*. Harlow: Pearson Education Limited.
- Linderoth, H. C. J. (2010). Understanding adoption and use of BIM as the creation of actor networks. *Automation in Construction*, 19(1), 66-72. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2009.09.003
- NBIMS. (2007). *National Building Information Modeling Standard; Version 1 - part 1: Overview, Principles, and Methodologies*. Retrieved from United States:
- Paulk, M. (1993). *Capability maturity model for software*: Wiley Online Library.
- Redmond, A., Hore, A., Alshawi, M., & West, R. (2012). Exploring how information exchanges can be enhanced through Cloud BIM. *Automation in Construction*, 24, 175-183. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2012.02.003
- Samuelson, O., & Björk, B.-C. (2014). A longitudinal study of the adoption of IT technology in the Swedish building sector. *Automation in Construction*, 37, 182-190.
- Sebastian, R., & van Berlo, L. (2010). Tool for benchmarking BIM performance of design, engineering and construction firms in the Netherlands. *Architectural Engineering and Design Management*, 6(4), 254-263.
- Shou, W., Wang, J., Wang, X., & Chong, H. Y. (2015). A Comparative Review of Building Information Modelling Implementation in Building and Infrastructure Industries. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 22(2), 291-308.
- Siebelink, S., Adriaanse, A., & Voordijk, H. (2014). *BIM-MATURITY SECTORANALYSE - 2014: Een beeld van de BIM-ontwikkeling in deelsectoren van de bouw- en GWW-sector*. Retrieved from Enschede:
- Succar, B. (2010). *The five components of BIM performance measurement*. Paper presented at the Proceedings of CIB World Congress, Salford.
- Succar, B., Sher, W., & Williams, A. (2012). Measuring BIM performance: Five metrics. *Architectural Engineering and Design Management*, 8(2), 120-142.
- Taylor, J. E., & Levitt, R. (2007). Innovation Alignment and Project Network Dynamics: An Integrative Model for Change. *Project Management Journal*, 38(3), 22-35. doi:10.1002/pmj.20003
- Teicholz, P., Goodrum, P. M., & Haas, C. T. (2001). US construction labor productivity trends, 1970-1998. *Journal of Construction Engineering and Management*, 127(5), 427-429.
- The Pennsylvania State University. (2012). *Computer Integrated Construction Research Program. BIM Planning Guide for Facility Owners*. Retrieved from USA:
- USP. (2010). Verminder faalkosten met een derde door te evalueren en kennis te delen. *USP Marketing Consultancy*.
- Volk, R., Stengel, J., & Schultmann, F. (2014). Building Information Modeling (BIM) for existing buildings—Literature review and future needs. *Automation in Construction*, 38, 109-127.
- Watson, A. (2011). Digital buildings – Challenges and opportunities. *Advanced engineering informatics*, 25(4), 573-581. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.aei.2011.07.003



Bijlagen

Bijlage 1: omschrijving subcriteria

Bijlage 2: vragenlijst Universiteit Twente BIM-maturity model analyse & Best practices

Bijlage 3: gewenst BIM-volwassenheidsniveau

Bijlage 4: overzicht BIM-niveau van Dura Vermeer Bouw Hengelo

Bijlage 5: overzicht BIM-niveaus van de partners van DVBH

Bijlage 6: voor- en nadelen BIM m.b.t. de twee cases

Bijlage 7: overzicht BIM-niveaus van de partners en DVBH

Bijlage 8: vragenlijst voor de diepgaande scan



Bijlage 1: omschrijving subcriteria

Siebelink, Adriaanse, & Voordijk (2014) beschrijven de subcriteria als volgt:

1. Strategie

- *BIM-visie en -doelstellingen:*

De strategie op organisatieniveau kan worden geconcretiseerd voor BIM door hierin een BIM-visie en bijbehorende doelstellingen op te nemen.

- *Managementondersteuning:*

De mate waarin de managementondersteuning biedt aan de BIM-implementatie (operationalisering van de BIM-visie en -doelstellingen).

- *BIM-expert / -werkgroep / -afdeling:*

Mede afhankelijk van de organisatiegrootte kan een BIM-expert en/of BIM-werkgroep/afdeling zijn aangesteld. De BIM-experts hebben een adviserende en ondersteunende rol binnen het implementatieproces.

2. Organisatiestructuur

- *Taken en verantwoordelijkheid:*

De mate waarin de taken en verantwoordelijkheden m.b.t. BIM-processen zijn geformaliseerd en de wijze waarop deze worden ingevuld.

3. Mens & Cultuur

- *Persoonlijke motivatie & bereidheid te veranderen:*

Persoonlijke drijfveren om BIM-implementatie te accepteren en te ondersteunen. De organisatie moet hierbij bereid zijn een 'verandertraject' te ondergaan dat betrekking heeft op de gehele manier van werken. De heersende organisatiecultuur heeft grote invloed op de mate en snelheid waarmee veranderingen worden doorgevoerd.

- *Vragende actor (intern):*

Een vragende actor fungeert als aanjager voor het BIM-implementatieproces. Deze zogenaamde BIM champion, stuurt en stimuleert andere mensen in de organisatie t.a.v. BIM.

- *Educatie, training en ondersteuning:*

Dit bepaalt de bekwaamheid van mensen om met BIM-software en conform BIM-procedures te kunnen werken. Onder educatie, training en ondersteuning vallen zowel de algemene voorlichting als de gerichte instructies en begeleiding m.b.t. de uitvoering van BIM-taken.

- *Samenwerkingsgerichtheid:*

De mate waarin de houding en instelling van mensen is gericht op samenwerking. Dit wordt onder meer bepaald door aspecten binnen de bedrijfscultuur, zoals openheid en transparantie t.o.v. partners. Externe motivatie door bijv. contractuele verplichtingen kan ook een belangrijke rol spelen.

4. Processen en procedures

- *Procedures en werkinstructies:*

De mate waarin organisatorische en projectmatige processen zijn gedefinieerd, bijv. in procedures en werkinstructies. Dit bepaalt de consistentie en de prestatie van de processen.



5. ICT (infrastructuur)

- *Hardware en netwerkomgeving:*

De fysieke elementen en systemen die benodigd zijn om de BIM-software te kunnen opslaan en te kunnen gebruiken. De netwerkomgeving maakt het mogelijk om een bouwmodel en hieraan gekoppelde data intern en extern uit te wisselen. Indien er real time netwerkoplossingen worden toegepast, kan er tevens gelijktijdig aan een BIM worden gewerkt.

- *Software:*

Besturings- en toepassingsprogramma's waarmee BIM-toepassingen worden gefaciliteerd.

- *BIM-faciliteiten:*

Fysieke voorzieningen en functionele ruimten die worden gebruikt om BIM-processen binnen de organisatie te bevorderen.

6. Data(structuur)

- *Informatieopbouw:*

Gebruik van een documentmanagementsysteem (bijv. SharePoint) om projectgegevens gestructureerd op te slaan en toegankelijk te maken.

- *Objectenstructuur / objectdecompositie:*

Een methodiek voor naamgeving en codering van objecten (bijv. een System Breakdown Structure). Er ontstaat een structuur van coderingen die worden toegekend aan een fysiek of functioneel element op verschillende detailniveaus van een bouwwerk.

- *Objectenbibliotheken en -attributen:*

Het is mogelijk gebruik te maken van gestandaardiseerde objecten vanuit een objectenbibliotheek. De objectattributen vormen een toevoeging van niet grafische informatie aan objecten in het bouwmodel, waarmee onder meer kenmerken en eigenschappen van een object worden gedefinieerd.

- *Data-uitwisseling:*

Het uitwisselen van data, het delen en verwerken op basis van gegevens (bouwmodellen) van ketenpartners. Dit maakt het mogelijk om data van diverse ketenpartners te integreren in één BIM.



Bijlage 2: vragenlijst Universiteit Twente BIM-maturity model analyse & Best practices

Aangezien de complete vragenlijst bestaat uit meer dan dertig pagina's, is ervoor gekozen om alleen de subcriteria "BIM-visie en -doelstellingen" en "managementondersteuning" als voorbeeld weer te geven om een indruk te krijgen van de vragenlijst.

Interviewvragen deel 2: beoordeling criteria uit het BIM maturity model

BIM-visie en -doelstellingen

De strategie op organisatieniveau kan worden geconcretiseerd voor BIM door hierin een BIM visie en bijbehorende doelstellingen op te nemen.

Maturity levels voor subcriterium

0 Niet aanwezig	1 Initieel	2 Gemanaged	3 Gedefinieerd	4 Kwantitatief gemanaged	5 Optimaliserend	Equivalentente score toepassingen
Geen BIM visie of doelstellingen geformuleerd	Basisvisie is gedefinieerd	BIM doelstellingen op hoofdlijnen vastgesteld	BIM visie past binnen de bredere organisatorische missie en strategie. Er is met ketenpartners overeenstemming over de BIM visie	BIM doelstellingen zijn SMART opgesteld	BIM visie en doelstellingen worden regelmatig beoordeeld en zo nodig bijgesteld.	

Is er een bepaalde visie op het gebied van BIM gedefinieerd? Is deze visie afgestemd met andere partijen in de (deel)sector?

Past de ontwikkeling van BIM binnen het bredere strategische beleid van de organisatie (vormt dit een drijfveer)?

Zijn er concrete doelstellingen voor ontwikkeling en implementatie van BIM geformuleerd?

Zijn de BIM doelstellingen specifiek en meetbaar? Is er een termijn opgenomen in de doelstellingen, waarbinnen deze gerealiseerd moeten worden? Hoe realistisch is dat?

Hoe hebben nieuwe BIM ontwikkelingen of technologieën invloed op de visie en doelstellingen?



Managementondersteuning

De mate waarin het management ondersteuning biedt aan de BIM implementatie (operationalisering van de BIM visie en doelstellingen).

Maturity levels voor subcriterium

0 Niet aanwezig	1 Initieel	2 Gemanaged	3 Gedefinieerd	4 Kwantitatief gemanaged	5 Optimaliserend	Equivalentente score toepassingen
Geen ondersteuning van het management	Beperkte, ongestructureerde ondersteuning (bijv. onderzoeken haalbaarheid BIM). Middelen worden ad hoc beschikbaar gesteld.	Voldoende ondersteuning voor implementatie BIM, maar met beperkte middelen	Volledige ondersteuning voor implementatie BIM met passende middelen	Er worden voldoende middelen ter beschikking gesteld om BIM verder te ontwikkelen en nieuwe toepassingen te implementeren	Volledige ondersteuning voor continue inspanningen om BIM verder te ontwikkelen. Deze ondersteuning is ook voor de toekomst gewaarborgd.	

Is er ondersteuning voor BIM vanuit het management? Uit welke aspecten bestaat deze ondersteuning: financieel, uitdragen belang van BIM, etc.?

Worden er voldoende middelen ter beschikking gesteld om BIM toe te passen (zijn de investeringen in de BIM implementatie afhankelijk van projectbudgetten of zijn er aanvullende middelen vanuit 'centrale potjes')?

Zijn deze middelen ook toereikend om BIM verder te ontwikkelen en nieuwe toepassingen te implementeren?

Hoe is de ondersteuning voor de toekomst gewaarborgd? (Is er een meerjarig programma opgesteld waarin de ondersteuning is gedefinieerd?)



Bijlage 3: gewenst BIM-volwassenheidsniveau

De groen gemarkeerde kolom geeft het gewenste BIM-volwassenheidsniveau aan.

BIM-visie en -doelstellingen:

0 Niet aanwezig	1 Initieel	2 Gemanaged	3 Gedefinieerd	4 Kwantitatief gemanaged	5 Optimaliserend
Geen BIM visie of doelstellingen geformuleerd	Basisvisie is gedefinieerd	BIM doelstellingen op hoofdlijnen vastgesteld	BIM visie past binnen de bredere organisatorische missie en strategie. Er is met ketenpartners overeenstemming over de BIM visie	BIM doelstellingen zijn SMART opgesteld	BIM visie en doelstellingen worden regelmatig beoordeeld en zo nodig bijgesteld.

Managementondersteuning:

0 Niet aanwezig	1 Initieel	2 Gemanaged	3 Gedefinieerd	4 Kwantitatief gemanaged	5 Optimaliserend
Geen ondersteuning van het management	Beperkte, ongestructureerde ondersteuning (bijv. onderzoeken haalbaarheid BIM). Middelen worden ad hoc beschikbaar gesteld.	Voldoende ondersteuning voor implementatie BIM, maar met beperkte middelen	Volledige ondersteuning voor implementatie BIM met passende middelen	Er worden voldoende middelen ter beschikking gesteld om BIM verder te ontwikkelen en nieuwe toepassingen te implementeren	Volledige ondersteuning voor continue inspanningen om BIM verder te ontwikkelen. Deze ondersteuning is ook voor de toekomst gewaarborgd.



BIM-expert / -werkgroep / -afdeling

0 Niet aanwezig	1 Initieel	2 Gemanaged	3 Gedefinieerd	4 Kwantitatief gemanaged	5 Optimaliserend
Geen BIM expert, werkgroep of afdeling	BIM expert met weinig tijd voor BIM initiatieven / Een aantal BIM geïnteresseerden komen samen (op onregelmatige basis) om BIM implementatie te bespreken	BIM expert met voldoende tijd voor BIM ondersteuning en initiatieven / Werkgroep waarin niet alle bedrijfsonderdelen zijn opgenomen.	BIM expert werkt nauw samen met alle onderdelen uit de organisatie. Multidisciplinaire werkgroep met vertegenwoordiging uit alle operationele divisies	BIM expert maakt onderdeel uit van het (hoger) management. / Alle niveaus van de organisatie zijn vertegenwoordigd in een BIM groep, incl. hoger management	BIM gerelateerde besluitvorming van de expert/groep wordt meegenomen in de strategische planning van de organisatie om te kunnen bijsturen o.b.v. ervaringen en ontwikkelingen

Taken en verantwoordelijkheden

0 Niet aanwezig	1 Initieel	2 Gemanaged	3 Gedefinieerd	4 Kwantitatief gemanaged	5 Optimaliserend
Geen taken en verantwoordelijkheden gedocumenteerd	BIM taken en verantwoordelijkheden zijn slecht of in beperkte mate vastgesteld.	Basistaken m.b.t. BIM proces vastgesteld, maar zijn beperkt geïntegreerd in de verantwoordelijkheden en taakomschrijvingen van de reguliere functies.	Verantwoordelijkheid voor BIM processen ligt bij de projectteams / operationele units. De BIM activiteiten zijn geïntegreerd in taak- of rolomschrijvingen	Structuur, functies en bijbehorende taken en verantwoordelijkheden zijn zodanig gewijzigd dat de BIM processen optimaal worden ondersteund, zowel gericht op interne als externe toepassingen.	Taken en verantwoordelijkheden worden regelmatig beoordeeld, zodat ze goed afgestemd blijven op de veranderende BIM omgeving



Persoonlijke motivatie en bereidheid te veranderen

0 Niet aanwezig	1 Initieel	2 Gemanaged	3 Gedefinieerd	4 Kwantitatief gemanaged	5 Optimaliserend
Organisatiecultuur werkt demotiverend voor implementatie van BIM	Organisatiecultuur ondersteunt de transitie naar BIM niet, persoonlijke drijfveren bepalen op projectbasis of BIM kan worden toegepast.	De persoonlijke motivatie voor BIM wordt nog onvoldoende ondersteund door de cultuur, ondanks de inspanningen vanuit de top van de organisatie om dit te veranderen	De motivatie voor gezamenlijke BIM doelen zorgt steeds meer voor een eenheid binnen de organisatie t.a.v. BIM en een grotere bereidheid om de manier van werken te veranderen	Cultuur in de organisatie stimuleert BIM processen en werkwijzen, waardoor het mogelijk is om traditionele functies en processen aan te passen in het belang van BIM (samenwerking)	Door de sterke motivatie voor het gebruik van BIM en de bereidheid zich voortdurend aan te passen aan de BIM ontwikkelingen, kan de organisatie snel reageren op een veranderende omgeving.

Vragende actor (intern)

0 Niet aanwezig	1 Initieel	2 Gemanaged	3 Gedefinieerd	4 Kwantitatief gemanaged	5 Optimaliserend
Geen vragende actor (BIM champion)	BIM champion geïdentificeerd, maar beperkte tijd toegewezen aan BIM initiatief	BIM champion met (net) voldoende toegewezen tijd	Meerdere vragende actoren binnen de organisatie (vanuit verschillende lagen/divisies)	Er is een BIM champion binnen de directie/leidinggevenden van de organisatie. Deze staat in nauw contact met de operationeel verantwoordelijken	BIM champion binnen de directie werkt nauw samen met BIM champions vanuit andere organisaties of instanties



Educatie, training en ondersteuning

0 Niet aanwezig	1 Initieel	2 Gemanaged	3 Gedefinieerd	4 Kwantitatief gemanaged	5 Optimaliserend
Geen educatie of specifieke training voor BIM processen	Educatie en training ongestructureerd, slechts wanneer individuen hierop aandringen	Educatie en training voor mensen die met BIM te maken hebben. Zij hebben de beschikking over bedieningsvoorschrift en met instructies omtrent het werken met BIM software.	Algemene voorlichting over BIM wordt organisatiebreed gegeven. Uitgebreide educatie en trainingssessies voor mensen die met BIM werken	Educatie- en trainingsprogramma voor de organisatie is afgestemd op de persoonlijke behoefte met een belangrijke plaats voor begeleiding en ondersteuning in de praktijk: 'training on the job'.	Educatie en training wordt continu verbeterd o.b.v. de lessen die geleerd worden binnen de organisatie (good/bad practices)

Samenwerkingsgerichtheid

0 Niet aanwezig	1 Initieel	2 Gemanaged	3 Gedefinieerd	4 Kwantitatief gemanaged	5 Optimaliserend
Organisatie is sterk intern georiënteerd. BIM processen zijn slechts intern	Samenwerking tussen ketenpartners is ad hoc en meer reactief dan proactief	Belang van samenwerking wordt onderkend. De samenwerking via BIM wordt meegenomen in de contractbesprekingen.	Gezamenlijke activiteiten met ketenpartners om structuren, taken en processen af te stemmen	Externe samenwerking is onderdeel van de organisatiestrategie. Onderling vertrouwen tussen ketenpartners bevordert samenwerking	Intensieve samenwerking met ketenpartners, waarbij processen continu worden verbeterd. Vertrouwen en besef van onderlinge afhankelijkheid liggen hieraan ten grondslag.



Procedures en werkinstructies (organisatorische en projectmatige processen)

0 Niet aanwezig	1 Initieel	2 Gemanaged	3 Gedefinieerd	4 Kwantitatief gemanaged	5 Optimaliserend
Geen BIM procedures/ werkinstructies gedocumenteerd	BIM processen zijn beperkt gedefinieerd. Indien aanwezig worden de instructies niet consistent gebruikt, waardoor processen onvoorspelbaar zijn en afhangen van persoonlijke competenties	Instructies/ procedures zijn vastgesteld voor belangrijke BIM processen, wat ten goede komt aan de voorspelbaarheid en herhaalbaarheid van processen.	Voor de belangrijkste BIM toepassingen zijn gedetailleerde werkinstructies opgesteld. Hierin zijn good practices verwerkt en is steeds meer aandacht voor externe processen.	Gedetailleerde procesdocumentatie met het oog op het waarborgen van kwaliteit. Door de gedetailleerde procedures zijn geavanceerde BIM toepassingen mogelijk. Prestaties blijven binnen acceptabele grenzen en de voorspelbaarheid van processen is groot	De gedetailleerde procesdocumentatie wordt regelmatig onderhouden en geüpdatet o.b.v. grondige evaluaties. Hierdoor kan optimaal worden geleerd over projecten heen.



Hardware en netwerkomgeving

0 Niet aanwezig	1 Initieel	2 Gemanaged	3 Gedefinieerd	4 Kwantitatief gemanaged	5 Optimaliserend
Geen hardware die in staat is om de BIM software te laten draaien	Hardware is gedeeltelijk in staat om basis BIM software te laten draaien. De netwerkomgeving is slechts geschikt voor intern dataverkeer / benodigde netwerkstructuur is niet aanwezig bij partners.	Mensen die met BIM werken, beschikken over hardware die in staat is om basis BIM software te laten draaien. De netwerkomgeving faciliteert de uitwisseling van (deel)modellen.	Geavanceerde hardware-systemen zijn gedeeltelijk aanwezig binnen de organisatie. De toewijzing van deze systemen is afhankelijk van de behoefte en BIM toepassing	Alle hardware is in staat om geavanceerde BIM software te laten draaien. De netwerkomgeving ondersteunt het gelijktijdig werken aan een bouwmodel door meerdere partijen	Er is een programma opgesteld om de BIM hardware-systemen up-to-date te houden

Software

0 Niet aanwezig	1 Initieel	2 Gemanaged	3 Gedefinieerd	4 Kwantitatief gemanaged	5 Optimaliserend
Geen BIM software	Er is software aanwezig waarmee BIM data kan worden ingezien.	Er zijn basis BIM software-systemen	Geavanceerde BIM toepassingen worden ondersteund door het softwarepakket	Uitwisseling van gegevens wordt probleemloos gefaciliteerd door de software	Er is een programma opgesteld om de BIM software-systemen up-to-date te houden



BIM-faciliteiten

0 Niet aanwezig	1 Initieel	2 Gemanaged	3 Gedefinieerd	4 Kwantitatief gemanaged	5 Optimaliserend
Geen BIM werkplek of ruimte aanwezig	Eén of enkele werkplekken aanwezig die geschikt zijn om BIM data te bekijken	Er is een ruimte of werkplek aanwezig met een scherm die groot genoeg is om met meerdere personen samen te werken	Er is een ruimte / er zijn ruimtes beschikbaar voor samenwerken en vergaderen met de mogelijkheid om via een groot scherm, bijv. een smartboard, te communiceren	Onder de normale werkplekken zijn meerdere werkplekken ingericht t.b.v. BIM samenwerking	Er is een beleid opgesteld om de (veranderende) behoeften van BIM ruimtes te managen en hierop aanpassingen te doen.

Informatieopbouw

0 Niet aanwezig	1 Initieel	2 Gemanaged	3 Gedefinieerd	4 Kwantitatief gemanaged	5 Optimaliserend
Geen systeem voor opslag en management van data	Gebruik van het documentmanagementsysteem is ongestructureerd en afhankelijk van behoefte en competentie binnen het projectteam	Gebruik van het documentmanagementsysteem is voorgeschreven in procedures. Het systeem is niet gekoppeld aan het bouwmodel.	Voor de belangrijke BIM toepassingen is het documentmanagementsysteem gekoppeld aan het Bouw Informatie Model	Het documentmanagementsysteem is volledig gekoppeld aan het Bouw Informatie Model. Ook gegevens van ketenpartners zijn in het systeem geïntegreerd	Alle projectgebonden gegevens worden vanuit een organisatie-overkoepelend systeem beheerd. Een datamanager is verantwoordelijk voor het continu waarborgen van de consistentie en kwaliteit van de gegevens.



Objectenstructuur / objectdecompositie

0 Niet aanwezig	1 Initieel	2 Gemanaged	3 Gedefinieerd	4 Kwantitatief gemanaged	5 Optimaliserend
Geen vaste methodiek voor naamgeving en codering van objecten	Objectdecompositie wordt op projectbasis vastgesteld, maar is niet uniform binnen de gehele organisatie	Uniforme objectdecompositie (coderingsmethodiek) vastgesteld voor de gehele organisatie, maar dit wordt niet gedeeld met projectpartners	Organisatorische objectdecompositie wordt afgestemd en gedeeld met andere partijen en/of standaarden in de sector	Organisatorische objectdecompositie wordt consistent geüpdatet o.b.v. richtlijnen binnen de sector. Duidelijke afspraken met ketenpartners over te hanteren objectenstructuur.	De organisatie is actief betrokken bij inspanningen in de sector om de objectdecompositie te standaardiseren en te verbeteren.

Objectenbibliotheken en -attributen

0 Niet aanwezig	1 Initieel	2 Gemanaged	3 Gedefinieerd	4 Kwantitatief gemanaged	5 Optimaliserend
Er wordt geen gebruik gemaakt van een objectenbibliotheek. Er wordt geen (niet grafische) informatie toegevoegd aan de objecten	Binnen de organisatie worden verschillende, onderling niet afgestemde objectenbibliotheken gehanteerd. Toevoeging van objectattributen is ad hoc.	Uniforme objectenbibliotheek vastgesteld voor de hele organisatie. Niet geometrische basisgegevens worden gekoppeld.	Objecten uit de objectbibliotheek en niet geometrische informatie worden in lijn gebracht met sectorstandaarden	Standaard objecten en objectinformatie kunnen worden opgehaald uit beschikbare bibliotheken via open standaarden	De organisatie houdt zich voortdurend op de hoogte van ontwikkelingen met betrekking tot standaardisatie van de object-bibliotheken en attributen en past zich hierop aan.

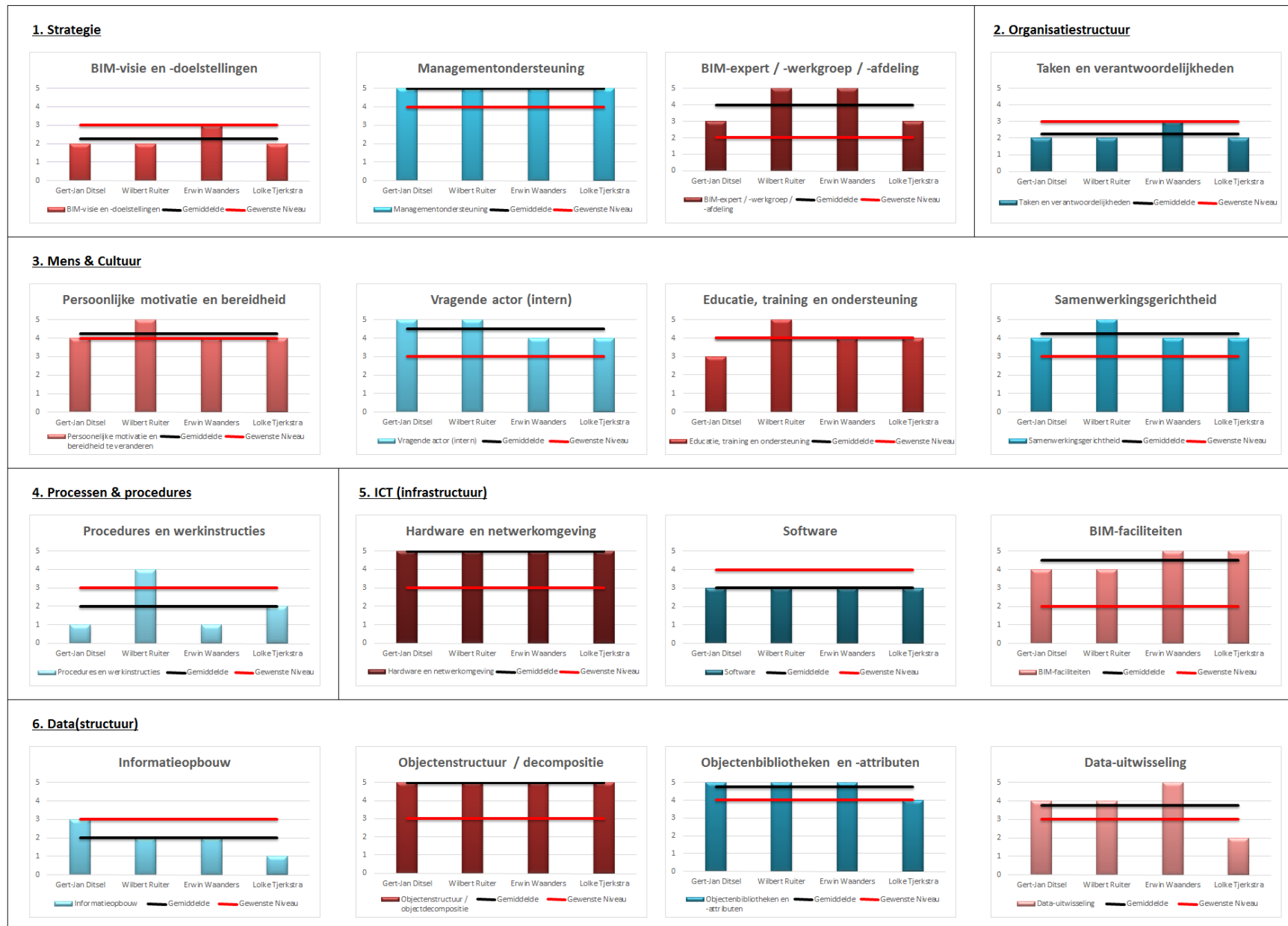


Data-uitwisseling

0 Niet aanwezig	1 Initieel	2 Gemanaged	3 Gedefinieerd	4 Kwantitatief gemanaged	5 Optimaliserend
Geen uitwisseling van data	Uitwisseling van data via het bouwmodel is beperkt en ad hoc. Uitwisseling van gegevens is hierdoor onvoorspelbaar en doelen worden vaak niet gehaald.	Uitwisseling van data is voornamelijk gericht op intern (her)gebruik. Externe uitwisseling van data wordt bemoeilijkt door het ontbreken van onderlinge afspraken en datastandaarden	Data-uitwisseling tussen ketenpartners is goed gedefinieerd (in contracten). Er wordt verder gewerkt o.b.v. (delen van) het bouwmodel van partners.	Uitwisseling van bouwmodellen vindt plaats via open standaarden (bijv. IFC). Dit bevordert het delen en verder werken met informatie van meerdere ketenpartners. Transparantie en openheid van organisaties nemen toe.	Uitwisseling van data om BIM processen continu te verbeteren. Uitwisseling van prestatiegegevens om problemen te identificeren en nieuwe BIM toepassingen/technologieën te implementeren



Bijlage 4: overzicht BIM-niveau Dura Vermeer Bouw Hengelo





Bijlage 5: voor- en nadelen BIM m.b.t. de twee cases

BIM perspectief vanuit DVBH

Voordat de interviews bij DVBH en de partners gehouden worden, zijn de voor- en nadelen van BIM gedurende het project bij de werknemers van DVBH opgevraagd. Deze voor- en nadelen worden meegenomen voor het opstellen van voorwaarden om de informatie-uitwisseling tussen DVBH en de partners te verbeteren. Hieronder worden de voor- en nadelen van beide projecten weergegeven:

De Tuinen van Vleuten:

Voordelen
Visualisatie
Clash Control / engineeringssessies, meetings met partners om het model te doorlopen op bijvoorbeeld fouten
Eigen BIM-model ontworpen, waarin de objectattributen goed werden vermeld
Hoeveelheden doorgeven aan supply chain manager voor het bestellen van producten
Partners die met BIM werkten hadden de minste problemen tijdens de bouw van de woningen

Nadelen
Als één partner niet meewerkt aan het BIM-model is er gemerkt dat deze partner een zwakke schakel is. Veel bouwfouten werden door deze partner gemaakt, terwijl dit vooraf gemakkelijk voorkomen kon worden
Kleurverschillen van bouwmaterialen in de praktijk konden niet worden onderscheiden aan de hand van het BIM model

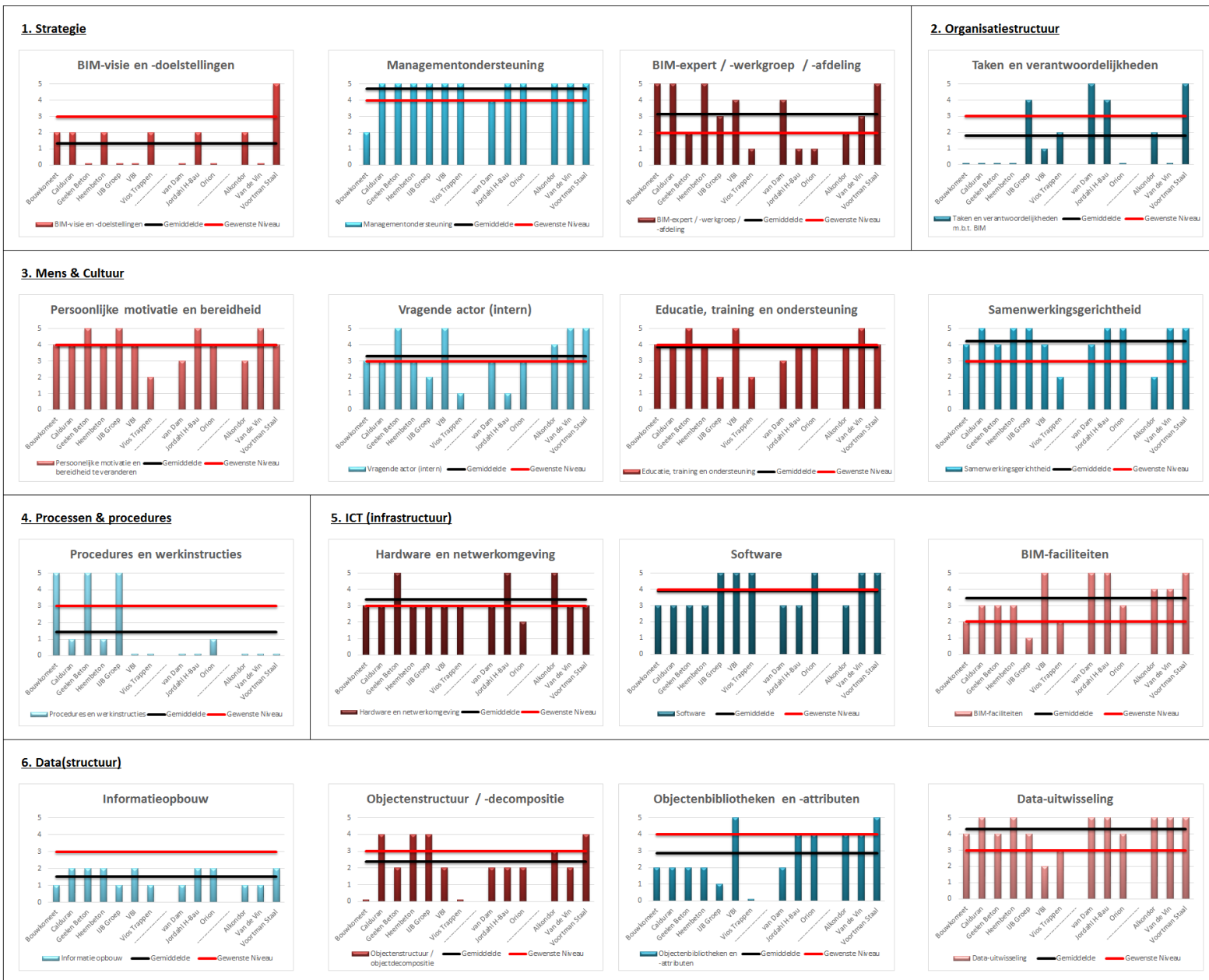
Twinta Handelstraat te Hengelo:

Voordelen
Visualisatie
Half jaar van tevoren mee-engineeren
Goede afstemming tussen diverse modellen van de partners, hierdoor waren er minder verassingen in de praktijk (snellere WVB)
Hoeveelheden genereren uit het BIM-model
Heel veel wijzigingen vonden plaats in het project van Twinta, door BIM kon DVBH sneller schakelen dan dat het project in 2D heeft plaats gevonden

Nadelen
Aanbesteding is een struikelblok, niet iedere leverancier was er zeker van dat zij de opdracht zouden krijgen. Indien een leverancier afviel moet er meer geschakeld worden (design-construct is ideaal voor BIM)
Niet iedere leverancier kan met BIM werken
Goede afspraken zijn nodig om een goed geprogrammeerd BIM-model te krijgen



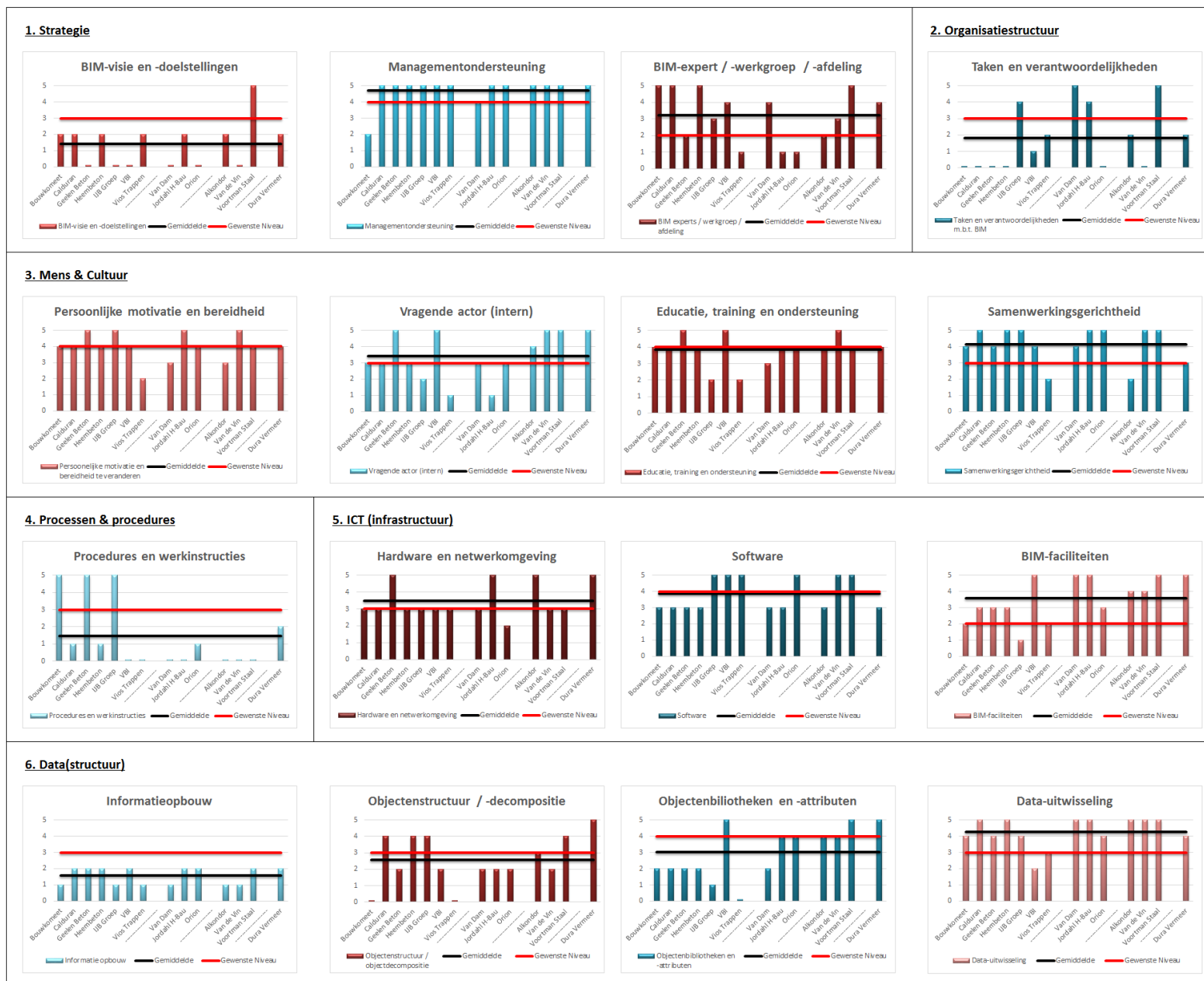
Bijlage 6: overzicht BIM-niveaus van de partners van DVBH





Bijlage 7: overzicht BIM-niveaus van de partners en DVBH

7.1 BIM-niveaus in één overzicht





7.2 BIM-niveaus in score

		1.			2.	3.			4.	5.			6.					
		BIM-visie en -doelstellingen	Managementondersteuning	BIM-experts / -werkgroep / -afdeling	Taken en verantwoordelijkheden m.b.t. BIM	Persoonlijke motivatie en bereidheid te veranderen	Vragende actor (intern)	Educatie, training en ondersteuning	Samenwerkingsgerichtheid	Procedures en werkinstructies	Hardware en netwerkomgeving	Software	BIM faciliteiten	Informatieopbouw	Objectenstructuur / objectdecompositie	Objectenbibliotheken en -attributen	Data-uitwisseling	Gemiddelde BIM-niveau per organisatie
Nr.	Geinterviewden:																	
1	Bouwkomeet	2	2	5	0	4	3	4	4	5	3	3	2	1	0	2	4	2,75
2	Calduran	2	5	5	0	4	3	4	5	1	3	3	3	2	4	2	5	3,19
3	Geelen Beton	0	5	2	0	5	5	5	4	5	5	3	3	2	2	2	4	3,25
4	Heembeton	2	5	5	0	4	3	4	5	1	3	3	3	2	4	2	5	3,19
5	IJB Groep	0	5	3	4	5	2	2	5	5	3	5	1	1	4	1	4	3,13
6	VBI	0	5	4	1	4	5	5	4	0	3	5	5	2	2	5	2	3,25
7	Vios Trappen	2	5	1	2	2	1	2	2	0	3	5	2	1	0	0	3	1,94
8	Van Dam	0	4	4	5	3	3	3	4	0	3	3	5	1	2	2	5	2,94
9	Jordahl H-Bau	2	5	1	4	5	1	4	5	0	5	3	5	2	2	4	5	3,31
10	Orion	0	5	1	0	4	3	4	5	1	2	5	3	2	2	4	4	2,81
11	Alkondor	2	5	2	2	3	4	4	4	2	0	3	4	1	3	4	5	3,06
12	Van de Vin	0	5	3	0	5	5	5	5	0	3	5	4	1	2	4	5	3,25
13	Voortman Staal	5	5	5	5	4	5	4	5	0	3	5	5	2	4	5	5	4,19
14	Dura Vermeer	2	5	4	2	4	5	4	4	2	5	3	5	2	5	5	4	3,81
Gemiddelde BIM-niveau per subcriterium		1,36	4,71	3,21	1,79	4,00	3,43	3,86	4,21	1,43	3,50	3,86	3,57	1,57	2,57	3,00	4,29	
Gewenst niveau		3	4	2	3	4	3	4	3	3	3	4	2	3	3	4	3	



Bijlage 8: vragenlijst voor de diepgaande scan

Vragenlijst: uitwisseling van gegevens met BIM

Algemene gegevens

Datum:

Naam organisatie:

Ondervraagde(n):

Functie:

Inleiding

Tijdens het interview met u is aangegeven dat, wanneer de resultaten van de interviews bekend zijn, het interview gevolgd zal worden door een vragenlijst en een template met objectattributen (parameters). Door het opstellen van deze template zullen de extra handelingen die u momenteel maakt (aanwezigheid van de juiste parameters), om verder te kunnen werken met het Bouw Informatie Model, in de toekomst vermeden worden.

De voorgaande interviews zijn aan de hand van de hoofd- en sub-criteria, die in tabel 11 staan weergegeven, beoordeeld. Uit deze interviews zijn zeer interessante resultaten naar voren gekomen. Uit de resultaten is naar voren gekomen dat de technische aspecten in het algemeen beter gescoord hebben dan de aspecten op het gebied van organisatie en operatie. Hierbij kwam bijvoorbeeld naar voren dat, over het algemeen, organisatie en operationele aspecten (zoals BIM-visie en –doelstellingen, taken en verantwoordelijkheden of procedures en werkinstructies) niet of in beperkte mate geformuleerd zijn. De aspecten die wel geformuleerd zijn, zijn over het algemeen niet afgestemd met diverse partijen. Verder kwam uit de resultaten naar voren dat de hoofdcriteria mens & cultuur en ICT (infrastructuur) zeer goed hebben gescoord, terwijl dit tijdens veel studies als meest genoemde issue naar voren komt.

Tabel 11: overzicht hoofdcriteria met de subcriteria

Hoofdcriteria en subcriteria:	
1. Strategie	4. Processen & procedures
<ul style="list-style-type: none"> BIM-visie en -doelstellingen Managementondersteuning 	<ul style="list-style-type: none"> Procedures en werkinstructies
<ul style="list-style-type: none"> BIM-expert / -werkgroep / -afdeling 	5. ICT (infrastructuur)
2. Organisatiestructuur	<ul style="list-style-type: none"> Hardware en netwerkomgeving Software
<ul style="list-style-type: none"> Taken en verantwoordelijkheden 	<ul style="list-style-type: none"> BIM-faciliteiten
3. Mens & Cultuur	6. Data(structuur)
<ul style="list-style-type: none"> Persoonlijke motivatie en bereidheid te veranderen 	<ul style="list-style-type: none"> Informatieopbouw
<ul style="list-style-type: none"> Vragende actor (intern) 	<ul style="list-style-type: none"> Objectenstructuur / objectdecompositie
<ul style="list-style-type: none"> Educatie, training en ondersteuning 	<ul style="list-style-type: none"> Objectenbibliotheken en -attributen
<ul style="list-style-type: none"> Samenwerkingsgerichtheid 	<ul style="list-style-type: none"> Data-uitwisseling



Mijn onderzoek is gericht op de uitwisseling van gegevens tussen diverse partijen. Daarom heb ik nog enkele vragen op het gebied van barrières bij vier subcriteria. In tabel 1 zijn deze vier subcriteria in het groen gemarkeerd. De vragen die bij deze vier subcriteria horen zijn in deel 1 geformuleerd. In dit deel wordt in de vragen onderscheid gemaakt tussen de barrières die er vroeger waren en de barrières die er momenteel zijn. Deel 1 wordt vervolgens gevolgd door deel 2, waar gevraagd wordt om in de template de objectattributen (parameters) aan te geven welke voor jullie als organisatie van belang zijn om verder te kunnen werken met het Bouw Informatie Model. Als laatste heeft Dura Vermeer Bouw Hengelo nog enkele vragen, deze worden gesteld in deel 3 en hebben verder geen betrekking op mijn onderzoek.

Deel 1: barrières (verleden, nu en heden)

Software

Besturings- en toepassingsprogramma's waarmee BIM-toepassingen worden gefaciliteerd.

1. Tijdens de interviews zijn er al een aantal barrières naar voren gekomen. Een voorbeeld van een barrière die naar voren is gekomen, is dat de export naar IFC bij een bepaalde software niet goed verloopt. Kunt u een aantal barrières aangeven waar u tegenaan bent gelopen bij het gebruik van BIM-software binnen en buiten uw organisatie?
2. Kunt u aangeven hoe u deze barrières in het verleden bij het gebruik van BIM-software bent tegen gegaan?
3. Kunt u een aantal barrières aangeven waar u momenteel tegenaan loopt bij het gebruik van software voor het toepassen van BIM?
4. Kunt u aangeven op welke manier u verwacht deze barrières voor het gebruik van BIM-software in de toekomst weg te halen?
5. Kunt u, door de tijd heen (verleden tot heden), aangeven welke ontwikkelingen een nieuwe barrière bij het gebruik van BIM-software hebben gecreëerd?



Objectenstructuur / objectdecompositie

Een methodiek voor naamgeving en codering van objecten (bijv. een Stabu, RGB BIM norm of een NL-SfB codering). Er ontstaat een structuur van coderingen die wordt toegekend aan een fysiek of functioneel element op verschillende detailniveaus van een bouwwerk.

1. Zou u een aantal barrières kunnen benoemen waar uw organisatie tegenaan is gelopen bij de subcriterium objectenstructuur/ objectdecompositie? (Denk hierbij eventueel ook aan barrières bij het gebruik van een standaard codering tussen meerdere partijen of binnen een sector).
2. Kunt u aangeven hoe u deze barrières in het verleden voor de subcriterium objectenstructuur/ objectdecompositie bent tegen gegaan?
3. Zou u een aantal barrières aan kunnen geven waar uw organisatie momenteel tegenaan loopt bij de subcriteria objectenstructuur/ objectdecompositie?
4. Kunt u aangeven op welke manier u verwacht deze barrières voor de subcriterium objectenstructuur/ objectdecompositie in de toekomst weg te halen?
5. Kunt u, door de tijd heen (verleden tot heden), aangeven welke ontwikkelingen een nieuwe barrière bij de subcriterium objectenstructuur/ objectdecompositie hebben gecreëerd?

Objectenbibliotheken en -attributen

Het is mogelijk gebruik te maken van gestandaardiseerde objecten vanuit een objectenbibliotheek. De objectattributen vormen een toevoeging van niet grafische informatie aan objecten in het bouwmodel, waarmee onder meer kenmerken en eigenschappen van een object worden gedefinieerd.

1. Kunt u een aantal barrières noemen die betrekking hebben gehad op de objectenbibliotheken en -attributen binnen uw organisatie en bij het gebruik van objectbibliotheken en -attributen tussen diverse partijen?



2. Kunt u aangeven hoe u deze barrières in het verleden bij het gebruik van objectenbibliotheken en -attributen bent tegen gegaan?
3. Kunt u een aantal barrières noemen die momenteel betrekking hebben op de objectenbibliotheken en -attributen binnen uw organisatie en bij het gebruik van objectbibliotheken en -attributen tussen diverse partijen?
4. Kunt u aangeven op welke manier u verwacht deze barrières bij de objectenbibliotheken en -attributen in de toekomst weg te halen?
5. Kunt u, door de tijd heen (verleden tot heden), aangeven welke ontwikkelingen een nieuwe barrière bij de objectenbibliotheken en -attributen hebben gecreëerd?

Data-uitwisseling

De uitwisseling van data, het delen en verder werken op basis van gegevens (bouwmodellen) van ketenpartners. Dit maakt het mogelijk om data van diverse ketenpartners te integreren in één BIM.

1. Zou u een aantal barrières aan kunnen geven die betrekking hebben gehad op de data-uitwisseling binnen uw organisatie (intern) en tussen diverse partijen (extern) via een BIM? (Denk hierbij ook aan barrières bij data-uitwisseling op vertrouwen of door middel van een contract).
2. Kunt u aangeven hoe u deze (interne en externe) barrières in het verleden bij de data-uitwisseling bent tegen gegaan?
3. Zou u een aantal barrières aan kunnen geven die momenteel betrekking hebben op de data-uitwisseling binnen uw organisatie (intern) en tussen diverse partijen (extern) via een BIM?
4. Kunt u aangeven op welke manier u verwacht deze (interne en externe) barrières bij de data-uitwisseling in de toekomst weg te halen?



5. Kunt u, door de tijd heen (verleden tot heden), aangeven welke (interne en externe) ontwikkelingen een nieuwe (interne of externe) barrière bij de data-uitwisseling hebben gecreëerd?

Ter afsluiting van deel 1

- Bent u nog ontbrekende aspecten tegen gekomen dat betrekking heeft op de informatie-uitwisseling met BIM?
- Heeft u suggesties om onderlinge informatie-uitwisseling te bevorderen en welke voorwaarden zou u daarbij stellen?

Deel 2: objectattributen

Deel 2 heeft betrekking op de objectattributen (objectparameters in het model) die voor jullie van belang zijn in een Bouw Informatie Model om (optimaal) met het model verder te kunnen werken. In het bijgevoegde Excel-bestand staan (in de zelf gemaakte template) de (IFC) parameters die volgens de NEN-ISO 16739 aanwezig kunnen zijn voor uitwisselen van informatie tussen verschillende partijen door middel van IFC. **Aangezien veel organisaties alleen de “knop” IFC-export gebruiken, heb ik een voorbeelduitwerking geschreven om de volgende vragen te kunnen beantwoorden. U zou eerst de voorbeelduitwerking door kunnen nemen voordat u met het Excel-bestand “Objectattributen” aan de slag gaat!**

1. Zou u in het bijgevoegde Excel-bestand “Objectattributen” met een X aan kunnen geven welke parameters voor jullie van belang zijn in het Bouw Informatie Model om verder mee te kunnen werken? **(zie voorbeelduitwerking!!)**.
2. Indien er parameters niet aanwezig zijn, maar wel van belang zijn voor jullie organisatie om mee verder te werken, zou u deze parameters onderaan de lijst in het Excel-bestand willen beschrijven? **(zie stap 3 in de voorbeelduitwerking)**.
3. Denkt u dat deze template helpt bij het efficiënter werken met BIM tussen verschillende partijen?

Indien u eventuele vragen hebt, dan hoor ik het graag!



Afsluiting

Laatste vraag: Heeft u nog eventuele opmerkingen?

Hartelijk dank voor uw tijd en informatie!

Bijlage: Voorbeelduitwerking - Objectattributen t.b.v. deel 2

Dit document is een aanvullend document met betrekking tot deel 2 van de vragenlijst. U zou deze uitwerking kunnen gebruiken bij het invullen van het Excel-document. Deze uitwerking bestaat uit vier stappen. Als eerste wordt het Excel-bestand toegelicht welke bestaat uit drie tabbladen. Twee van de drie tabbladen kunnen worden gebruikt ter informatie. Vervolgens bestaat het invullen van het Excel-bestand uit drie stappen: 1. keuze IFC Type, 2. keuze IFC-parameters en 3. het aangeven van eventuele IFC parameters welke niet in het Excel-bestand beschreven staan, maar die wel voor uw organisatie van belang zijn om verder te kunnen werken met een Bouw Informatie Model.

Stap 0: Inleiding Excel-bestand

1. Open het Excel-bestand.
2. U ziet vervolgens een aantal kolommen:
Kolom B geeft een weergave van bestaande IFC Typen volgens NEN-ISO 16739 voor het uitwisselen van informatie via IFC. IfcBeam is een Beam / balk, IfcColumn is een kolom, IfcCovering is een afwerking en etc..
Door op het + te klikken (links van de IFC Typen, zie figuur hieronder), worden kolommen C en D uitgeklaapt/weergegeven. Deze kolommen zijn nodig om de objectattributen / parameters van een object aan te geven die voor uw organisatie van belang zijn.



	A	B	C	D
1				
2	Objectattributen / Property Set (ISO 16739)			
3				
4		IFC Type	Base Quantities & Property Sets	Naam (IFC parameters)
5				
6		IfcBeam		
26		IfcColumn		
45		IfcCovering		
62		IfcCurtainWall		

Annotations: A red box with a '+' sign points to the '+' icons in the first column. A red box labeled 'Kolom' points to the header of column D.

Kolom C maakt onderscheid tussen Base Quantities en Property Sets die de parameters in kolom D categoriseren.

Kolom D geeft een weergave van de IFC-parameters volgens de NEN-ISO 16739.

Figuur hieronder geeft een weergave van deze drie kolommen die uitgeklapt zijn door op het + te klikken.

IFC Type	Base Quantities & Property Sets	Naam (IFC parameters)
IfcBeam		
	<u>Base Quantities:</u>	
		(Nominal)Length
		CrossSectionArea
		OuterSurfaceArea
		GrossSurfaceArea
		GrossVolume
		NetVolume
		GrossWeight
		NetWeight
	<u>Property Set:</u>	
		Reference



In kolom E (*Naam organisatie*) kunt u met een x aangeven of deze IFC Type en IFC-parameters voor uw bedrijf van belang zijn in het (BIM) model om met het model verder te kunnen werken, zodat dubbelwerk vermeden kan worden.

Kolom F en verder hoeft u niet te gebruiken.

3. Het Excel-bestand bestaat uit drie tabbladen (zie figuur hieronder):



Objectattributen: Als u punt 2 hebt bekeken, dan heeft u al een gedeelte van het tabblad objectattributen gezien. In dit tabblad is het de bedoeling dat u in kolom E aangeeft welke IFC Type en IFC-parameters voor uw bedrijf van belang zijn.

Info: In dit tabblad hoeft u niks in te vullen. Hierin wordt in het Nederlands aangegeven wat elk IFC-parameter inhoudt.

Info (2): In dit tabblad hoeft u ook niets in te vullen. Hierin is visueel te zien wat elk IFC Type inhoudt, zodat het makkelijker te herleiden valt naar de objecten voor uw werk.

4. Einde Stap 0, nu wordt een stappenplan (stap 1 t/m 3) beschreven voor het invullen van het Excel-bestand.



Stap 1: keuze IFC Type

Als eerste is het aan te raden om aan te geven (in kolom E) welke IFC Type(n) voor uw organisatie van belang zijn, zie figuur hieronder. Bijvoorbeeld, indien u gebruikt maakt van kolommen, zet dan een X bij IfcColumn. Het kan ook voorkomen dat er geen parameters voor u van belang zijn. (*tabblad Info (2) kunt u hiervoor gebruiken, indien u niet weet welke objecten onder een bepaald IFC Type vallen.*)

	IFC Type	Base Quantities & Property Sets	Naam (IFC parameters)	Naam Organisatie
4				
5				
+	6	IfcBeam		X
+	26	IfcColumn		X
+	45	IfcCovering		
+	62	IfcCurtainWall		X
+	78	IfcDoor		
+	101	IfcFooting		X
+	113	IfcMember		

Stap 2: keuze IFC-parameters

Klap vervolgens de regels/IFC Type uit die u met een X hebt aangegeven door middel van de + (links). In figuur hieronder heb ik alleen als voorbeeld de IfcColumn uitgeklaapt, vervolgens ziet u de IfcParameters die door NEN-ISO 16739 aangegeven zijn bij deze IFC Type (Column). Geef vervolgens met een X aan welke IfcParameters voor uw organisatie van belang zijn. (**Gebruik hiervoor eventueel tabblad Info om de betekenis en omschrijving van een bepaald IfcParameter in het Nederlands te achterhalen.**)

+	6	IfcBeam		X
+	26	IfcColumn		X
+	27		<u>Base Quantities:</u>	
+	28		NominalLength	X
+	29		CrossSectionArea	
+	30		OuterSurfaceArea	
+	31		GrossSurfaceArea	
+	32		GrossVolume	X
+	33		NetVolume	X
+	34		GrossWeight	X
+	35		NetWeight	X
+	36		<u>Property Set:</u>	
+	37		Reference	X
+	38		Status	
+	39		Slope	
+	40		Roll	
+	41		IsExternal	X
+	42		ThermalTransmittance	X
+	43		LoadBearing	X
+	44		FireRating	X
-	45	IfcCovering		



Stap 3: alternatieve IFC-parameters

Indien er eventuele parameters ontbreken, maar die wel van belang zijn om met het BIM-model verder te kunnen werken, dan kunt u dit onderaan in het Excel-bestand vermelden (zie figuur hieronder).

Geef hier aan indien er parameters niet aanwezig zijn, maar wel voor jullie van belang zijn:	
IFC type:	IFC parameters:
- *****	- *****
- *****	- *****
- *****	- *****
- *****	- *****

----- EINDE VOORBEELDUITWERKING -----