

BIM-samenwerking in zicht

De ontwikkeling van een maturity model om de potentiële samenwerking met Building Information Modelling met (keten)partners inzichtelijk te maken

Afstudeerverslag

Antony Damen

Mei 2013



Ballast Nedam

UNIVERSITEIT TWENTE.

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

[John Maxwell]

Colofon

Afstudeeronderzoek

Titel: BIM-samenwerking in zicht
Subtitel: *De ontwikkeling van een maturity model om de potentiële samenwerking met Building Information Modelling met (keten)partners inzichtelijk te maken*

Onderwijsinstelling: Universiteit Twente, Faculteit Construerende Technische Wetenschappen
Afdeling Construction Management & Engineering

Bedrijf: Ballast Nedam Bouw & Ontwikkeling West

Vak: CEM Master Thesis Construction
Auteur: A.F. Damen (Tony)
Studentnummer: s0142514

Rapport

Status: Definitief
Datum: 21-5-2013
Aantal pagina's: 107

Contactgegevens

Universiteit Twente
Faculteit Construerende Technische Wetenschappen
Afdeling Bouw/Infra
Postbus 217
7500 AE Enschede
Tel. 053 489 91 11

UNIVERSITEIT TWENTE.

Ballast Nedam Bouw & Ontwikkeling West B.V.
Fascinatia Boulevard 582
2909 VA Capelle aan den IJssel
Tel. 010 235 01 11



Begeleiding

Universiteit Twente: Dr. J.T. Voordijk (Afstudeerdocent)
Ir. L.L. Olde Scholtenhuis

Ballast Nedam: Ing. R.M. Schippers (Eerste bedrijf begeleider)
Dr. ir. A. M. Adriaanse (Tweede bedrijf begeleider)

Voorwoord

Met het hier gepresenteerde onderzoek rond ik mijn master Civil Engineering & Management af aan de Universiteit Twente. Hiermee zet ik tevens een punt achter mijn studententijd en is het tijd voor een nieuwe uitdaging.

Het onderzoek heb ik met veel plezier uit kunnen voeren bij Ballast Nedam. Veel dank gaat dan ook uit naar de enthousiaste medewerkers die mij bij de aanvang wegwijs maakten. Door hen heb ik zowel veel geleerd over mijn onderzoeksveld als over de aannemerswereld. Specifiek wil ik Richard Schippers en Arjen Adriaanse bedanken voor hun goede begeleiding en hun kritische blik. Ook Jasper Schut erg bedankt voor de vele ritten en discussies tussen Utrecht en Capelle aan den IJssel.

Van de Universiteit Twente wil ik Hans Voordijk bedanken voor zijn opbouwende commentaar en zijn positieve houding.

Ook bedankt aan de lezers die mijn verslag doorgespit hebben en voor de nodige verbeteringen hebben gezorgd.

Als laatst wil ik mijn ouders noemen. Door hun steun heb ik mezelf zowel door mijn studie als naast mijn studie mogen ontwikkelen, wat ik mijn hele leven zal meenemen.

Utrecht, mei 2013

Tony Damen

Samenvatting

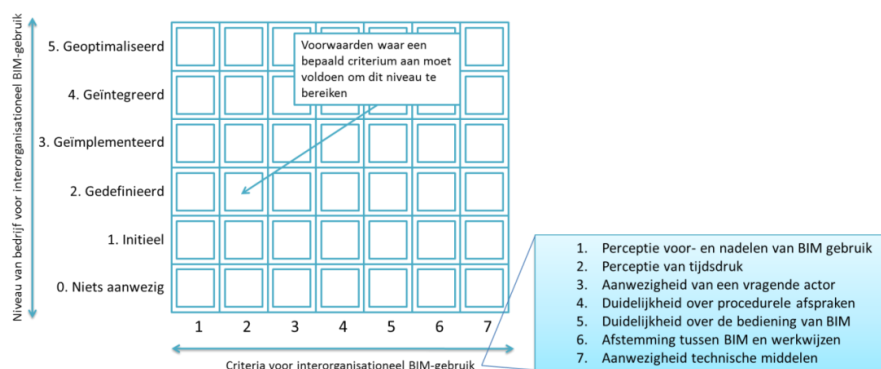
De implementatie van een Building Information Model (BIM) in een bouwproject biedt veel voordelen. Een Bouw Informatie Model (BIM) is een digitaal objectgericht model dat niet alleen het eindproduct (het bouwwerk) omvat, maar ook het bijbehorende bouwproces. Het model bevat zowel geometrische als niet-geometrische informatie en wordt gebruikt om gegevens van betrokken partijen en disciplines over de hele levenscyclus van het bouwwerk gestructureerd vast te leggen, te beheren en te hergebruiken (BIM-centrum Ballast Nedam, 2012b). Door BIM te gebruiken kunnen onder andere de kosten en tijd van een project beter beheerst worden (Bryde, Broquetas, & Volm, 2013)

De implementatie van BIM in de constructiesector blijkt echter nog vaak lastig. BIM is namelijk niet alleen een softwarepakket maar veel meer een nieuwe manier van werken (Linderoth, 2010). Hiervoor zijn verbeterde samenwerking tussen bedrijven, andere manieren van modelleren en een verschuiving van traditionele verantwoordelijkheden nodig. Dat implementatie van BIM nog niet van voldoende niveau is bij verschillende bedrijven, is geconstateerd door Ballast Nedam Bouw & Ontwikkeling West (BNBO West). BNBO West constateert daarnaast dat ze bij aanvang van een BIM-project niet voldoende inzicht hebben in de potentie van de BIM-samenwerking met (keten)partners. Dit zorgt ervoor dat later in de projecten problemen met het samenwerken met BIM ontstaan, aangezien sommige (keten)partners niet voldoende competentie hebben.

De wetenschap heeft de problemen van de implementatie van BIM proberen te analyseren en aan te pakken door het BIM proces bij bedrijven te kwantificeren in zogenaamde maturity modellen (Bilal Succar, 2010). Met de maturity modellen ontstaat er meer inzicht over de BIM competenties van bedrijven. De huidige modellen zijn echter vaak gericht op de groei van de interne organisatie en minder op de potentiële externe BIM-samenwerking tussen bedrijven. Hier zit dan ook een gat in de literatuur en daarom is besloten om in dit onderzoek een nieuw maturity model op te stellen om dit op te vullen.

Model

Het maturity model is opgebouwd uit zes niveaus. Deze onderverdeling wordt al gebruikt in twee bekende BIM-maturity modellen (Bilal Succar, Sher, & Williams, 2012; The Computer Integrated Construction Research Program, 2012). Daarnaast bevat het model zeven criteria voor ICT-samenwerking, afkomstig van Adriaanse (2007). Per criterium zijn de zes verschillende niveaus beschreven. Stapsgewijs groeit men van intern naar extern gericht BIM-gebruik. Door bedrijven te scoren op de zeven criteria kan worden bepaald of een bedrijf geschikt is voor samenwerking met BIM en waar ze zelf nog in kunnen verbeteren. Voor het bepalen van het niveau is in dit onderzoek een eenvoudige interviewvorm uitgewerkt.



Potentiële BIM-samenwerking maturity model

Validatie

Het model is gevalideerd door het toepassen van bronnentriangulatie. Dit is gedaan door eerst de literatuur te gebruiken om het model op te stellen, daarna BIM-experts en toekomstige gebruikers te raadplegen en vervolgens het model toe te passen op case projecten. Binnen elke stap is ook weer triangulatie gebruikt om de validiteit te garanderen.

Validatie door toekomstige gebruikers en BIM-experts

Ballast Nedam BIM-experts, externe BIM-experts en toekomstige gebruikers binnen BNBO West zijn geïnterviewd. De geïnterviewden herkennen de belangrijkste aspecten voor BIM-samenwerking in de zeven criteria. Er zijn daarnaast geen nieuwe criteria aangedragen die niet gedekt zijn in het model. Hierdoor is geconcludeerd dat het model de belangrijkste criteria bevat. Het komt voor hen ook duidelijk naar voren hoe de verschillende criteria in maturity groeien. Wel zijn er opmerkingen over de verwoordingen van de niveaus. Dit is verwerkt in het model.

Validatie door toepassing

Toepassing van het model bij (keten)partners van BNBO West toont aan dat het model eenvoudig gebruikt kan worden en de BIM-samenwerkingspotentie goed weergeeft. De meeste (keten)partners geven aan dat de niveaubepaling klopt en het model een nuttig inzicht verschaft in de maturity van BIM binnen hun organisatie.

Conclusie

Wetenschappelijk is het model interessant omdat het een specifiekere methode verschaft om de BIM-maturity voor samenwerking inzichtelijk te maken. Er zijn al verscheidene modellen beschikbaar voor BIM-maturity maar die zijn meer gefocust op het vastleggen van de interne bedrijf of project maturity.

Praktisch kan met het maturity model het niveau van de potentiële BIM-samenwerking met (keten)partners gemeten worden. Met deze informatie kunnen projectteams betere beslissingen nemen over welke toepassing van BIM men samen in het project kan realiseren. Tevens geeft het voor de beoordeelde partijen inzicht waarin zij intern nog kunnen verbeteren.

Summary

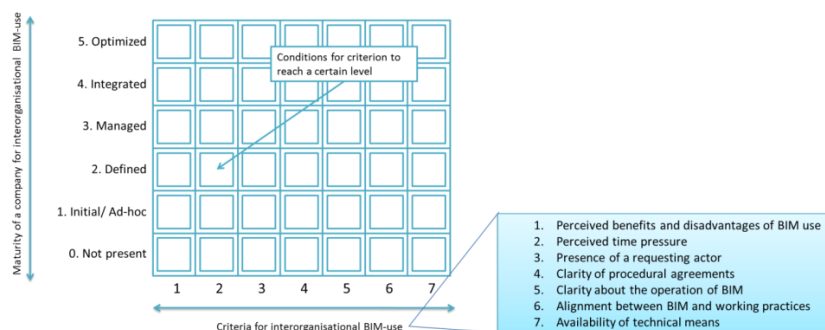
The implementation of a Building Information Model (BIM) in a construction project can have quite some advantages. A Building Information Model is a digital object based model which not only contains the end result (the building), but also the building process. The model contains geometric as non-geometric data and is used to gather, structure and reuse all the data the different disciplines supply over the whole lifecycle of the building (BIM-centrum Ballast Nedam, 2012b). By using BIM Bryde et al. (2013) identified that cost and time reduction or control can be improved in a building project.

However, the implementation of BIM in the construction industry is not an easy process. BIM is not only a new design software but a whole new way of working (Linderoth, 2010). In order to be successful a better collaboration between partner companies is required. Besides there is a need for a new way of designing and a shift in the traditional responsibilities of construction firms. Ballast Nedam Bouw & Ontwikkeling West (BNBO West) has also observed that various companies have not yet obtained the required competence to work efficiently with BIM. BNBO West concluded that they don't have enough insight in the level of BIM competence of current supply chain partners. This has led to inefficiencies and problems in using BIM in current projects, particularly in the cooperation of project partners.

Current research has tried to analyze the implementation of BIM within construction companies. It has quantified the BIM processes of companies in so-called maturity models (Bilal Succar, 2010). With these models more insight in the BIM competence of companies is achieved. However the current models focus mainly on the internal organization of companies, and less to assess the potential BIM-collaboration aspect between companies. Therefore it is the purpose of this research to design a model, which focuses on the BIM implementation in the cooperation between partner companies in projects.

Model

In this model six maturity levels are distinguished. This subdivision has been used in two BIM-maturity models currently described in literature (Bilal Succar et al., 2012; The Computer Integrated Construction Research Program, 2012). The model is based on seven criteria for ICT-collaboration in construction from Adriaanse (2007). For each criterion the six maturity levels are described. Stepwise a described company develops from internal towards external BIM implementation. By scoring the companies on the different criteria a better insight in their potential BIM-collaboration is achieved. In order to determine the right score for companies in this survey, a simple interview form has been developed.



Potential BIM-collaboration maturity model

Validation

The model is validated by applying source triangulation. Firstly relevant literature has been used to set up the model, then BIM experts' en future users of the model have been consulted and finally the model has been applied in sample projects. Within each step again three different sources have been used in order to guarantee the validation.

Validation future users and experts

Ballast Nedam BIM experts, external BIM experts and future users have been interviewed, in order to validate the model with three sources. All interviewees recognize the most important aspects of BIM cooperation in the seven criteria. No new criteria have been proposed, which were not covered in the model. Therefore it is concluded that the model contains the most important criteria. It is also evident for the interviewees how the different criteria grow in maturity. Only some observations were made concerning the formulation of the levels. These remarks have been included in the model.

Validation by application

By using the model on current supply chain partners of BNBO West it is concluded that the model is easy to use and correctly represents the BIM-collaboration. Most supply chain partners indicate that the representation is correct and that the model provides them useful insight in the maturity of BIM within their organization, and where they need to improve.

Conclusion

Scientifically the model is interesting because it gives a specific method to measure BIM-maturity for collaboration. Several other BIM-maturity models are already available, but these are more focused on the company internally or the project.

With the developed model it is possible to get better insight in the potential BIM-collaboration of supply chain partners. With this insight project teams can make a better founded decision on which application of BIM will be possible in a project. Also the model provides a better insight to supply chain partners in which areas they need to improve in the future.

Inhoudsopgave

COLOFON	3
VOORWOORD	5
SAMENVATTING	6
MODEL	6
VALIDATIE	7
CONCLUSIE	7
SUMMARY	8
MODEL	8
VALIDATION	9
CONCLUSION	9
INHOUDSOPGAVE	10
LIJST MET FIGUREN	12
LIJST MET TABELLEN	13
BEGRIPPENLIJST	14
AFKORTINGEN	15
1 INLEIDING	16
1.1 AANLEIDING	16
1.2 BALLAST NEDAM	17
1.3 SAMENVATTING	17
2 ONDERZOEKSMETHODOLOGIE	18
2.1 PROBLEEMSTELLING	18
2.2 DOELSTELLING	19
2.3 VRAAGSTELLING	21
2.4 ONDERZOEKSMODEL	21
2.5 ONDERZOEKSSTRATEGIE	22
2.6 CASES	24
2.7 SAMENVATTING	26
3 THEORIE	27
3.1 BUILDING INFORMATION MODELLING	27
3.2 BIM-TOEPASSINGEN	30
3.3 MATURITY	30
3.4 HUIDIG MODEL OF EIGEN ONTWIKKELING	38
3.5 CONCLUSIE	41
4 ONTWIKKELING MODEL	42
4.1 FASE 1 - SCOPE	42
4.2 FASE 2 – DESIGN	42
4.3 FASE 3 – POPULATE	43

4.4	CONCLUSIE	55
5	CONTROLE MODEL	56
5.1	CONTROLE MODEL AAN EISEN	56
5.2	INTERVIEWS TOEKOMSTIGE GEBRUIKERS EN EXPERTS	57
5.3	TOEPASSING VAN DE AUDIT BIJ HUIDIGE (KETEN)PARTNERS	63
6	VERBETERING MODEL & INTERPRETATIE RESULTATEN	72
6.1	VERBETERING MODEL	72
6.2	VERGELIJKING (KETEN)PARTNERS IN ÉÉN WEERGAVE.....	75
6.3	WAARDE VAN HET MODEL	76
6.4	CONCLUSIE	77
7	CONCLUSIE & DISCUSSIE	78
7.1	CONCLUSIE	78
7.2	DISCUSSIE.....	80
	LITERATUURLIJST	82
	APPENDIX	85
	APPENDIX A – VERTALING BIM-TOEPASSINGEN.....	86
	APPENDIX B – BENODIGDE NIVEAUS	88
	APPENDIX C – INTERVIEW PROTOCOL TOEKOMSTIGE GEBRUIKERS EN EXPERTS	90
	APPENDIX D – SPECIEKE OPMERKINGEN UIT INTERVIEWS	91
	APPENDIX E – AGENDA BEPALEN POTENTIËLE BIM-SAMENWERKING.....	95
	APPENDIX F – UITLEG NIVEAU (KETEN)PARTNERS	99

Lijst met figuren

FIGUUR 1 - UITLEG AANLEVEREN DATA BIM (CORSTENS, 2011)	18
FIGUUR 2 - VERSCHIL TUSSEN VERWACHTE EN MOGELIJKE BIM-DELIVERABLES VAN (KETEN)PARTNERS.....	19
FIGUUR 3 - ONDERZOEKSMODEL	21
FIGUUR 4 - BRONNENTRIANGULATIE VOOR VALIDATIE ONDERZOEK.....	23
FIGUUR 5 - SUPPLY CHAIN BOUWSECTOR (BEACH, WEBSTER, & CAMPBELL, 2005)	24
FIGUUR 6 - VISUALISATIE FUTURA ZOETERMEER.....	25
FIGUUR 7 - VISUALISATIE STATIONSLOCATIE	25
FIGUUR 8 - STAP I ONDERZOEKSMODEL	27
FIGUUR 9 - WAARDE VERLIES BIJ TRADITIONELE INFORMATIE UITWISSELING TEGENOVER DE IDEALE SITUATIE (FIKKERS ET AL., 2012)	28
FIGUUR 10 - VOORDELEN VAN BIM IN HET BOUWPROCES (GOOSSEN & SPEKKINK, 2011)	29
FIGUUR 11 - SOORTEN BIM-PROJECTEN (FOX & HIETANEN, 2007).....	29
FIGUUR 12 - ALLE MOGELIJKE BIM-TOEPASSINGEN (THE COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM, 2010)	30
FIGUUR 13 - PROCESSTAPPEN VOOR BEPALEN GESCHIKTHEID (KETEN)PARTNER.....	32
FIGUUR 14 - CAPABILITY STAPPEN IN BIM-IMPLEMENTATIE (BILAL SUCCAR, 2010)	33
FIGUUR 15 - MATURITY NIVEAU IN ELKE STAP (BILAL SUCCAR, 2010)	33
FIGUUR 16 - VISUALISATIES BIM QUICKSCAN.....	34
FIGUUR 17 - NBIMS BIM CAPABILITY MATURITY MODEL (NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES, 2007)	35
FIGUUR 18 - IBIM MATURITY (BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) WORKING PARTY, 2011).....	36
FIGUUR 19 – EEN DEEL VAN HET PEN STATE BIM-ASSESSMENT TOOL (THE COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM, 2012)	37
FIGUUR 20 - FASES BIJ HET OPZETTEN VAN EEN MATURITY MODEL (DE BRUIN ET AL., 2005)	40
FIGUUR 21 – STAP II ONDERZOEKSMODEL OF TE WEL EERSTE DRIE FASES MODEL BRUIN ET AL. (2005).....	42
FIGUUR 22 - BELANGRIJKSTE ASPECTEN DIE BIJDAGEN AAN GEBRUIK VAN INTERORGANISATIONEEL ICT GEBRUIK (ADRIAANSE, 2007)	44
FIGUUR 23 - MATURITY MODEL VOOR BIM-SAMENWERKING	46
FIGUUR 24 - PROCESSHEMA GEBRUIK BIM-SAMENWERKING AUDIT	52
FIGUUR 25 – ONDERZOEKSSTAPPEN III EN IV OF TE WEL FASE 4 ‘TEST’ VAN DE BRUIN ET AL. (2005).....	56
FIGUUR 26 – PROCESSTAPPEN VOOR HET TOEPASSEN VAN DE AUDIT	63
FIGUUR 27 - BIM-SAMENWERKINGSPROFIEL INSTALLATEURS	65
FIGUUR 28 - BIM-SAMENWERKINGSPROFIEL CONSTRUCTEURS.....	65
FIGUUR 29 - BIM-SAMENWERKINGSPROFIEL ARCHITECTEN	66
FIGUUR 30 - BIM-SAMENWERKINGSPROFIEL AANNEMER.....	67
FIGUUR 31 - DYNAMISCH MODEL MET TOEVOEGING TIJDINDICATIE PIJLEN	73
FIGUUR 32 - DYNAMISCH MODEL DOOR TOEVOEGING KLEUR.....	73
FIGUUR 33 - VOORBEELDEN VOOR CRITERIUM 'AFSTEMMING TUSSEN BIM EN WERKWIJZEN'	73
FIGUUR 34 - GESCHIKTHEID (KETEN)PARTNERS VOOR BIM-SAMENWERKING	76
FIGUUR 35 - STAP V ONDERZOEKSMODEL	78

Lijst met tabellen

TABEL 1 - EISEN VOOR OPSTELLEN AUDIT	31
TABEL 2 - KPI'S VOOR BIM QUICKSCAN (BERLO, DIJKMANS, HENDRIKS, SPEKKINK, & PEL, 2012).....	34
TABEL 3 - EISEN CONTROLE AAN BESTAANDE BIM-MATURITY MODELLEN	38
TABEL 4 - NIVEAU VERDELING EN VRAGEN "PERCEPTIE VAN VOOR- EN NADELEN VAN BIM GEBRUIK".....	47
TABEL 5 - NIVEAUVERDELING EN VRAGEN "PERCEPTIE VAN TIJDSDRUK"	47
TABEL 6 - NIVEAUVERDELING EN VRAGEN "AANWEZIGHEID VAN EEN VRAGENDE ACTOR"	48
TABEL 7 - NIVEAUVERDELING EN VRAGEN "DUIDELIJKHEID VAN PROCEDURELE AFSPRAKEN"	49
TABEL 8 - NIVEAUVERDELING EN VRAGEN "DUIDELIJKHEID OVER DE BEDIENING VAN BIM"	50
TABEL 9 - NIVEAUVERDELING EN VRAGEN "AFSTEMMING TUSSEN BIM EN WERKWIJZEN"	51
TABEL 10 - NIVEAUVERDELING EN VRAGEN "AANWEZIGHEID VAN TECHNISCHE MIDDELEN"	52
TABEL 11 - CONTROLE EISEN EIGEN ONTWIKKELDE MODEL.....	57
TABEL 12 - BIM-TOEPASSINGEN UITGEVOERD DOOR VERSCHILLENDE (KETEN)PARTNERS BIJ STATIONSLOCATIE EN FUTURA	64
TABEL 13 - NIVEAU BENODIGD PER BRANCHE VOOR DE BIM-DOELSTELLINGEN VAN DE TWEE CASE PROJECTEN	64

Begrippenlijst

BIM-capaciteiten: Mate van expertise die een bedrijf of persoon heeft in het gebruiken van BIM-software en -hardware

BIM-capability: Verschillende niveaus die de minimum BIM-requirements weergeven om een BIM-toepassing uit te voeren. Dit niveau wordt gemeten aan de kennis en middelen die het bedrijf in huis heeft.

BIM-deliverables: De oplevering van bepaalde BIM-objecten op de juiste manier zodat BIM-toepassingen gerealiseerd kunnen worden.

BIM-doelstellingen: Bepaalde doelstelling wat met BIM bereikt moet worden in een project. Voorbeelden zijn bouwfouten reductie of tijdwinst.

BIM-maturity: De meting van de volwassenheid van een organisatie in het toepassen van BIM. Hoe meer kennis en ervaring er binnen een bedrijf is, hoe hoger hun niveau is.

BIMmen: Het modelleren van BIM-objecten.

BIM-objecten: Gemodelleerde gebouwonderdelen waaraan informatie gekoppeld is en die tussen bedrijven uitgewisseld kunnen worden. Voorbeeld is een gemodelleerde betonwand waaraan de informatie over de soort beton en de storthoeveelheid gekoppeld is.

BIM-plan project: Een plan waarin vermeld staat wat de doelen en te behalen resultaten zijn voor een specifiek bouwproject uitgevoerd met BIM.

BIM-plan organisatie: Een plan waarin vermeld staat waar een organisatie naar toe wil met BIM. Wat zijn de visie, doelen en strategie van het bedrijf.

BIM-project: Een bouwproject waar BIM wordt toegepast om (delen) van het project te ontwerpen.

BIM-samenwerking: De samenwerking tussen verschillende bedrijven met behulp van BIM.

BIM-software: Software waarmee BIM-objecten gelezen, getekend of beïnvloed kunnen worden.

BIM-toepassing: Een te realiseren voordeel en/of mogelijkheid van BIM. Hieronder vallen onder andere clashcontrole, verhoogde visualisatie en 3D planning.

Building Information Modelling (BIM): Een digitaal objectgericht model dat niet alleen het eindproduct (het bouwwerk) omvat, maar ook het bijbehorende bouwproces. Het model bevat zowel geometrische als niet-geometrische informatie. Het model wordt gebruikt om gegevens van betrokken partijen en disciplines over de hele levenscyclus van het bouwwerk (van initiatief via ontwerp en uitvoering naar beheer & onderhoud) gestructureerd vast te leggen, te beheren en te hergebruiken (BIM-centrum Ballast Nedam, 2012b).

(Keten)partner: Organisatie, buiten de eigen organisatie, die een bijdrage levert aan de totstandkoming en/of levering van het product of professioneel betrokken is bij het product of de klant.

Afkortingen

BIM: Building Information Modelling
BN: Ballast Nedam
BNBO West: Ballast Nedam Bouw en Ontwikkeling West

Afkortingen Criteria

AA: Aanwezigheid van vragende actor
PV: Perceptie van voor- en nadelen van BIM gebruik
PT: Perceptie van tijdsdruk
AT: Aanwezigheid van technische middelen
DB: Duidelijkheid over de bediening van BIM
DP: Duidelijkheid van procedurele afspraken
AW: Afstemming tussen BIM en werkwijzen

1 Inleiding

In dit verslag is het volgende onderzoek gepresenteerd; “BIM-samenwerking in zicht”. Dit onderzoek is uitgevoerd als afstudeeronderzoek voor de masteropleiding Civil Engineering & Management aan de Universiteit Twente. Dit eerste hoofdstuk start met de aanleiding in paragraaf 1.1, gevolgd door een introductie van Ballast Nedam in paragraaf 1.2. Het hoofdstuk sluit af met een korte samenvatting in paragraaf 1.3.

1.1 Aanleiding

Hoewel de bouwsector grote stappen vooruit heeft gemaakt, kent het ook nog vele problemen. Hieronder vallen projecten die te lang duren en te duur zijn, producten die niet afgestemd zijn op de vraag, hoge faalkosten, weinig leereffecten, weinig innovatieve ideeën, een tekort aan (vak)mensen, een beperkt rendement en een slecht imago (Witteveen, 2007). Ook Ballast Nedam herkent deze problemen en is op zoek naar oplossingen hiervoor. Building Information Modelling (BIM) is één van de oplossingen die de laatste jaren snel in opkomst is. De bouwsector ziet intussen de voordelen die het kan leveren en de meeste bouwbedrijven zijn zich dan ook in meer of mindere mate aan het aanpassen aan BIM. Bij BIM werken alle (keten)partners in hetzelfde nD model, waardoor onder andere ontwerpfouten al in een vroeg stadium gedetecteerd kunnen worden en niet pas tijdens de bouw aan licht komen (Straatman, Pel, & Hendriks, 2012). In de literatuur zijn veel definities van BIM te vinden. Voor dit onderzoek is gekozen om de definitie te nemen die het BIM-centrum van Ballast Nedam hanteert.

Een Bouw Informatie Model (BIM) is een digitaal objectgericht model dat niet alleen het eindproduct (het bouwwerk) omvat, maar ook het bijbehorende bouwproces. Het model bevat zowel geometrische als niet-geometrische informatie. Het model wordt gebruikt om gegevens van betrokken partijen en disciplines over de hele levenscyclus van het bouwwerk (van initiatief via ontwerp en uitvoering naar beheer & onderhoud) gestructureerd vast te leggen, te beheren en te hergebruiken (BIM-centrum Ballast Nedam, 2012b).

Uit deze definitie is al snel op te maken dat BIM veel met zich meebrengt. Het is dan ook lastig in te passen in de traditionele werkwijze van de bouwsector. Er moet naast de aanschaf van de software vooral gekeken worden naar de (project)organisatie en hoe die zich moet aanpassen aan het gebruik van BIM (Straatman et al., 2012).

Ballast Nedam Bouw & Ontwikkeling West (BNBO West) is ook gestart met de invoering van BIM in ketenpartnerprojecten. Hierbij worden al in een vroeg stadium (keten)partners betrokken om hun expertise te gebruiken voor het ontwerp. Dit heeft al geleid tot grotere efficiëntie, beter werken met BIM en meer vertrouwen in projecten volgens BNBO West. Toch loopt de BIM-samenwerking niet altijd goed. Dit komt vooral door (keten)partners die van te voren aangeven mee te kunnen met BIM en het tijdens projecten laten afweten. Hierdoor vordert het project minder goed dan verwacht en komen deadlines in gevaar. Er is dus een verschil tussen wat BNBO West van zijn (keten)partners verwacht van BIM en wat ze daadwerkelijk leveren. Dit zorgt ervoor dat het maximale voordeel van werken met BIM in projecten niet behaald wordt. Om dit te verhelpen wil dit onderzoek een methode presenteren om de potentiële BIM-samenwerking van (keten)partners inzichtelijk te maken. Hierdoor kan BNBO West aan het begin van een project beter vaststellen wat ze aan welke partij hebben. Met deze informatie kan een strategie voor BIM bepaald worden. Verschillende strategieën zijn mogelijk waaronder het selecteren van andere (keten)partners, lagere BIM-doelstellingen voor het project kiezen of zelf het modelleren overnemen.

1.2 Ballast Nedam

Ballast Nedam (BN) realiseert voornamelijk integrale projecten in de constructiesector voor bedrijven, overheden en woonconsumenten in Nederland. Zij zijn actief op de gebieden van mobiliteit, wonen, werken, recreatie en energie. Ballast Nedam levert:

- project, proces- en contractmanagement in de fasen ontwikkeling, realisatie en beheer.
- specialistische kennis en (deel)producten.

De omzet van het bedrijf lag in 2010 rond de 1,4 miljard en bij alle bedrijfsonderdelen samen zijn ongeveer 4000 medewerkers actief. De visie van het bedrijf is (Ballast Nedam, 2012);

Al onze oplossingen zijn gericht op samenwerken aan een betere leefomgeving. Dat is samen te vatten in twee woorden: blijvende kwaliteit.

In de visie komt al duidelijk naar voren dat Ballast Nedam wil samenwerken om hierdoor blijvende kwaliteit in zijn projecten te generen. Dit komt onder andere tot uiting door het betrekken van de juiste (keten)partners en het invoeren van BIM.

Dit onderzoek is uitgevoerd bij Ballast Nedam Bouw & Ontwikkeling West (BNBO West). Dit is één van de drie regio's waar Ballast Nedam Bouw & Ontwikkeling uit bestaat. Het hoofdkantoor van de regio west is gelegen in Capelle aan den IJssel. BNBO West is actief in de provincies Zuid-Holland en Utrecht op het gebied van projectontwikkeling, nieuwbouw in woning- en utiliteitsbouw, speciale projecten, groot onderhoud, renovatie, restauratie en woning-/bouwservice. De hoofdactiviteiten op het gebied van utiliteitsbouw lopen uiteen van het realiseren van traditionele kantoor- en bedrijfsgebouwen tot complexe hoog- en laagbouwprojecten. De hoofdactiviteiten op het gebied van woningbouw bestaan uit het realiseren van woonwensen in de meest brede zin van het woord. Ruwweg vallen projecten tot €50 miljoen binnen de verantwoordelijkheid van BNBO West. Grotere projecten vallen onder de verantwoordelijkheid van de overkoepelende holding Bouw & Ontwikkeling.

1.3 Samenvatting

BNBO West is gestart met het invoeren van BIM bij nieuwe projecten. Hierbij worden (keten)partners betrokken om informatie voor het BIM aan te leveren. Tijdens de huidige projecten duiken problemen op omdat (keten)partners niet altijd het benodigde BIM-niveau hebben. Dit zorgt voor problemen tijdens de ontwikkeling en uitvoering van huidige projecten waardoor niet alle beoogde voordelen van BIM gehaald worden. Hiervoor wil dit onderzoek een oplossing geven door een methode te geven om de potentiële BIM-samenwerking van (keten)partners inzichtelijk te maken.

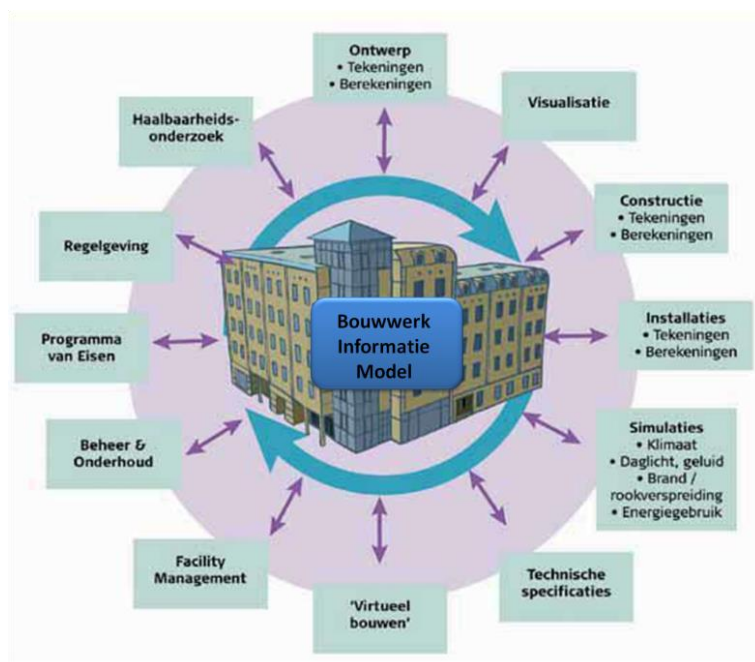
2 Onderzoeksmethodologie

In dit hoofdstuk is de onderzoeksmethodologie omschreven. Hier is duidelijk gemaakt welke problemen er precies zijn en met welke methode dit is opgelost. In paragraaf 2.1 is probleemstelling gegeven waaruit de doelstelling van paragraaf 2.2 voortkomt. De onderzoeksvragen komen in paragraaf 2.3 aan bod en de methode om te komen tot een oplossing in paragraaf 2.4. Paragraaf 2.5 bevat de onderzoekstrategie en in paragraaf 2.6 geeft een beschrijving van de twee case projecten. Een korte samenvatting van het hoofdstuk staat in paragraaf 2.7.

2.1 Probleemstelling

Zoals in paragraaf 1.1 is aangegeven probeert BNBO West doormiddel van Building Information Modelling (BIM) en vergaande samenwerking met (keten)partners het proces in projecten te verbeteren. Deze manier van werken is bij hun pas sinds 2011 in gebruik en heeft dan ook zijn opstartproblemen.

BIM is nog steeds in de ontwikkelingsfase en levert niet alle voordelen die in de literatuur omschreven zijn. Sommige toepassingen van BIM worden al wel gerealiseerd, zoals visualisering gebouw en clashcontroles tussen verschillende ontwerpen, maar ook hier zijn procesmatige problemen vastgesteld. BIM vereist dat alle ontwerpende partijen hun gegevens eenduidig en op één locatie aanleveren zodat de verschillende ontwerpen aan elkaar gekoppeld kunnen worden. Hierdoor zit alle relevante projectinformatie op één locatie, zoals weergegeven in Figuur 1. Door deze centraal opgeslagen informatiebron kunnen bijvoorbeeld kost reducties optreden doordat bouwfouten al bij het ontwerp opgemerkt worden (Bryde et al., 2013). Een vereiste hiervoor is echter dat ontwerpende partijen hun BIM-objecten op een juiste manier modelleren en aanleveren. Doordat het niveau van BIM van de verschillende (keten)partners van BNBO West varieert en niet duidelijk is, is een gedegen ontwerpafstemming tussen partijen niet altijd mogelijk.



Figuur 1 - Uitleg aanleveren data BIM (Corstens, 2011)

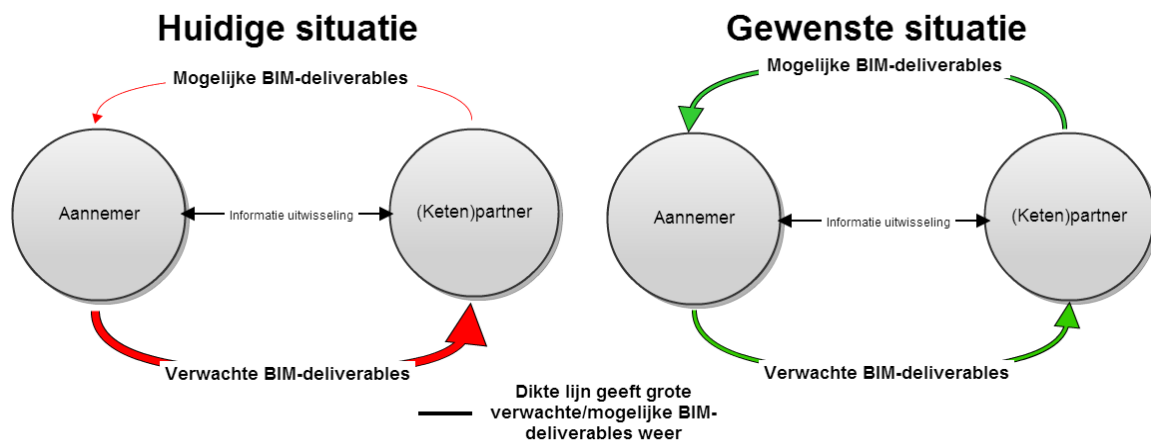
Vaak is aan het begin van het project niet duidelijk of de (keten)partner al voldoende ervaren is met BIM. De (keten)partner zelf geeft echter wel aan voldoende competentie te hebben aangezien ze graag werk willen en willen leren tijdens de projecten. Dit zorgt ervoor dat niet alle voordelen van het toepassen van BIM gehaald worden en men terugvalt in traditionele manier van werken, wat BNBO West juist wil veranderen. Hieruit volgt de volgende probleemstelling.

Probleemstelling

Het BIM-niveau van (keten)partners is niet inzichtelijk aan het begin van projecten waardoor opgestelde BIM-doelstellingen vanuit Ballast Nedam niet altijd haalbaar zijn aangezien het vereiste en verwachte niveau niet door iedereen gehaald worden.

2.2 Doelstelling

Vanuit de probleemstelling volgt dat Ballast Nedam hogere BIM-verwachtingen heeft van zijn (keten)partners dan wat zij op dit moment kunnen leveren. Hierbij gaat het om de gemodelleerde informatie die verschaft moet worden; BIM-deliverables. Bij de selectie van de (keten)partners is nog niet duidelijk of ze geschikte BIM-partners zijn voor het project. Er ontstaat een verschil tussen de verwachte en de mogelijke BIM-deliverables van aannemer en (keten)partner. Dit is weergegeven in Figuur 2 met de doorgetrokken pijlen, waar de dikte aangeeft hoe groot de verwachte en mogelijke BIM-deliverables zijn. De huidige situatie ontstaat in de informatie-uitwisselingfase over het bouwproject. Ballast Nedam vraagt te veel en/of de (keten)partners geven aan meer te kunnen met BIM. Hierdoor worden de gezamenlijke BIM-doelstellingen voor het project hoger, terwijl de (keten)partners dat niet aankunnen. Dit moet gedurende het project opgelost worden. In de ideale situatie zijn de BIM-deliverables van (keten)partners gelijk of groter dan de verwachte BIM-deliverables vanuit BNBO West. Dan zijn er geen BIM-doelstellingen waar niet aan voldaan kan worden vanuit de (keten)partner. Hierdoor loopt het project dan wel goed.



Figuur 2 - Verschil tussen verwachte en mogelijke BIM-deliverables van (keten)partners

Er zijn verschillende oplossingen om de huidige situatie op te lossen.

1. Meer inzicht vergaren in de mogelijke BIM-deliverables van de (keten)partner

Door duidelijker inzicht te vergaren in de BIM-capaciteiten van de (keten)partners, kan de strategie van BNBO West hier beter op afgestemd worden. Er kunnen dan samen met de (keten)partners realistische BIM-doelstellingen gemaakt worden. Hierbij is een audit een geschikte vorm om deze extra informatie te vergaren (Bunker, 2004).

2. Betere uitvraag opstellen voor wat er van BIM verwacht wordt en (keten)partners hieraan verplichten

Om BIM toe te passen moet een goed gemodelleerd BIM-object aangeleverd worden door (keten)partners. BNBO West zou dit kunnen verplichten aan (keten)partners en hiervoor een contract opstellen. Ook is het mogelijk om een duidelijke BIM uitvraag te maken en (keten)partners verplichten hiervoor een plan te laten schrijven, hoe ze hier aan gaan voldoen. Hierdoor heeft de (keten)partner vrijheid om zelf creatief een oplossing te bedenken en kan BNBO West ze aan dit plan verplichten.

3. Zelf de BIM-deliverables modelleren waardoor (keten)partners minder/niets meer hoeven te leveren

Doordat de bottleneck bij (keten)partners ligt, is het eventueel handig om deze weg te halen. Door zelf de expertise van het modelleren van of informatie toevoegen aan het BIM in huis te halen, is BNBO West minder afhankelijk van (keten)partners. Ook is het mogelijk om delen van het modelleren over te nemen.

Voor dit onderzoek is gekozen om oplossing 1 verder uit te diepen. De bedoeling van BNBO West is om met het concept “ketenpartner” vergaande samenwerking te creëren met marktpartijen. Hierdoor is het belangrijk ze juist te blijven betrekken bij het proces, wat optie 3 helemaal niet doet. Tevens is de gedachte van BIM juist om met vele partners het BIM op te bouwen (Gu, Singh, London, Brankovic, & Claudelle, 2008). Optie 2 is hierdoor ook minder nuttig omdat het bij ketenpartners minder om harde contracten gaat en steeds meer om onderling vertrouwen. Samen worden het project gerealiseerd en de winst gedeeld. Hierdoor is het beter om BIM-deliverables op elkaar af te stemmen dan om ze te verplichten in projecten.

Voor optie 1 moeten tijdens de informatie-uitwisselingfase de verwachte BIM-deliverables duidelijk worden overgebracht naar de (keten)partner en moet de (keten)partner duidelijk kunnen maken wat hij hiervan kan leveren. Er is dus meer informatie-uitwisseling nodig en hieruit moet een BIM-niveau bepaald zijn. Er is gekozen om de extra informatie-uitwisseling door een audit te bewerkstelligen, waardoor BNBO West door middel van interviews extra informatie over de (keten)partner krijgt. Hiermee kan voor elke (keten)partner een BIM-niveau bepaald worden. Het opstellen van deze methode is dan ook de doelstelling van dit onderzoek.

Doelstelling

Het opstellen van een externe audit om het BIM-niveau van beoogde (keten)partners te beoordelen door met literatuur en interviews de audit op te stellen en deze te valideren door het toe te passen op projecten uit het heden en verleden.

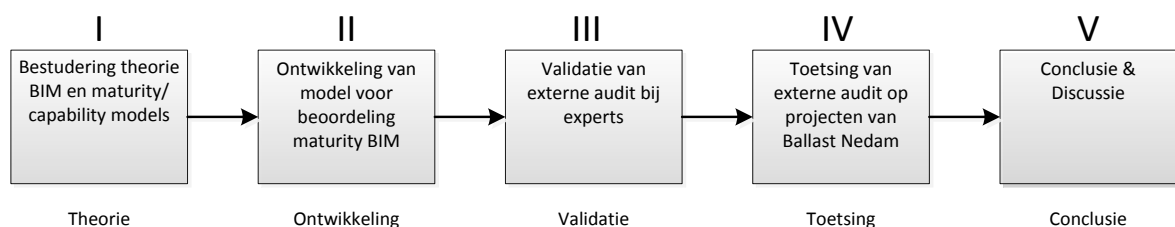
2.3 Vraagstelling

Om tijdens het onderzoek de doelstelling uit te voeren zijn drie hoofdvragen met subvragen opgesteld.

1. Wat zijn de huidige modellen om het BIM-niveau te meten?
 - a. Wat wordt er verstaan onder BIM?
 - b. Welke modellen zijn er ontwikkeld om het niveau van BIM te meten?
2. Hoe moet de potentiële BIM-samenwerking van (keten)partners inzichtelijk gemaakt worden?
 - a. Welke eisen zijn er voor het opstellen van een BIM-niveau beoordeling voor BNBO West?
 - b. Welke criteria van BIM-samenwerking moeten er gemeten worden bij (keten)partners om een goed beeld te krijgen?
 - c. Hoe moet het model er uitzien om het BIM-niveau zo goed mogelijk te beschrijven?
 - d. Wat vinden gebruikers en experts van BIM van het ontwikkelde model?
3. In hoeverre is het ontwikkelde model toepasbaar bij BIM-projecten van BNBO West?
 - a. Welke resultaten geeft het model op huidige (keten)partners van BIM-projecten en komt dit overeen met de werkelijkheid?
 - b. Welke knelpunten zijn er bij toepassing van het model?
 - c. Welke aanpassingen zijn nodig om het model beter toepasbaar te maken?

2.4 Onderzoeksmodel

In Figuur 3 is het onderzoeksmodel weergegeven dat tijdens het onderzoek als stappenplan gebruikt is (Verschuren & Doorewaard, 2007). (I) Allereerst is de relevante theorie geraadpleegd om (II) vervolgens een externe audit op te stellen. (III) Hierna zijn de criteria en vragen van de audit doormiddel van interviews met experts gevalideerd. (IV) In de volgende stap is de audit getoetst op projecten van BNBO West om te zien of het model ook in de praktijk stand houdt, (V) waarna conclusies en aanbevelingen voor het gebruik van de audit gegeven zijn. Hierbij wordt BIM-niveau vervolgens aangegeven als BIM-maturity, wat de veel gebruikte term is in de literatuur (Bilal Succar et al., 2012).



Figuur 3 - Onderzoeksmodel

2.4.1 Theorie

Hier is de basis voor het onderzoek gelegd. Vanuit de theorie over BIM en maturity modellen is een raamwerk opgezet. Verschillende modellen zijn aan bod gekomen en tegen elkaar afgewogen. Hierbij is gekeken of ze relevantie hebben voor het onderzoek.

2.4.2 Ontwikkeling audit

Hier is vanuit de theorie een externe audit ontwikkeld om toe te passen bij (keten)partners. Hiervoor is eerst de gewenste informatie over de BIM-capaciteiten achterhaald. Bepaald is welke criteria van belang zijn om voldoende maturity en capability in BIM te hebben en de relevante vragen zijn opgesteld om dit bij bedrijven te testen. Huidige modellen en audit tools zijn vertaald naar de specifieke situatie vanuit BNBO West voor BIM-samenwerking met (keten)partners.

2.4.3 Validatie

De opgestelde audit is gevalideerd bij BIM experts en bij toekomstige gebruikers van het model. Het gaat hierom of de opgestelde vragen en criteria relevant zijn en er geen vragen ontbreken. Dit is getest door semigestructureerde interviews af te nemen en vervolgens de resultaten te verwerken in het model.

2.4.4 Toetsing aan praktijk

Door huidige (keten)partners van bouwprojecten te testen met het model, is gevalideerd of het model de juiste informatie boven haalt. Hierbij gaat het er om dat als een (keten)partner laag scoort op zijn maturity er waarschijnlijk problemen zijn opgetreden gedurende het project met de aannemer. Dit is gevalideerd bij de betrokkenen van BNBO West bij het project. Er zijn twee case projecten geanalyseerd. Deze komen in paragraaf 2.6 aan bod.

2.4.5 Conclusies & discussie

Tot slot zijn conclusies, een discussie en aanbevelingen gegeven wat de wetenschap en Ballast Nedam met het onderzoek kan. Ook is aangegeven wat verder onderzocht moet worden. Als laatste is gekeken wat er verder gedaan moet worden om het model te valideren, verfijnen en verbeteren.

2.5 Onderzoeksstrategie

In dit hoofdstuk is verder uitgelegd hoe het onderzoek is opgezet en hoe de validiteit van het onderzoek gewaarborgd is.

2.5.1 Methode

De onderzoeksstrategie is vormgegeven als een ontwerpgericht kwalitatief onderzoek (Verschuren & Doorewaard, 2007). Er is voor dit onderzoek namelijk een duidelijke probleemanalyse opgesteld en deze problemen zijn verbeterd door het ontwerp van een audit. Zo ontstaat meer inzicht in de BIM-maturity van (keten)partners.

Er zijn vier soort vereisten om een ontwerpgericht onderzoek op te zetten; functionele, contextuele, gebruikers, en structurele vereisten (Verschuren & Doorewaard, 2007). Bij functionele eisen gaat het erom waar het ontworpen object aan moet voldoen. Hier gaat het dus om aan welke eisen de audit moet voldoen voordat hij succesvol genoemd kan worden. Contextuele eisen gaan over welke eisen de omgeving stelt aan de audit. De gebruikers eisen sluiten hierbij aan maar gaan specifiek over de eisen van toekomstige gebruikers van de audit en welke functionaliteiten zij belangrijk vinden. De structurele eisen zijn de materiële en immateriële eisen die de audit moet hebben en volgen uit de vorige drie eisen pakketten. Alle eisen voor het maturity model zijn weergegeven in paragraaf 3.3.1 in Tabel 1 en zijn opgesteld in samenspraak met BNBO West.

Om de audit te ontwikkelen is de huidige theorie eerst verzameld en gestructureerd. Vanuit de wetenschappelijke artikelen over BIM en maturity modellen zijn de verschillende modellen vergeleken met de opgestelde eisen. Voldoet er geen model dan kunnen de huidige modellen dienen als een startpunt voor eigen ontwikkeling.

2.5.2 Validiteit

Om een model te valideren noemt Denzin (1989) bronnentriangulatie als methode om dit te bereiken. Bergsma (2003) benoemt deze ook en noemt een tweede, feedback van respondenten. In dit onderzoek is bronnentriangulatie toegepast door verschillende bronnen te gebruiken om het model op te bouwen en te valideren. Hierdoor is de wetenschappelijke waarde bewaakt. De drie bronnen die gebruikt zijn voor de opbouw en validatie van het model zijn in Figuur 4 weergegeven. Hierbij is in elke bron ook weer triangulatie toegepast.

- Literatuur

In de literatuur stap zijn verschillende soorten bronnen gebruikt om bronnentriangulatie te creëren. Ten eerste zijn verschillende huidige BIM-maturity modellen geanalyseerd om dit vervolgens te combineren met ICT-samenwerking literatuur. Hierdoor zijn er verschillende invalshoeken geraadpleegd om het model van verschillende kanten op te bouwen.

- Interviews experts en gebruikers

Bij de interviews is direct tijdens het gesprek feedback gevraagd over de interpretatie. Hierdoor kon de geïnterviewde ook weer direct aangeven of zijn mening goed begrepen was. Daarnaast zijn er drie verschillende groepen benaderd om het model te valideren. Dit zijn toekomstige gebruikers, BIM-experts binnen BN en externe BIM-experts. Hierdoor zit ook in deze stap bronnentriangulatie en dus een degelijke validatie.

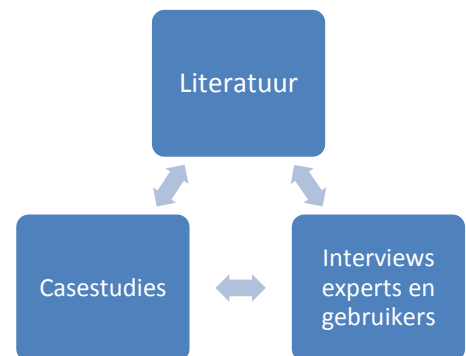
- Casestudies

Tijdens de casestudies is het model afgenomen bij huidige (keten)partners van BNBO West. Ten eerste zijn medewerkers op de werkvloer geïnterviewd. Ten tweede zijn de antwoorden geïnterpreteerd en opgestuurd aan de geïnterviewden om zo feedback te ontvangen. In de derde stap zijn medewerkers van BNBO West gevraagd of de interpretatie overeen komt met hun beleving van de (keten)partners. Hierdoor zit ook hier bronnentriangulatie in verwerkt en is gesteld dat deze stap gevalideerd is.

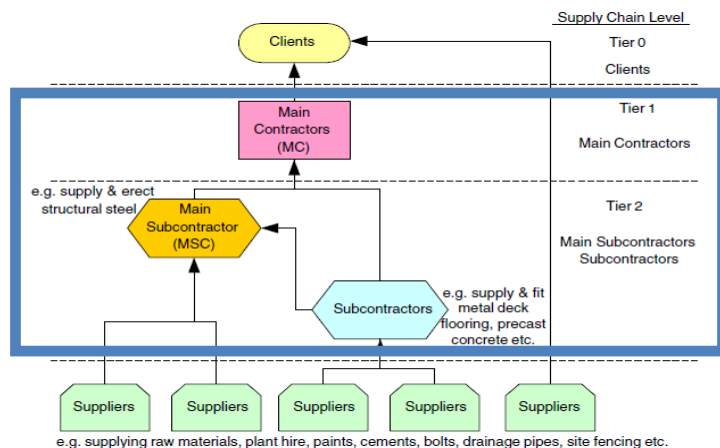
De tweede methode die Bergsma (2003) benoemt om een valide model te creëren, is feedback van respondenten. Dit is bewerkstelligd door tijdens de twee casestudies en tijdens de interviews direct en achteraf feedback te vragen over de interpretatie van antwoorden.

2.5.3 Scope

In dit verslag is er bij samenwerking in BIM vooral gekeken naar de relatie van aannemer met onderaannemer zoals weergegeven in Figuur 5 met het blauwe kader. De opdrachtgever is hier buiten beschouwing gelaten, hoewel ook hier voordelen behaald kunnen worden doormiddel van BIM-samenwerking. De leverancier van materialen is ook niet naar gekeken aangezien het onderzoek vooral wil focussen op de strategische (keten)partners.



Figuur 4 - Bronnentriangulatie voor validatie onderzoek



Figuur 5 - Supply chain bouwsector (Beach, Webster, & Campbell, 2005)

In dit onderzoek is er vanuit gegaan dat Building Information Modelling een IT-oplossing is die wordt toegepast om proces verbetering in bouwprojecten te realiseren. Dit wordt vooral bewerkstelligd door betere informatie-uitwisseling tussen partijen die eerder niet mogelijk was (Barlish & Sullivan, 2012).

2.6 Cases

Om de ontwikkelde audit te testen zijn twee cases geselecteerd die op dit moment in uitvoering zijn bij BNBO West. De twee cases zijn gekozen omdat ze beide met BIM worden uitgevoerd en hierbij dezelfde doelstellingen hebben. Daarnaast zijn bij de case projecten andere architecten en constructeurs betrokken. Hierdoor zijn vergelijkingen tussen bedrijven mogelijk. Eerst zijn de BIM-doelstellingen van beide projecten toegelicht, waarna de twee case projecten beschreven zijn.

2.6.1 Doelstelling BIM projecten

Bij zowel Futura als Stationslocatie zijn dus dezelfde BIM-doelstellingen opgesteld vanuit BNBO West. Hierin zijn de verwachtingen van BIM vanuit BNBO West weergegeven en hieraan moeten de (keten)partners dus kunnen voldoen. De BIM-doelstellingen zijn hieronder weergegeven.

Belangrijkste BIM-doelstellingen Futura en Stationslocatie (BIM-centrum Ballast Nedam, 2011, 2012a)

- Virtuele controle van het ontwerp. Het 3D model verschaft de mogelijkheid om digitaal (visueel en geautomatiseerd) modelanalyses (clashdetectie) uit te voeren op raakvlakken tussen partijen tijdens het ontwerpproces. In een later stadium zullen ook 3D modellen van leveranciers hierin worden meegenomen.
- Leveren van beter inzicht in het bouwproces (incl. kranen, tijdelijke voorzieningen, etc.) voor alle betrokkenen. Een 4D model verschaft inzicht in welke activiteiten wanneer in de tijd worden uitgevoerd en verbetert daarmee de afstemming tussen partijen. Hierdoor kunnen werkmethoden geoptimaliseerd worden.
- Efficiënt hoeveelheden genereren van bouwkundige en constructieve objecten (dus niet uit de installatietechnische objecten). Uit het 3D model kunnen snel hoeveelheden afgeleid worden die als input gebruikt kunnen worden door de calculatie, werkvoorbereiding en uitvoering.

- Digitaal communiceren. In het proces van de tekeningen vervaardigen is een eenduidige en centrale borging van opmerkingen gewenst. Hierbij willen we de toegevoegde waarde van de koppeling tussen de digitale bronnen volop benutten. Op de 2D tekeningen (dwfx-bestanden) kunnen er digitaal opmerkingen worden gemaakt door alle betrokkenen. Deze kunnen worden bijgehouden in 1 bestand en kunnen weer teruggelezen worden in het bronbestand van de 2D tekening (Revit).

2.6.2 Futura

Eén project waar specifiek op ingezoomd is, is de bouw van het appartementen complex Futura te Zoetermeer. Dit project is uniek in zijn soort en de verwachting is dat hij bij oplevering aan het BREEAM-NL duurzaamheidskeurmerk van 'very good' zal behoren (ASR, Ballast Nedam, & Gemeente Zoetermeer, 2012). Tijdens de selectiefase van (keten)partners voor het project vanuit BNBO West is vooral gekeken naar de kwaliteit en betrouwbaarheid die een partner kan



Figuur 6 - Visualisatie Futura Zoetermeer

toevoegen, en minder naar de prijs. Daarnaast is er een hoge mate van samenwerking gedurende het hele project geëist en dat Futura werd ontworpen met BIM software (Ballast Nedam & ASR, 2011). Zowel samenwerking als BIM integratie is volgens de betrokkenen goed opgestart en de mate van samenwerking leidde tot een snel proces en verhoogde efficiëntie. Naar mate het project vorderde en deadlines naderden, werden door Ballast Nedam problemen opgemerkt. Voorbeelden hiervan zijn dat (keten)partners weer terug vielen in hun traditionele manier van ontwerpen. Afstemming tussen verschillende bedrijven werd minder en naar mate deadlines dichterbij kwamen werd het modelleren onzorgvuldig afgerond, waardoor fouten ontstonden.

2.6.3 Stationslocatie

Het tweede project waar het ontwikkelde model op de betrokken (keten)partners getest gaat worden is Stationslocatie in Alphen aan den Rijn. Hierbij zijn dezelfde installateurs als Futura erbij gevraagd en zijn er een nieuwe constructeur en architect bij betrokken. Hierdoor is dit project interessant aangezien een vergelijking met de architect en constructeur van Futura gemaakt kan worden.



Figuur 7 - Visualisatie Stationslocatie

Stationslocatie is een nieuwbouw project voor zorgwoningen, een commerciële ruimte van 1.500 m² met bijbehorende parkeerplaatsen. Begin 2013 is projectontwikkeling nog bezig om de plannen definitief te maken. De bouw moet eind 2013 starten. Hierbij is het interessant aangezien tijdens het onderzoek deelgenomen is aan projectbesprekingen en hierdoor er een betere indruk ontstaat hoe (keten)partners het project met BIM ontwikkelen.

2.7 Samenvatting

Doordat er een verschil is tussen de verwachte en de mogelijke BIM-deliverables tussen BNBO West en zijn (keten)partners, verloopt BIM-samenwerking niet altijd goed in bouwprojecten. Dit onderzoek probeert dit op te lossen door een audit te ontwikkelen om meer inzicht in (keten)partners te krijgen. Dit is gedaan door de volgende vijf stappen uit te voeren.

- Bestudering theorie
- Ontwikkeling beoordelingsmodel
- Validatie model
- Toepassing model
- Conclusie & Discussie

Het onderzoek is ontwerpgericht en kwalitatief, en is gevalideerd door toepassing van bronnentriangulatie. In totaal zijn twee case projecten uitgelicht om het ontwikkelde model op toe te passen.

3 Theorie

In dit hoofdstuk zijn de wetenschappelijke concepten, die gebruikt zijn voor het onderzoek, beschreven. Deze concepten zijn op te delen in Building Information Modelling (BIM) en BIM-maturity modellen. Dit is stap 1 van het onderzoeksmodel.



Figuur 8 - Stap I onderzoeksmodel

Paragraaf 3.1 gaat in op de verschillende voordelen die BIM kan hebben en wat de voorwaarden zijn om BIM in te voeren. Hierdoor ontstaat meer inzicht in de benodigde samenwerking die bij BIM nodig is en het geeft meer houvast aan de term BIM. Vervolgens gaat paragraaf 3.2 verder met het identificeren van verschillende BIM-toepassingen. Hier is antwoord gegeven op wat er allemaal mogelijk is met deze manier van modelleren en werken. Deze toepassingen zijn mogelijke doelstellingen voor BIM in projecten. In paragraaf 3.3 gaat vervolgens in op de verschillende BIM-maturity modellen die op dit moment beschikbaar zijn. Welke aspecten nemen deze modellen mee en wat is dus belangrijk voor BIM-implementatie bij bedrijven of projecten. Hierdoor wordt duidelijk waarom het belangrijk is om te meten en of er al modellen beschikbaar zijn om de probleemstelling op te lossen. Hierna zijn in paragraaf 3.4 de huidige BIM-maturity modellen getoetst aan de opgestelde eisen. Hier is besloten een eigen model te ontwikkelen omdat niet alle belangrijke aspecten voor de beoordeling op BIM-samenwerking in de huidige modellen aanwezig zijn. In paragraaf 3.5 is de conclusie van het hoofdstuk gegeven.

3.1 Building Information Modelling

In paragraaf 1.1 is uitgelegd wat Building Information Modelling (BIM) is. Hier is uitgebreider ingegaan op de voordelen voor de bouwsector.

3.1.1 Voordelen BIM

De voordelen die BIM met zich meebrengt beloven groot te zijn en hierdoor zijn veel bedrijven begonnen met invoering in hun werkroutine. Azhar et al. (2008) identificeren als belangrijkste voordeel dat het gehele project in een geïntegreerde database wordt bijgehouden waardoor informatie-uitwisseling tussen bedrijven veel beter verloopt. Andere voordelen die zij benoemen zijn hieronder weergegeven en waarvan sommige ook benoemd worden door het case studie onderzoek van Bryde et al. (2013).

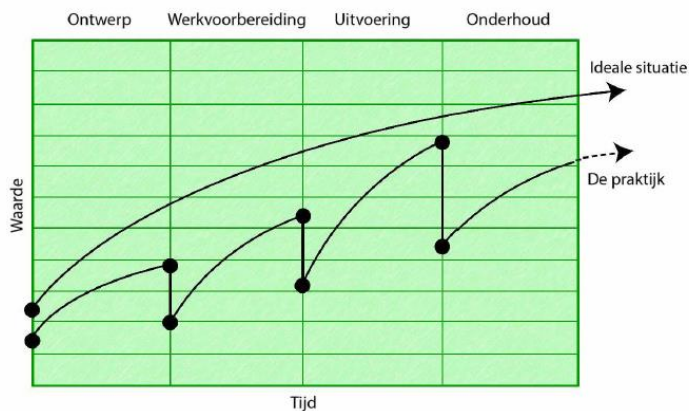
- Accurate geometrische weergave van delen van het gebouw in een geïntegreerde database
- Snellere en effectievere processen; Informatie is eenvoudiger uitgewisseld, voegt waarde toe en kan hergebruikt worden.
- Beter ontwerp; Ontwerp kan veel beter geanalyseerd worden doordat iedereen in hetzelfde model werkt en meer innovatieve oplossingen kunnen vanaf het begin verwerkt worden.
- Life cycle costs en milieu prestatie; Al bij het ontwerp wordt veel meer rekening gehouden met life cycle costs en hoe milieu vriendelijk het gebouw is doordat alle ontwerpen samengevoegd zijn.

- Hogere productie kwaliteit; Door betere weergave van het project worden minder fouten gemaakt en neemt kwaliteit van het gebouw toe.
- Automatische assembly; Door goede digitale documentatie kunnen ze op de werkvloer effectiever de componenten in elkaar zetten.
- Betere opdrachtgever service; Door verhoogde visualisatie begrijpt de klant beter wat hij krijgt.

Fikkers, Nieuwenhuizen, Nijssen, en Schaap (2012) zien integratie van bouwprocessen als een essentieel onderdeel voor de toepassing van BIM. Zij stellen dat verdere integratie van het bouwproces een voorwaarde is om de voordelen van werken met BIM tot hun recht te laten komen. Dit komt omdat alle (keten)partners al in de ontwerpfase moeten werken in het BIM waardoor vroege betrokkenheid bij het project vereist is.

Fikkers et al. (2012) leggen in hun rapport uit hoe elke partij bij elke fase van het bouwproces waarde probeert toe te voegen. De bouw kenmerkt zich dan ook door de lange waardeketen die ontstaat om een gebouw te realiseren. Achtereenvolgens worden bijvoorbeeld opdrachtgever, architect, ingenieursbureau, hoofdaannemer, onderaannemer, installateur, leverancier, beheerder, eigenaar bij het bouwproces betrokken. Elk bedrijf voegt waarde en informatie toe aan een specifieke fase en probeert deze informatie dan door te geven aan het volgende bedrijf in de waardeketen. Op dit moment komt het voor dat informatie nog analoog wordt overgedragen en als het al digitaal gebeurt in 2D modellen. Ook geven de bedrijven alle informatie gewoon door zonder het op andere partijen af te stemmen. Hierdoor ontstaat waardeverlies bij elke informatie-uitwisseling. Dit is weergegeven in Figuur 9 waar de praktijk de hierboven beschreven situatie weergeeft en de ideale situatie het doel is voor de bouwsector.

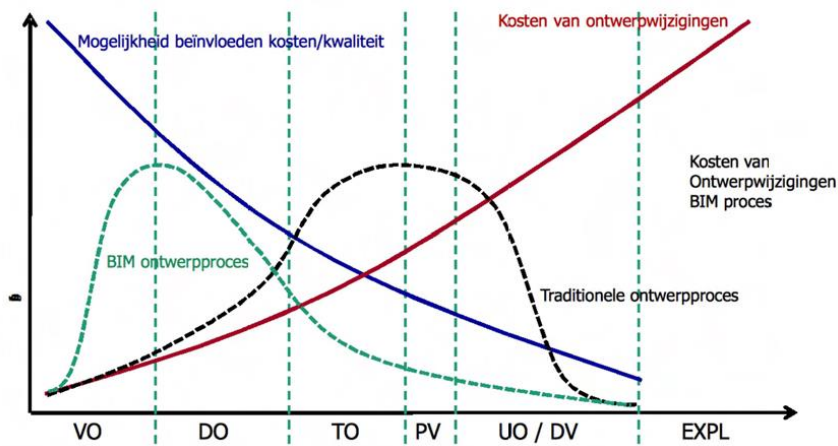
Deze ideale situatie in Figuur 9 is volgens Fikkers et al. (2012) te bereiken door de toepassing van BIM. Dit zorgt namelijk voor betere informatie-uitwisseling tussen partijen waardoor informatie en dus waardeverlies beperkt blijft. Hierbij is het belangrijk dat er integratie van het bouwproces plaatsvindt en dat informatie over en weer wordt uitgedeeld om ontwerpen op elkaar af te stemmen. In elke fase, van ontwerp tot onderhoud, kan het BIM-object veel waarde toevoegen voor de bedrijven door alleen al het informatie- en waardeverlies tot een minimum te beperken.



Figuur 9 - Waarde verlies bij traditionele informatie uitwisseling tegenover de ideale situatie (Fikkers et al., 2012)

Goossen en Spekkink (2011) noemen ook in hun rapport dat er hoge eisen gesteld worden voordat BIM de voordelen oplevert. Eisen die hieronder vallen zijn onder andere open samenwerking,

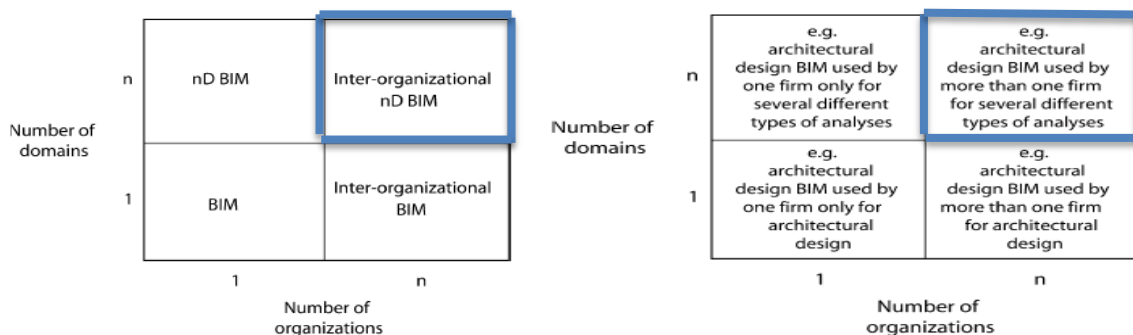
transparantie, communicatie en uitwisseling van data. Er gebeurt meer werk in de vroege fasen, wat weer consequenties heeft voor de verdeling van het honorarium van ontwerpende deelnemers over de verschillende ontwerpfasen. Als de aspecten van BIM-samenwerking onvoldoende zijn belicht in een project en met onvoldoende kennis zijn opgepakt, eindigen de goede bedoelingen bij de start onvermijdelijk in teleurstelling. Deze trend is weergegeven in Figuur 10 waar goed te zien is dat bij BIM-projecten de ontwerpinspanningen zwaarder gefocust zijn bij het voorlopig ontwerp (VO) en definitief ontwerp (DO) dan in traditionele ontwerpprocessen. Hier zijn de beïnvloedingsmogelijkheden van de kosten/kwaliteitverhouding relatief groot en zijn de kosten van ontwerpwijzigingen nog relatief laag. Echter vraagt het wel om een aanpassing in de traditionele manier van werken van bedrijven aangezien ze eerder ontwerpinspanningen moeten maken.



Figuur 10 - voordelen van BIM in het bouwproces (Goossen & Spekkink, 2011)

3.1.2 Dimensies in BIM

Volgens Fox en Hietanen (2007) zijn BIM-projecten in vier verschillende kaders te plaatsen. Hierbij gaat het er om hoeveel organisaties met het model moeten werken en hoeveel verschillende toepassingen uit het model gehaald worden. Deze kaders zijn weergegeven in Figuur 11.



Figuur 11 - Soorten BIM-projecten (Fox & Hietanen, 2007)

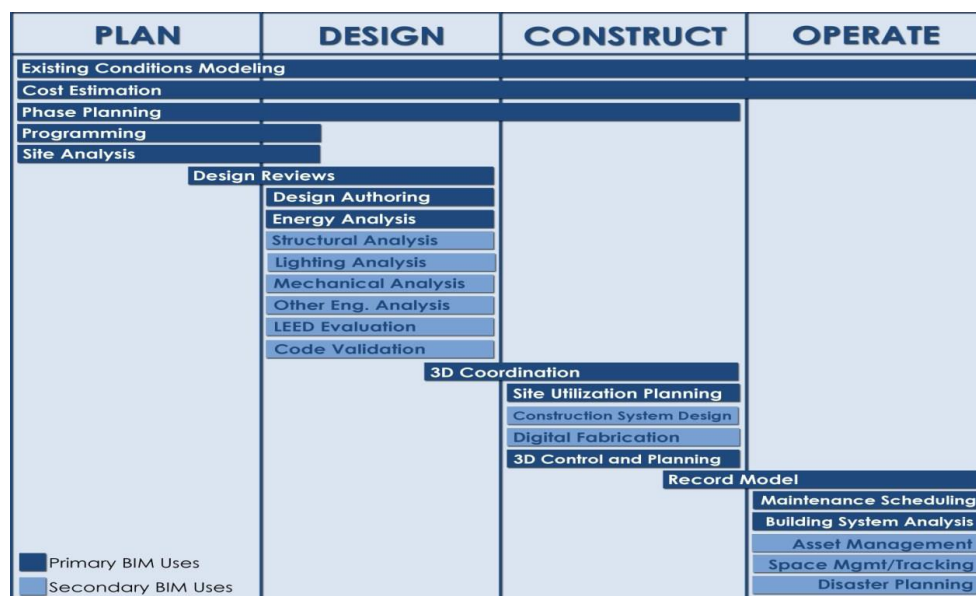
Op de x-as is er dus gekeken of er informatie uitwisseling is tussen verschillende organisaties en er dus samenwerking plaats moet vinden, bijvoorbeeld tussen de hoofdaannemer en een architectenbureau. Op de y-as gaat het erom hoeveel verschillende toepassing uit het model worden gehaald, bijvoorbeeld wordt er clashcontrole en 4D simulatie gebruikt. In dit onderzoek is gekeken naar het kader in de rechter bovenhoek, interorganisatieel nD BIM, ook wel 'Big BIM' genoemd (Fox & Hietanen, 2007). Er is namelijk gekeken naar de BIM-samenwerking tussen

(keten)partners om verschillende toepassingen te kunnen uitvoeren. Met de samenwerking kan namelijk de waarde toevoeging uit Figuur 9 gerealiseerd worden.

3.2 BIM-toepassingen

BIM kan op vele manieren worden ingezet in de bouwsector. Zo kan men het gebruiken voor alleen visualisatie voordat het project van start gaat tot facility management gedurende de hele life cycle van het gebouw. Per project moet er besloten worden welke verschillende toepassingen van BIM gebruikt gaan worden om zo de juiste (keten)partners te kunnen selecteren.

De Pennsylvania State University heeft een gids voor implementatie van BIM in projecten ontwikkeld (The Computer Integrated Construction Research Program, 2010). Hierbij definiëren zij 25 verschillende soorten toepassingen van BIM in projecten. Dit hebben ze onderverdeeld in de vier fasen van het bouwproces; plan, design, construct en operate. De verschillende mogelijkheden zijn weergegeven in Figuur 12.



Figuur 12 - Alle mogelijke BIM-toepassingen (The Computer Integrated Construction Research Program, 2010)

In Appendix A zijn alle bovenstaande BIM-toepassingen vertaald naar het Nederlands. Door Nederlandse termen te creëren, kan het makkelijker ingevoerd worden bij BNBO West.

Alle toepassingen zijn theoretisch uit te voeren bij bouwprojecten om zo het proces te verbeteren. Veel van de toepassingen zijn echter nog niet technisch mogelijk met de huidige software en tevens zijn de werkprocessen bij bedrijven hier ook niet op aangepast.

Vanuit deze toepassingen per project kunnen er eisen voor (keten)partners worden opgesteld. Elke toepassing vergt een bepaald niveau van BIM bij de (keten)partners en het is belangrijk dat Ballast Nedam weet of zij dit niveau halen.

3.3 Maturity

Organisaties voelen constant de druk om beter te zijn en te blijven dan hun concurrenten. Dit bewerkstelligen ze door onder andere te snijden in de kosten, betere innovaties te ontwikkelen of hogere kwaliteit te leveren. Maturity modellen zijn over de laatste decennia ontwikkeld om hierin te

helpen. Een maturity model helpt een bedrijf namelijk zijn huidige capaciteiten te benchmarken en hierdoor te zien waar de grootste verbeteringsmogelijkheden liggen. Ze worden gebruikt om de huidige situatie te evalueren en om de prestatie te vergelijken met andere divisies of concurrenten (de Bruin et al., 2005).

Het gaat bij maturity om het meten van het niveau van o.a. kennis, capaciteiten en mate van toepassing van een bepaald proces. Dit wordt gedaan door vastgestelde criteria te meten bij een bedrijf en hieruit een maturity niveau te halen. Meestal wordt het maturity niveau weergegeven op een 5-punt Likert schaal, maar verschillende modellen bestaan (de Bruin et al., 2005). Het eerste ontwikkelde maturity model is het Capability Maturity Model (CMM) van het Software Engineering Instituut (SEI) – Carnegie Mellon in 1993 (Paulk, Curtis, Crissis, & Weber, 1993). Hier ging het vooral om het meten van de software proces maturity. Sindsdien zijn er al meer dan 150 verschillende soorten maturity modellen ontwikkeld om onder andere, de maturity van IT Service Capability, Strategic Alignment, Innovation Management, Program Management, Enterprise Architecture en Knowledge Management Maturity te meten (de Bruin et al., 2005).

Een maturity model is een uitstekend middel om het niveau van BIM-samenwerking van (keten)partners inzichtelijk te maken. Hierdoor is gekozen om huidige BIM-maturity modellen te evalueren op toepasbaarheid voor de situatie van BNBO West.

In paragraaf 3.3.1. is beschreven aan welke eisen het hier benodigde maturity model moet voldoen. Vervolgens gaat paragraaf 3.3.2. in op huidige BIM-maturity modellen. In paragraaf 3.4 is vervolgens gekeken of een model voldoet voor BNBO West.

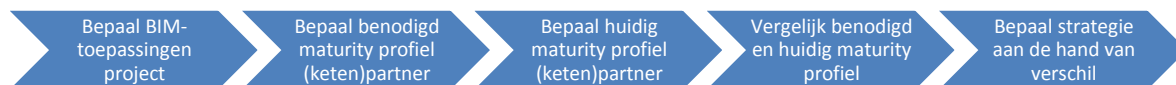
3.3.1 Eisen voor de audit

Om de juiste audit te ontwerpen is er eerst een eisenpakket opgesteld. Hiervoor zijn de vier eisen categorieën van Verschuren en Doorewaard (2007) gebruikt, bestaand uit functionele, contextuele, gebruikers en structurele vereisten. De eisen zijn weergegeven in Tabel 1. De eisen zijn opgesteld vanuit de wensen van BNBO West. Hierbij is vooral gekeken wat nodig is om een maturity model te creëren dat de BIM-samenwerking tussen verschillende partijen inzichtelijk maakt.

Eisen	
Functioneel	• Er moet een voldoende onderscheid gemaakt kunnen worden in BIM-maturity van verschillende (keten)partners • De audit moet aangepast kunnen worden aan toekomstige toepassingen van BIM • De audit moet verschillende criteria voor BIM-maturity meten en weergeven • Er moet aan de hand van de audit een duidelijk beeld zijn of (keten)partners met BIM kunnen samenwerken
Contextueel	• Per toepassing van BIM moet getoetst kunnen worden of een (keten)partner er aan voldoet • (Keten)partners moeten welwillend zijn om mee te werken aan de audit
Gebruikers	• De resultaten van de audit moeten eenvoudig te begrijpen zijn • Er moet transparantie zijn over de bepaling en implicaties van de BIM- maturity • Er moet een duidelijke handleiding zijn hoe de audit gebruikt moet worden • De audit moet eenvoudig en binnen een half dagdeel uit te voeren zijn
Structureel	• De audit moet een gedegen wetenschappelijke basis hebben • De audit moet in software die Ballast Nedam al gebruikt ontworpen worden (bijv. MS Excel)

Tabel 1 - Eisen voor opstellen audit

Uiteindelijk moet de audit bij Ballast Nedam met de ontwikkelde processtappen in Figuur 13 uitgevoerd worden. Allereerst moet bepaald zijn welke BIM-toepassingen gerealiseerd worden in een project. Dit bepaald namelijk het benodigde BIM-niveau van de (keten)partners. Vervolgens moet het niveau van de (keten)partners gemeten worden en vergeleken worden hoe goed zij de BIM-toepassingen kunnen uitvoeren. Als dit bekend is, kan bepaald worden hoe het project verder aangepakt moet worden. Als een (keten)partner bijvoorbeeld niet genoeg maturity heeft om een BIM-toepassing uit te voeren, kan o.a. een andere partij gezocht worden, lagere BIM-doelstellingen gerealiseerd worden of extra hulp voor BIM worden ingeschakeld door of voor de (keten)partner. De processtappen zijn verder toegelicht in paragraaf 4.3.3.



Figuur 13 - Processtappen voor bepalen geschiktheid (keten)partner

Gedurende de selectie of ontwikkeling van de audit tool is gekeken of aan deze eisen is voldaan en of deze processtappen gevolgd zijn. Zodra dat het geval is, moet het model duidelijkheid kunnen verschaffen over het samenwerkingsniveau van BIM van (keten)partners en moet Ballast Nedam meer inzicht hebben in (keten)partners aan de start van projecten.

3.3.2 BIM-maturity

Implementatie van BIM bij een bedrijf of project is nu in volle gang maar loopt ook nog lang niet soepel. Veel bedrijven vinden het lastig om te bepalen in welk organisatiemodel en technische hulpmiddel ze moeten investeren. Ook zijn er veel bedrijven die claimen goed met BIM om te kunnen gaan, maar zodra projecten lopen, blijkt het tegendeel waar. Bilal Succar (2010) heeft veel onderzoek gedaan naar implementatie van BIM bij bedrijven. Hij noemt dat door het verschil in de verwachte resultaten en de onverwachte vereisten van BIM, de risico's, kosten en moeilijkheden van implementatie omhoog gaan. Hierdoor ontstaat 'BIM wash', waarbij bedrijven onterecht voorhouden dat zij bepaalde BIM-diensten en -producten kunnen leveren. Daarom heeft de wetenschap ook hierop ingehaakt om de huidige BIM-maturity van bedrijven te benchmarken. Hiermee is het mogelijk om potentiële verbeteringen te identificeren en te zien waar bedrijven daadwerkelijk staan met implementatie van BIM.

Volgens Bilal Succar et al. (2012) moet BIM meetbaar gemaakt worden voordat de potentiële verbeteringen door BIM zichtbaar zijn. Als teams of bedrijven niet hun performance kunnen meten, kan men niet bepalen of er succes of gefaald is bij een bedrijf of project. Er zijn dan ook verschillende modellen ontwikkeld om dit in een bedrijf te bepalen. De grotere, bekendere en relevantere modellen uit de literatuur zijn hieronder beschreven. Vervolgens is in paragraaf 3.4 een uitleg gegeven of deze modellen voldoen aan de opgestelde eisen.

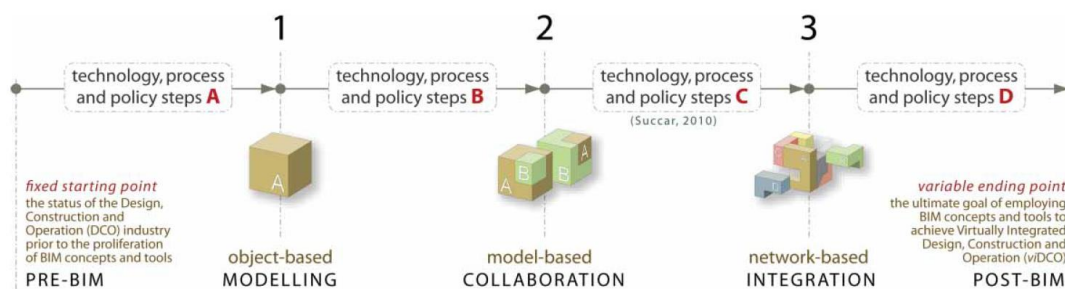
BIM capability stages

Billal Succar (2009) heeft in verschillende artikelen een methodiek ontwikkeld om de huidige BIM-capability en -maturity van een bedrijf te onderzoeken.

Bij capability gaat het er volgens Succar om of bedrijven een BIM-toepassing kunnen uitvoeren met kennis en middelen die zij in huis hebben. De verschillende niveaus geven de minimum BIM-requirements weer. Bijvoorbeeld heeft het bedrijf werknemers die met BIM kunnen werken of überhaupt BIM software aangeschaft. Er zijn drie verschillende BIM Capability Stages mogelijk.

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

Voor Stage 1 bevindt een bedrijf zich in pre-BIM fase en kan dan ook nog niet werken met BIM. Na Stage 3 komt de post-BIM fase waar alle projecten virtueel geïntegreerd plaatsvinden. Deze stappen zijn weergegeven in Figuur 14. Bij elke stap gaat het erom dat bepaalde voorwaarden door een bedrijf voldaan zijn, voordat ze op dat niveau terechtkomen. Bijvoorbeeld als drie voorwaarden al op niveau 3 zijn, maar 1 zit nog op niveau 1, blijft het capability niveau op 1 staan. Voorbeelden van voorwaarden voor capability niveau 1 zijn gebruik van object-based modelling software, voor niveau 2 moet het bedrijf o.a. deelnemen aan een multidisciplinair BIM-samenwerkingsproject en voor drie moet een bedrijf een samenwerkingstools hebben aangeschaft zoals een BIM-server (Bilal Succar, 2010).

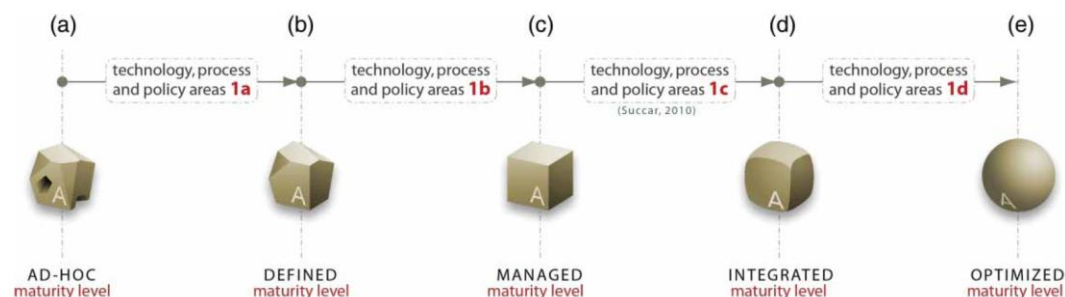


Figuur 14 - Capability stappen in BIM-implementatie (Bilal Succar, 2010)

De verschillende stappen die tussen verschillende niveaus gemaakt worden, benoemd Bilal Succar (2010) als A, B, C en D stappen. Als alle stappen in technologie, processen en beleid gemaakt zijn door een bedrijf of team dan groeien ze door naar het volgende niveau.

BIM Maturity Index (BIMMI)

BIM Maturity Index is een vervolgstap op de capability stages en ook door Bilal Succar (2010) ontwikkeld om aan te geven hoe goed de kwaliteit, herhaling en professionaliteit binnen een BIM-capability stap is. Bij maturity gaat het om hoe goed een bedrijf is in het uitvoeren en/of het opleveren van een BIM-service/product. De BIM-maturity benchmarks zijn targets waar bedrijven of teams naar kunnen streven om zo hun BIM-capaciteiten steeds verder te verbeteren. De BIM Maturity Index heeft vijf verschillende niveaus; Ad-hoc, defined, managed, integrated en optimized. Als men beter wordt in de omgang van BIM gaat men ook een niveau omhoog. Alle stappen zijn weergegeven in Figuur 15.



Figuur 15 - Maturity niveau in elke stap (Bilal Succar, 2010)

BIM Quickscan

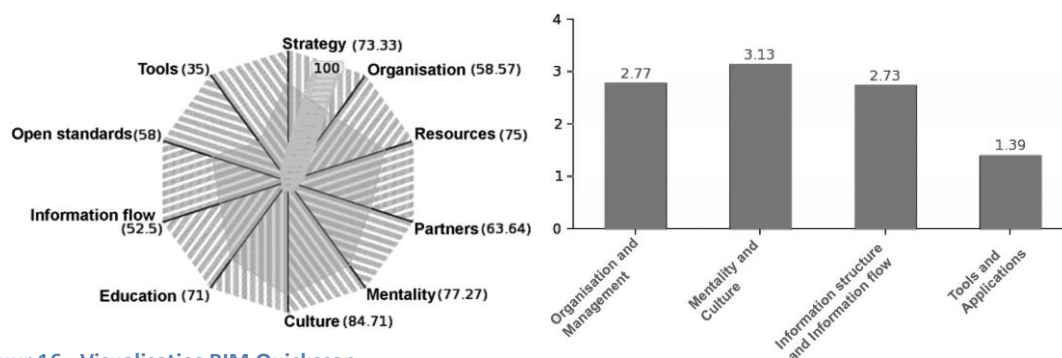
De BIM Quickscan is ontwikkeld door TNO in 2009 om de BIM performance in Nederland te kunnen benchmarken (Sebastian & van Berlo, 2010). De bedoeling van de Quickscan is inzicht verschaffen in de huidige BIM capaciteiten van een bedrijf. Het gebruikt zowel kwantitatieve als kwalitatieve data van de harde en zachte aspecten van BIM om tot een overal resultaat te komen. Intussen is het instrument de afgelopen 2 jaar al veelvuldig toegepast in de Nederlandse bouw door een online self assessment en met expertscans door verscheidene kleine consultancy. Dit heeft geresulteerd in 682 self-scans en 130 expert scans over de gehele sector, waardoor het een beeld van de BIM maturity in Nederland verschaft (Berlo, Dijkmans, Hendriks et al., 2012).

De BIM Quickscan heeft in totaal vier categoriën waar de BIM capaciteit van een bedrijf op wordt beoordeeld; Organisation and Management, Mentality and Culture, Information structure & Information flow en Tools and Applications. Hiervoor is een vragenlijst met 50 multiple choice vragen ontwikkeld om deze vier gebieden te testen. Elke categorie is ook weer opgedeeld in verschillende Key Performance Indicators (KPI's). Deze zijn weergegeven in Tabel 2.

Categorie	KPI's
Organisation & Management	Vision and strategy, distribution of roles and tasks, organization structure, quality assurance, financial resources, partnership on corporate level
Mentality & Culture	BIM acceptance among the staff and workers, group and individual motivation, presence and influence of the BIM coördinator, knowledge and skills, knowledge management and training
Information structure & Information flow	Use of modelling, open ICT standards, object libraries, internal and external information flow, type of data exchange and type of data in each project phase
Tools and Applications	Use of model server, type and capacity of model server, type of software package, advanced BIM tools, model view definitions and supporting rules

Tabel 2 - KPI's voor BIM Quickscan (Berlo, Dijkmans, Hendriks, Spekkink, & Pel, 2012)

Uiteindelijk krijgt een bedrijf een score in de verschillende KPI's en dit resulteert weer in een score per categorie. Hiermee kunnen bedrijven zien waar nog verbetering mogelijk is om zo hun BIM-performance omhoog te krijgen. Tevens kan er een radar diagram gemaakt worden om overzichtelijk weer te geven welke KPI's een bedrijf sterk of zwak in is. Beide visualisaties zijn weergegeven in Figuur 16.



Figuur 16 - Visualisaties BIM Quickscan

NBIMS CMM

Door National Institute of Building Sciences (NBIMS) is een standaard ontwikkeld voor BIM (National Institute of Building Sciences, 2007). Hierin zijn voor de Amerikaanse constructiesector afspraken gemaakt voor invoering van BIM bij bedrijven en projecten. Ook definiëren ze minimumeisen voordat een project zichzelf een BIM-project mag noemen. Een voorbeeld van een minimumeis is dat het model iets van extra data heeft verwerkt wat waardevol is voor de groep en niet alleen voor degene die het ontwikkeld heeft.

Naast de standaarden heeft NBIMS in zijn rapport ook een maturity model ontwikkeld om een BIM-project of -proces te beoordelen. Het model bestaat uit 11 verschillende categorieën die elk 10 maturity niveaus hebben (Figuur 17). Doormiddel van het invullen van een Excel sheet kunnen bedrijven voor projecten of processen bepalen hoe goed ze met BIM werken. Een project kan uiteindelijk 5 waarderingen halen voor het project: Minimum BIM, Certified, Silver, Gold en Platinum. Door voor elke 11 categorieën een hoger maturity te hebben, komt het project steeds dichterbij een Platinum score.

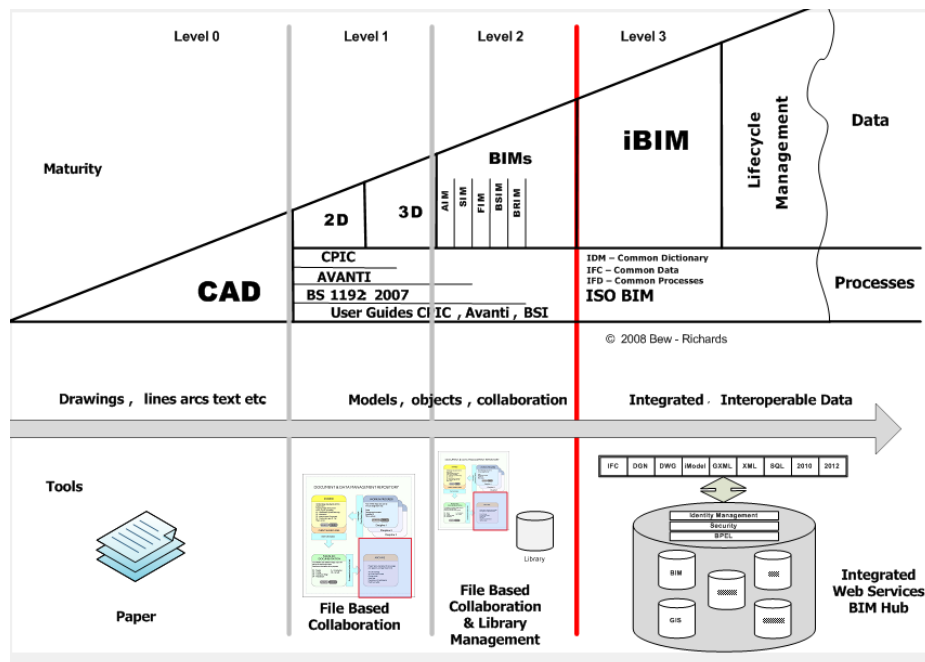
Maturity Level	A Data Richness	B Life-cycle Views	C Roles Or Disciplines	G Change Management	D Business process	F Timeliness/ Response	E Delivery Method	H Graphical Information	I Spatial Capability	J Information Accuracy	K Interoperability/ IFC Support
1	Basic Core Data	No Complete Project Phase	No Single Role Fully Supported	No CM Capability	Separate Processes Not Integrated	Most Response Info manually re-collected - Slow	Single Point Access No IA	Primarily Text No Technical Graphics	Not Spatially Located	No Ground Truth	No Interoperability
2	Expanded Data Set	Planning & Design	Only One Role Supported	Aware of CM	Few Bus Processes Collect Info	Most Response Info manually re-collected	Single Point Access w/ Limited IA	2D Non-Intelligent As Designed	Basic Spatial Location	Initial Ground Truth	Forced Interoperability
3	Enhanced Data Set	Add Construction/ Supply	Two Roles Partially Supported	Aware of CM and Root Cause Analysis	Some Bus Process Collect Info	Data Calls Not In BIM But Most Other Data Is	Network Access w/ Basic IA	NCS 2D Non-Intelligent As Designed	Spatially Located	Limited Ground Truth - Int Spaces	Limited Interoperability
4	Data Plus Some Information	Includes Construction/ Supply	Two Roles Fully Supported	Aware CM, RCA and Feedback	Most Bus Processes Collect Info	Limited Response Info Available In BIM	Network Access w/ Full IA	NCS 2D Intelligent As Designed	Located w/ Limited Info Sharing	Full Ground Truth - Int Spaces	Limited Info Transfers Between COTS
5	Data Plus Expanded Information	Includes Constr/Supply & Fabrication	Partial Plan, Design&Constr Supported	Implementing CM	All Business Process(BP) Collect Info	Most Response Info Available In BIM	Limited Web Enabled Services	NCS 2D Intelligent As-Built	Spatially located w/Metadata	Limited Ground Truth - Int & Ext	Most Info Transfers Between COTS
6	Data w/Limited Authoritative Information	Add Limited Operations & Warranty	Plan, Design & Construction Supported	Initial CM process implemented	Few BP Collect & Maintain Info	All Response Info Available In BIM	Full Web Enabled Services	NCS 2D Intelligent And Current	Spatially located w/Full Info Share	Full Ground Truth - Int And Ext	Full Info Transfers Between COTS
7	Data w/ Mostly Authoritative Information	Includes Operations & Warranty	Partial Ops & Sustainment Supported	CM process in place and early implementation	Some BP Collect & Maintain Info	All Response Info From BIM & Timely	Full Web Enabled Services w/IA	3D - Intelligent Graphics	Part of a limited GIS	Limited Comp Areas & Ground Truth	Limited Info Uses IFC's For Interoperability
8	Completely Authoritative Information	Add Financial	Operations & Sustainment Supported	CM and RCA capability implemented	All BP Collect & Maintain Info	Limited Real Time Access From BIM	Web Enabled Services - Secure	3D - Current And Intelligent	Part of a more complete GIS	Full Computed Areas & Ground Truth	Expanded Info Uses IFC's For Interoperability
9	Limited Knowledge Management	Full Facility Life-cycle Collection	All Facility Life-Cycle Roles Supported	Business processes are sustained by CM using RCA and Feedback loops	Some BP Collect&Maint In Real Time	Full Real Time Access From BIM	Netcentric SOA Based CAC Access	4D - Add Time	Integrated into a complete GIS	Comp GT w/Limited Metrics	Most Info Uses IFC's For Interoperability
10	Full Knowledge Management	Supports External Efforts	Internal and External Roles Supported	Business processes are routinely sustained by CM, RCA and Feedback loops	All BP Collect&Maint In Real Time	Real Time Access w/ Live Feeds	Netcentric SOA Role Based CAC	nD - Time & Cost	Integrated into GIS w/ Full Info Flow	Computed Ground Truth w/Full Metrics	All Info Uses IFC's For Interoperability

© NBS 2007

Figuur 17 - NBIMS BIM Capability Maturity model (National Institute of Building Sciences, 2007)

iBIM Maturity

De BIM Industry Working Group heeft het iBIM maturity model ontwikkeld (Figuur 18) om de voordelen en sturing van BIM voor het gebruik in de Verenigd Koninkrijks constructie- en infrastructuurmarkt te leiden (Building Information Modelling (BIM) Working Party, 2011). Het model moet er voor zorgen dat de ambiguïteit uit de term 'BIM' wordt gehaald, specificaties voor gebruik duidelijk worden neergezet en de klant duidelijkheid te verschaffen over het proces.



Figuur 18 - iBIM maturity (Building Information Modelling (BIM) Working Party, 2011)

De drie niveaus zijn geformuleerd om de types van technische expertise en samenwerking duidelijk te maken. De niveaus zijn hieronder beschreven.

0. Ongestructureerd CAD gebruik, waarschijnlijk 2D en uitwisseling op papier (of elektronisch papier) is de meest gebruikte manier van informatie uitwisseling.
1. Gestructureerd CAD in 2D of 3D formaat gebruikmakend van BS1192:2007 met een samenwerkingstool om gezamenlijke data uitwisseling te bewerkstelligen met eventueel standaard datastructuren. Nog weinig integratie tussen verschillende partijen.
2. Gestructureerde 3D omgeving ondersteund door aparte BIM tools. De commerciële data gemanaged door een ERP. 4D en 5D programma data kan al gebruikt worden, maar is vaak nog niet het geval.
3. Volledig open proces en data integratie door web services gesteund door ontwikkelde standaarden en gemanaged door een gezamenlijke model server. Dit kan gezien worden als iBIM of "integrated BIM".

Pen State BIM-assessment

Het laatste hier beschreven model is ontwikkeld door Pen State University die het gebruiken als assessment tool voor implementatie van BIM in een organisatie (The Computer Integrated Construction Research Program, 2012). In het rapport is een stappenplan beschreven voor de implementatie van BIM waarvan één onderdeel het schalen van je organisatie is. Dit is gedaan met een uitgebreid maturity model waarbij er zes hoofdcriteria zijn, die weer bestaan uit verscheidene subcriteria. Voor elk criterium kan een niveau van 0 tot 5 gehaald worden. De criteria zijn door onderzoek bepaald en zijn belangrijk voor adoptie van BIM in een organisatie. De zes hoofdcriteria zijn hieronder weergegeven.

- Strategy: Welke missie, visie en doelen heeft de organisatie geformuleerd en welke middelen zet management in om dit te bewerkstelligen.
- BIM Uses: Welke BIM-toepassingen gebruikt het bedrijf op dit moment om zijn proces te ondersteunen en hoe worden deze toepassingen ondersteund.
- Processes: Hoe worden de BIM-toepassingen gerealiseerd. Zijn er handleidingen en processen gedefinieerd om de toepassing uit te voeren.
- Information: De assessment van Model Element Breakdown, Level of Development and Facility Data specifications.
- Infrastructure: Software, hardware en de daadwerkelijk fysieke ruimtes voor het toepassen van BIM in een organisatie.
- Personnel: De human resource van een bedrijf. Hierbij gaat het om rollen en verantwoordelijkheden, the hiërarchie, trainingsmogelijkheden en veranderingsgezindheid van de werknemers en organisatie.

De assessment wordt het best uitgevoerd door interviews te houden met de werknemers die daadwerkelijk BIM uitvoeren in het bedrijf. Andere mogelijkheden zijn enquêtes, documenten analyse en/of proces observaties. Uiteindelijk moet hier een huidig niveau uitkomen. Vervolgens moet bepaald worden waar welk niveau als doel gesteld moet worden voor het bedrijf. Dit is weergegeven in Figuur 19, waar het blauwgroene het huidige niveau van de organisatie is en het rode het doel.

Planning Element	Description	Level of Maturity						Current Level	Target Level	Total Possible
		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.									
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 address purpose, services, values at minimum	Goals are specific, measurable, attainable, relevant, and timely	Mission and Goals are regularly revisited, maintained and updated (as necessary)	1	5	5
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 Establish	Established Basic BIM Objectives	BIM Vision address mission, strategy, and culture	BIM Objectives are specific, measurable, attainable, relevant, and timely	Vision and Objectives are regularly revisited, 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 continuing efforts 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 but not inclusive of all operating units	Multi-disciplinary BIM Planning Committee established with members from all operative 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 Owner Requirements for BIM	Extensive use of BIM with limited 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 BIM data imported or 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 BIM 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 Document 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 19 – Een deel van het Pen State BIM-assessment tool (The Computer Integrated Construction Research Program, 2012)

3.4 Huidig model of eigen ontwikkeling

In deze paragraaf zijn de beschreven modellen naast de eisen gelegd. Er is gekeken of er al een geschikt model bestaat voor het beoordelen van (keten)partners voor BNBO West.

3.4.1 Vergelijking modellen met eisen

In paragraaf 3.3.1 zijn de eisen voor de audit opgesteld om te controleren of het model de potentie van BIM-samenwerking van (keten)partners beoordeeld. In deze paragraaf wordt gekeken of de huidige bestaande modellen voldoen aan de eisen. Dit kan dubbelwerk schelen en zorgt ervoor dat het model een grotere basis heeft. De controle is weergegeven in Tabel 3.

Soort	Eisen	BIM-Capability	BIM-Maturity	BIM-Quickscan	NBIMS CMM	iBIM	Pen State BIM-assessment
Functioneel	Er moet voldoende onderscheid gemaakt kunnen worden in BIM-maturity van verschillende (keten)partners						
	De audit moet aangepast kunnen worden aan toekomstige toepassingen van BIM						
	De audit moet verschillende criteria voor BIM-maturity meten en weergeven						
	Er moet aan de hand van de audit een duidelijk beeld zijn of (keten)partners met BIM kunnen samenwerken						
Contextueel	Per toepassing van BIM moet getoetst kunnen worden of een (keten)partner er aan voldoet						
	(Keten)partners moeten welwillend zijn om mee te werken aan de audit	-	-	-	-	-	-
Gebruikers	De resultaten van de audit moeten eenvoudig te begrijpen zijn						
	Er moet transparantie zijn over de bepaling en implicaties van de BIM- maturity	-	-	-	-	-	-
	Er moet een duidelijke handleiding zijn hoe de audit gebruikt moet worden						
	De audit moet eenvoudig en binnen een half dagdeel uit te voeren zijn						
Structureel	De audit moet een gedegen wetenschappelijke basis hebben						
	De audit moet in software die Ballast Nedam al gebruikt ontworpen worden (bijv. MS Excel)						

Tabel 3 - Eisen controle aan bestaande BIM-maturity modellen

Duidelijk te zien is dat er geen model volledig voldoet aan alle eisen voor de specifieke toepassing van het meten van de BIM-samenwerking.

BIM-capability van Billal Succar (2009) is niet geschikt vanwege de lage diversiteit in niveaus. Het model heeft maar drie niveaus waardoor onderscheid tussen bedrijven niet goed gemaakt kan

worden. Daarnaast is het niet duidelijk hoe bedrijven geschaald moeten worden op de verschillende criteria aangezien hier geen toelichting voor gegeven is. BIM-maturity is beter omdat hier wel meer onderscheid in zit, maar biedt nog steeds weinig instructie. Daarnaast is het meer gefocust op bedrijven inzicht te geven in hun eigen competenties dan het vaststellen van mogelijk BIM-samenwerking tussen bedrijven. Ook hoort de methode volgens Bilal Succar et al. (2012) gekoppeld te zijn aan BIM-capability en moeten er vele stappen uitgevoerd worden om resultaat te krijgen. Hierdoor is het model niet eenvoudig in te voeren en zijn de resultaten niet direct duidelijk. Hierdoor zijn beide modellen van Succar in deze vorm niet geschikt volgens de eisen.

Het model dat aan veel eisen voldoet is de BIM-Quickscan van TNO (Berlo et al., 2012). Van de toepassing van het model zijn veel resultaten beschikbaar als vergelijkingsmateriaal en het is een eenvoudig model om uit te voeren. Doordat de BIM-Quickscan is opgezet om snel en eenvoudig uit te voeren komt het meer overeen met de eisen dan de andere meer wetenschappelijke modellen. Dit is dan ook wel weer direct zijn zwakte aangezien de Quickscan geen gedegen theoretische basis heeft volgens Sebastian en van Berlo (2010) zelf. Ook is het niet duidelijk wat een bepaalde score betekent voor een bedrijf. Het bedrijf krijgt alleen een cijfer te zien. Hierdoor valt ook niet verder te werken met dit model.

Het NBIMS CMM Maturity model biedt een goed overzicht van de BIM-maturity van een BIM-project. Het is echter vooral hierop gericht en niet op algemene bedrijfsvoering. Hierdoor is het niet geschikt om een organisatie door te lichten en te vergelijken met anderen. Er kan dus geen (keten)partner mee geschaald worden.

Het iBIM maturity model geeft nergens een duidelijk methode hoe het toegepast moet worden. Het geeft meer de stappen weer die een bedrijf moet zetten om BIM in de bedrijfsvoering in te voeren. Er is geen vragenlijst ontwikkeld of een manier om het niveau van een bedrijf te bepalen. Hierdoor geeft het geen duidelijke methode om (keten)partners van BNBO West te schalen

De Pen State BIM-assessment tool lijkt ook meer geschikt echter is het vooral bedoeld voor intern gebruik en om doelen voor BIM te stellen. Het is niet bedoeld om bedrijven met elkaar te vergelijken. Daarnaast moet een bedrijf zelf invulling geven op welk niveau ze zitten. Er is geen vragenlijst ontwikkeld om bedrijven te schalen. Hierdoor ontstaat er dus geen duidelijk beeld of een partij kan samenwerken.

Uiteindelijk voldoet geen één model volledig aan de eisen. Vooral hoe goed een partij kan samenwerken met BIM ontbreekt in de modellen. Modellen, zoals die van Bilal Succar (2010), noemen wel collaboration als een stap in het model, maar er is niet specifiek op ingezoomd met de ontwikkeling van de criteria. De meeste modellen zijn opgezet om intern voor een bedrijf meer duidelijkheid te krijgen over de voortgang van de implementatie van BIM. Ook ontbreekt in alle modellen vergelijking van het huidige niveau met wat nodig is om goed te werken met BIM. Hierdoor is besloten om een eigen model te ontwikkelen en niet verder te werken met huidige. Hierdoor kunnen de aspecten voor samenwerking en beoordeling van (keten)partners specifieker meegenomen worden. Aspecten die wel goed zijn uit huidige modellen worden wel meegenomen bij de ontwikkeling.

3.4.2 Ontwikkeling audit

Aangezien de huidige modellen niet volledig voldoen aan de eisen die worden gesteld voor het opstellen van de audit, is een eigen model ontwikkeld. De criteria van huidige modellen kunnen wel als input dienen voor het ontwerpproces. De ontwikkeling wordt vormgegeven volgens het artikel van de Bruin et al. (2005) waarin het proces voor het opstellen van een maturity model is weergegeven. Zij herkennen de standaard fases die weergegeven zijn in Figuur 20.



Figuur 20 - Fases bij het opzetten van een maturity model (de Bruin et al., 2005)

Het is belangrijk dat alle stappen op één volgend maar ook iteratief uit te voeren. Met de uitkomsten van de volgende stappen moet gereflecteerd worden of nog steeds het juiste doeleinde van het model gehaald wordt. De fases zijn hieronder kort uitgelegd.

- Fase 1 – Scope: Hier moet men de grenzen van het model weergeven. Wat moet er gemeten worden, voor wie is het bedoeld en waar ligt de focus op. Dit is zeer belangrijk, want dit bepaalt in welk domein het model zich bevindt en waar het voor gebruikt kan worden.
- Fase 2 – Design: Hier gaat het erom hoe het model er uit komt te zien. Onder andere welk publiek er mee gemeten wordt, welke niveaus er zijn, wie het model uitvoert, en welk bedrijfsdeel het model moet analyseren.
- Fase 3- Populate: Hier volgt de belangrijke fase van het vullen van het model met de criteria. Vaak gebeurt dit door gebruik van huidige literatuur aangevuld met het inwinnen van informatie van experts en gebruikers van de toepassing.
- Fase 4 – Test: Het model moet toegepast worden op de praktijk om te controleren of het model goed opgebouwd is en of de uitkomsten betrouwbaar, generaliseerbaar en valide zijn. Hierbij kunnen casestudy bedrijven gebruikt worden.
- Fase 5 – Deploy: Dit is het uitzetten van het model voor gebruik. Hierbij is het belangrijk om nog steeds na te blijven gaan of het model meet waar hij voor ontworpen is en of de eisen nog steeds betrouwbaar, generaliseerbaar en valide zijn.
- Fase 6 – Maintain: Naar mate het model meer wordt gebruikt zal het model aangepast moeten worden aan de resultaten en de vernieuwde inzichten in het onderzochte gebied.

In dit onderzoek zijn Fase 1 tot 4 doorlopen. BNBO West zal zelf Fase 5 en 6 moeten uitvoeren door het in te voeren in de bedrijfsvoering en het in stand te houden.

3.5 Conclusie

Er zijn veel voordelen te halen door implementatie van een Building Information Model. De belangrijkste volgens Azhar, Hein, en Sketo (2008) is dat het gehele project in een geïntegreerde database wordt bijgehouden waardoor informatie-uitwisseling tussen (keten)partners veel beter verloopt. Andere voordelen zijn:

- Accurate geometrische weergave van objecten
- Snellere en effectievere processen
- Beter ontwerp
- Life cycle costs en milieu prestatie
- Hogere productie kwaliteit
- Automatische assembly
- Betere opdrachtgever service

Invoeren van BIM is echter nog vaak lastig gebleken. BIM is namelijk niet alleen de software maar een manier van werken (Linderoth, 2010). Hiervoor is verhoogde samenwerking, een andere manier van modeleren en verschuiving van verantwoordelijkheden nodig. De implementatie van BIM loopt nog vaak niet goed bij bedrijven en is een aandachtspunt.

BIM kan voor verschillende doeleinden toegepast worden. Bijvoorbeeld om alleen een visualisatie te krijgen van het gebouw, maar ook om de gehele lifecycle van een gebouw te beheren en te controleren. Verschillende BIM-toepassingen vergen verschillende competenties van (keten)partners. Het is belangrijk dat de gevraagde BIM-toepassing in projecten en de competenties van (keten)partners matchen.

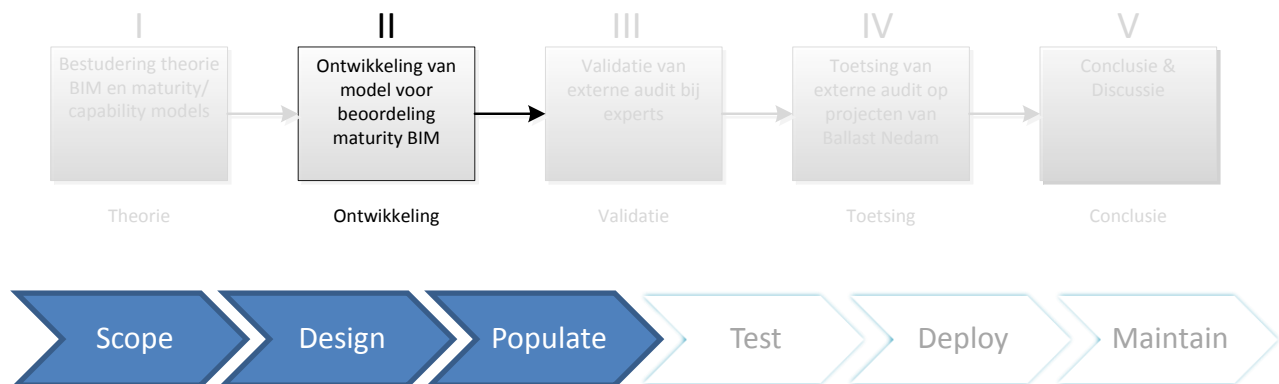
De wetenschap heeft de problemen van implementatie de laatste jaar proberen te analyseren en aan te pakken door het BIM proces bij bedrijven te kwantificeren. Er zijn verschillende modellen opgesteld om BIM binnen bedrijven te meten en om aan te geven waar het grootste verbeteringspotentieel ligt. Ook zorgen deze modellen ervoor dat men de gehele sector kan benchmarken en hierdoor kan een bedrijf dus zien hoe het zich verhoudt tot anderen.

De verschillende modellen die opgesteld zijn werken allemaal met criteria die behaald moeten zijn voordat men in maturity, capability of niveau groeit. De bekendste modellen zijn BIM Capability Stages en BIMMI van Bilal Succar (2010), de BIM Quickscan van TNO beschreven door Sebastian en van Berlo (2010), NBIMS CMM gemaakt in de Verenigde Staten door het National Institute of Building Sciences (2007), het iBIM Maturity model ontwikkeld in het Verenigd Koninkrijk door Building Information Modelling (BIM) Working Party (2011) en de Pen State BIM Assessment van The Computer Integrated Construction Research Program (2012).

Alle modellen hebben een andere manier om het niveau van BIM van een organisatie, proces of project vast te leggen en elk heeft zijn voor- en nadelen. Geen enkel model voldoet echter aan alle opgestelde eisen in dit onderzoek en is dus precies toepasbaar op de specifieke situatie van het beoordelen van de potentiële BIM-samenwerking van (keten)partners. Hierdoor is er besloten om volgens de processtappen van de Bruin et al. (2005) een eigen maturity model te ontwikkelen om (keten)partners te beoordelen. De eerste drie fases, Scope, Design en Populate, komen in hoofdstuk 4 aan bod en Fase 4, Test, in hoofdstuk 5.

4 Ontwikkeling model

In dit hoofdstuk is stap II van het onderzoeksmodel, ontwikkeling van de audit, uitgevoerd. Dit komt overeen met de eerste drie fases, Scope, Design en Populate, van Bruin et al. (2005).



Figuur 21 – Stap II onderzoeksmodel of te wel eerste drie fases model Bruin et al. (2005)

In paragraaf 4.1 is de scope van het model gegeven, waarna in paragraaf 4.2 de opbouw van het model is uitgelegd. In paragraaf 4.3 is het model vervolgens gevuld met relevante criteria voor BIM-samenwerking. In paragraaf 4.4 is de conclusie voor de ontwikkeling van het model gegeven.

4.1 Fase 1 - Scope

De BIM-audit moet dienst doen in het specifieke domein van bedrijven in de constructie-industrie die gebruik maken van BIM. Daarnaast is het model bedoeld om mogelijke BIM-samenwerking tussen bedrijven inzichtelijker te maken. Waar vorige modellen vooral gericht waren om intern de BIM-maturity vast te leggen, moet nu juist een model ontwikkeld worden om de potentie van de BIM-samenwerking inzichtelijk te maken. De eisen uit paragraaf 3.3.1 sluiten hierbij aan en zijn ook meegenomen in de scope.

4.2 Fase 2 – Design

De bedoeling is dat de BIM-audit gebruikt wordt bij (keten)partners en wordt afgenomen door medewerkers van BN. Hierdoor moet het verschil tussen verwachte BIM-deliverables en mogelijke BIM-deliverables verminderd worden. Het moet allereerst toepasbaar zijn voor BNBO West, maar kan naarmate het model succes heeft bij meerdere Ballast Nedam onderdelen ingezet worden. Het model moet eenvoudig genoeg zijn om uit te kunnen voeren en hierbij toch genoeg diepgang hebben om de potentiële BIM-samenwerking goed vast te leggen.

Er is hier gekozen voor een onderverdeling in vijf te behalen niveaus, die door veel maturity modellen gebruikt zijn (de Bruin et al., 2005; Iii & McCormack, 2004; Sarshar et al., 1999). Dit is gedaan om zowel genoeg onderscheid te kunnen maken tussen niveaus als het inzichtelijk te houden. Ook representeert dit de historische groei van adaptatie van processen in een organisatie. Zowel de BIM-maturity modellen van Bilal Succar et al. (2012) als The Computer Integrated Construction Research Program (2010) gebruiken deze vijf niveaus om de niveaus op te delen en zijn hier specifieker gefocust op de groei van BIM in een organisatie. Uit deze twee modellen is dan ook de verwoording van de niveaus gehaald. Niveau 0 is ook weergegeven als er nog helemaal niets aanwezig is om aan te geven dat een bedrijf nog niet begonnen is met invoeren van BIM. Hierdoor kan een bedrijf uiteindelijk op de onderstaande zes niveaus geschaald worden. Een hoger niveau kan pas bereikt worden als het vorige niveau behaald is.

0. Niets aanwezig
1. Initieel/ ad hoc
2. Gedefinieerd
3. Geïmplementeerd
4. Geïntegreerd
5. Geoptimaliseerd

In Fase 3 in paragraaf 4.3.2 zijn deze niveaus verder beschreven per gevonden criteria voor BIM-samenwerking

4.3 Fase 3 – Populate

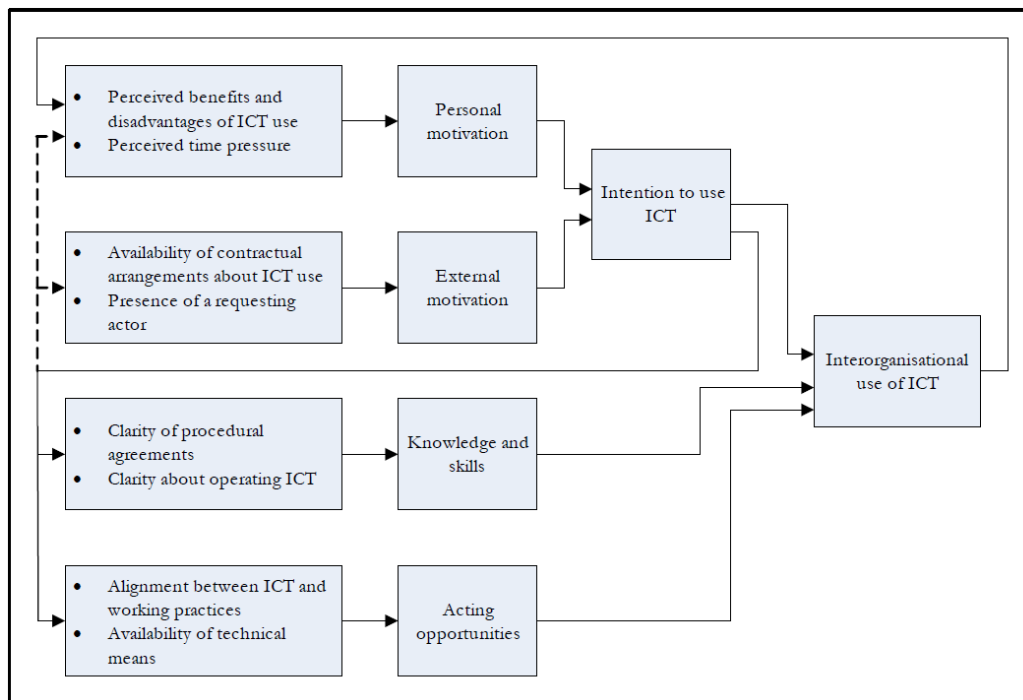
In deze fase is er gekeken welke wetenschappelijke en praktische aspecten bijdragen aan betere BIM-samenwerking tussen bedrijven. Daarna zijn deze aspecten gekoppeld aan de zes niveaus uit paragraaf 4.2.

4.3.1 Criteria

De criteria uit de verschillende modellen om de BIM-maturity van een bedrijf te meten (Zie o.a. Hf. 3) kunnen als houvast dienen om de BIM-samenwerkingspotentie van bedrijven inzichtelijk te maken. De meeste onderzoeken benoemen min of meer dezelfde criteria die belangrijk zijn voor BIM-deliverables. Bilal Succar et al. (2012) noemen drie verschillende aspecten waarin de BIM-maturity van een bedrijf kan groeien; technologie, beleid en processen. De TNO Quickscan benoemt de vier categorieën; organisation and management, mentality and culture, information structure & information flow en tools and applications.

Daarnaast zijn er verscheidene onderzoeken gedaan naar het gebruik van interorganisatiele IT in bouwprojecten en deze geven ook voorwaarden voor succes. Onder andere Ahuja, Yang, en Shankar (2009) hebben onderzoek hiernaar gedaan en geven de vier categorieën; IT-infrastructuur, projectmanagement, processen en motivatie medewerkers. Door Adriaanse (2007) zijn de categorieën duidelijker verwoord en toegelicht. Dit zijn persoonlijke motivatie, externe motivatie, kennis & vaardigheden en handelingsmogelijkheden. Ahuja et al. (2009) noemen in hun literature review van Information Systems implementations de volgende factoren; technologie, organisatie, gebruiker en project management.

Voor dit onderzoek is ervoor gekozen om de vier aspecten van Adriaanse (2007) te gebruiken omdat die ontwikkeld en veelvuldig getest zijn bij bouwprojecten en ze daarmee goed gevalideerd zijn. Ook zorgen deze criteria ervoor dat het model meer gefocust is op ICT-samenwerking in vergelijking met bestaande modellen. Andere genoemde onderzoeken waren meer gefocussed op interne implementatie of bieden minder validatie van de genoemde criteria. Het schema van Adriaanse met onderliggende criteria is weergegeven in Figuur 22. De uitleg daaronder is rechtstreeks gehaald uit het onderzoek van Adriaanse (2010). Verderop in het hoofdstuk zijn de criteria vertaald naar de specifieke situatie van BIM-samenwerking en zijn de zes niveaus aan de criteria gekoppeld.



Figuur 22 - Belangrijkste aspecten die bijdragen aan gebruik van interorganisatieel ICT gebruik (Adriaanse, 2007)

Persoonlijke motivatie (Personal motivation)

De mate waarin de actor ICT zelf wil gebruiken. Persoonlijke motivatie beïnvloedt zowel de mate waarin de actor bereid is ICT te gebruiken als de mate waarin de actor bereid is middelen te investeren om barrières tot het bedoelde ICT gebruik te slechten.

- *Perceptie van voor- en nadelen van ICT gebruik*
De mate waarin de actor voordelen en/of nadelen ziet in het gebruik van ICT.
- *Perceptie van tijdsdruk*
De mate waarin de actor hoge tijdsdruk ervaart wanneer nieuwe ICT wordt gebruikt of wordt overwogen nieuwe ICT te gebruiken

Externe motivatie (External motivation)

De mate waarin de actor gedwongen wordt door andere actoren om ICT te gebruiken. Externe motivatie beïnvloedt zowel de mate waarom de actor bereid is ICT te gebruiken als de mate waarin de actor bereid is om middelen te investeren om barrières tot het bedoelde ICT gebruik te slechten

- *Aanwezigheid van contractuele bepalingen*
De mate waarin de actor gedwongen wordt om ICT en/of andere communicatiemiddelen te gebruiken omdat dit contractueel voorgeschreven is.
- *Aanwezigheid van een vragende actor*
De mate waarin een andere actor de actor vraagt om ICT op een bepaalde manier te gebruiken (gebruik van ICT, niet gebruiken van ICT, etc.) en deze vraag impact heeft op de actor.

Kennis en vaardigheden (Knowledge and skills)

De mate waarin de actor weet hoe ICT gebruikt moet worden. Wanneer de kennis en vaardigheden beperkt zijn, beperkt de actor het gebruik van ICT.

- *Duidelijkheid van procedurele afspraken*
De mate waarin de actor weet hoe ICT gebruikt moet worden (welke informatie moet met wie gecommuniceerd worden, in welke vorm, op welk moment, etc.) en dit gebruik overeenkomt met het bedoelde gebruik.
- *Duidelijkheid over de bediening van ICT*
De mate waarin de actor weet hoe ICT bediend moet worden.

Handelingsmogelijkheden (Acting opportunities)

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

- *Afstemming tussen ICT en werkwijzen*
De mate waarin ICT is afgestemd op de werkwijzen van de actor in het project c.q. zijn of haar organisatie.
- *Aanwezigheid van technische middelen*
De mate waarin technologische aspecten de actor beperken in het bedoelde gebruik van ICT.

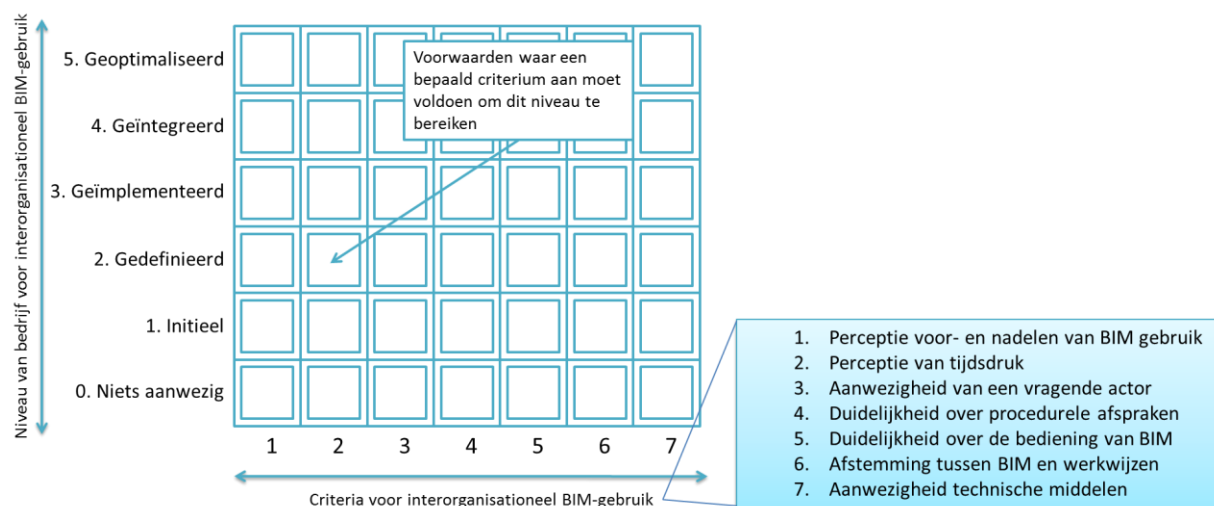
4.3.2 Criteria gekoppeld aan niveaus

Nu de criteria zijn bepaald om verhoogde BIM-samenwerking te realiseren kunnen hiervoor niveaus bepaald worden. Dit resulteert in het diagram weergegeven in Figuur 23. Hierbij zijn zeven van de acht subcriteria van Adriaanse (2007) op maturity in de zes punt schaal weergegeven. Alleen het criterium 'aanwezigheid van contractuele bepaling' valt af bij de beoordeling van een bedrijf aangezien dit geen eigenschap van een bedrijf is, maar per bouwproject geregeld moet worden. Het is dan ook niet te definiëren als een groeiend proces en is per project verschillend. Het is wel van belang dat Ballast Nedam wel voldoende aandacht geeft aan contractvorming om ook zo de (keten)partners te motiveren BIM-toepassingen te realiseren. Net als de andere zeven criteria kan het veel problemen opleveren als dit niet goed meegenomen wordt. Op dit moment doet Ballast Nedam dit al door een BIM-plan te maken met alle betrokkenen bij de start van een project.

Voor de zeven criteria zijn de zes niveaus hieronder beschreven. De beschrijving waar het bedrijf het best in past is zijn huidige maturity. Hierbij groeien de niveaus van intern naar extern gericht BIM-gebruik. Tevens zijn vragen geformuleerd bij elk criterium die de auditeur kan stellen inzicht in het niveau van het bedrijf te krijgen. De opgestelde niveaus en vragen zijn door middel van de bronnentriangulatie, beschreven in paragraaf 2.5.1, verbeterd en gevalideerd.

Het is belangrijk dat de auditeur genoeg kennis heeft van de audit om de juiste vragen te kunnen stellen om hiermee het bedrijf goed in te schatten. Hierbij is veel ervaring met BIM geen vereiste aangezien vooral organisatorische aspecten zijn uitgelicht. Naast de gegeven vragen moet een auditeur ook kunnen doorvragen als de situatie daarnaar verlangt. Dit kan voorkomen als de auditeur niet zeker is welk niveau het bedrijf in valt of het antwoord meer toelichting nodig heeft.

De audit moet afgenomen worden op de werkvloer van de (keten)partners. De werknemers zijn bijvoorbeeld de modelleers en werkvoorbereiders van het bedrijf. Die zorgen namelijk voor de motivatie vanuit het bedrijf voor BIM en de uiteindelijke productie van BIM-objecten. Ook kunnen zij aangeven of het management BIM op de agenda heeft gezet. Zij moeten zich gestimuleerd voelen om meer BIM toe te passen in projecten door het management. In de volgende paragrafen zijn de zeven criteria verder uitgewerkt.



Figuur 23 - Maturity model voor BIM-samenwerking

Persoonlijke motivatie

Bij persoonlijke motivatie gaat het erom hoe graag medewerkers van het bedrijf BIM willen invoeren in de werkprocessen en projecten. Hierbij spelen twee aspecten; 'Perceptie van voor- en nadelen van BIM gebruik' en 'Perceptie van tijdsdruk'.

Bij 'Perceptie van voor- en nadelen van BIM gebruik' gaat het erom of de medewerkers van het bedrijf positief tegenover BIM staan. Als medewerkers nadelen zien, zijn ze geneigd een traditionele manier van werken te adopteren in projecten. Dit heeft als gevolg dat de beoogde BIM-toepassing niet goed uitgevoerd wordt en modelintegratie tussen bedrijven in gevaar komt. Zien de medewerkers echter veel voordelen dan zijn zij ook sneller geneigd om mogelijke obstakels te overkomen en zorgen ze er ook voor dat andere partijen en medewerkers overtuigd worden van het nut van BIM. Ook zijn ze geneigd nieuwere BIM-toepassingen die nog weinig getest zijn in te voeren. De onderverdeling in niveaus en de vragen die gesteld moeten worden om het niveau te bepalen zijn weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4 - Niveau verdeling en vragen "Perceptie van voor- en nadelen van BIM gebruik"

Subcriterium	Niveauverdeling
Perceptie van voor- en nadelen van BIM gebruik	0 Medewerkers zien alleen kosten en invoeringsknelpunten voor toepassen van BIM in een project.
	1 Medewerkers zien noch baten noch kosten en invoeringsknelpunten voor het toepassen van BIM in een project.
	2 Medewerkers zien baten maar hebben nog geen goed beeld van de kosten en invoeringsknelpunten en hebben hierdoor geen goed beeld wat nodig is voor het toepassen van BIM in een project
	3 Medewerkers zien baten maar zien ook de kosten en invoeringsknelpunten en willen daarom rustig starten met toepassen van BIM in projecten.
	4 Medewerkers zien veel baten en kijken realistisch naar de kosten en invoeringsknelpunten en willen daarom vooral eerder uitgevoerde BIM-toepassingen in projecten uitvoeren.
	5 Medewerkers zien zeer veel baten en hebben de kosten en invoeringsknelpunten duidelijk in beeld en onder controle en willen daarom nieuwe realistische BIM-toepassingen uitproberen in projecten.
Vragen	
Waarom voeren jullie BIM in in jullie bedrijfsvoering?	
Welke baten zie je in het gebruik van BIM in dit project?	
Welke kosten en invoeringsknelpunten zie jij in het toepassen van BIM in dit project?	
Wat voor BIM-toepassingen willen jullie gebruiken in dit project?	

Bij 'Perceptie van tijdsdruk' gaat het erom of de medewerkers die aan het project moeten werken de tijd zien en krijgen om nieuwe BIM-toepassingen eigen te maken. Als een medewerker te veel naast het implementeren van nieuwe BIM-toepassingen moet doen, zal hij sneller geneigd zijn zijn oude traditionele manier van werken toe te passen, aangezien dat hem minder tijd kost. Dit zorgt ervoor dat nieuwe toepassingen niet gerealiseerd worden en BIM-doelstellingen niet gehaald worden. Het is dan essentieel dat zowel het management de medewerker ruimte geeft voor BIM als dat de medewerker zelf ruimte creëert voor implementatie. De onderverdeling in niveaus en vragen die hierbij horen zijn weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5 - Niveauverdeling en vragen "Perceptie van tijdsdruk"

Subcriterium	Niveauverdeling
Perceptie van tijdsdruk	0 Medewerkers zien een te volle agenda en hebben geen tijd om BIM toe te passen in projecten. Management geeft geen tijd en/of middelen hiervoor.
	1 Medewerkers zien minimale extra tijd om BIM toe te passen in projecten. Management geeft nauwelijks genoeg tijd en/of middelen hiervoor.
	2 Medewerkers zien wat tijd om BIM toe te passen in projecten. Management geeft ze ook net genoeg tijd en/of middelen. Bij te grote veranderingsstappen wordt snel op oude werkwijzen teruggevallen.
	3 Medewerkers zien genoeg tijd om het gebruik van BIM eerst te leren en daarna toe te passen in projecten. Management geeft ze genoeg tijd en/of middelen. Grote veranderingsstappen kunnen genomen worden.

4	Medewerkers zien structureel tijd om het gebruik van BIM te leren en het toe te passen in projecten. Management geeft ze hiervoor dan ook genoeg tijd en/of middelen.
5	Medewerkers zien zowel structureel als in het project genoeg tijd om het gebruik van BIM te leren en het toe te passen in projecten. Management geeft ze hiervoor dan ook alle tijd en/of middelen.
Vragen	
Hoeveel tijd krijg je vanuit het management om BIM toe te passen in projecten?	
Hoeveel extra tijd besteed je zelf aan het eigen maken van BIM?	
Hoeveel tijd buiten projecten is er beschikbaar om BIM eigen te maken?	

Externe motivatie

Bij externe motivatie gaat het erom hoe een medewerker wordt beïnvloed om BIM toe te passen. Het is belangrijk dat een medewerker duidelijk heeft wat van BIM verwacht wordt en wat hij moet opleveren in het project en bedrijf waar hij werkt. Indien dit niet duidelijk is, dan zal hij niet de juiste BIM-objecten opleveren en kunnen BIM-toepassingen niet gerealiseerd worden. In het project moet dit gereguleerd worden door het criterium 'Aanwezigheid van contractuele bepalingen'. Hierin moet duidelijk verwoord zijn welk bedrijf welke verantwoordelijkheden heeft en wanneer het BIM-object tot welk niveau van detail uitgewerkt moet zijn. Is er onduidelijkheid over deze afspraken dan heeft dit consequenties voor de BIM-toepassingen. Deze contractuele afspraken zijn echter niet van te voren te beoordelen op maturity en worden daarom niet meegenomen in het model. Het gaat namelijk om het bedrijf en niet om de afspraken met het bedrijf. Het is dus aan het projectteam om dit zo duidelijk mogelijk vast te leggen zodat ook dit criterium er voor zorgt dat de BIM goed tot zijn recht komt in het bouwproject.

Bij 'Aanwezigheid van een vragende actor' kan wel maturity bij een bedrijf bepaald worden. Het gaat er hierbij vooral om dat het bedrijf intern duidelijke doelen stelt voor het gebruik van BIM in projecten. Als het management er aandacht aan geeft en dit ook duidelijk naar de werkvloer gecommuniceerd heeft, zijn medewerkers meer geneigd om in projecten hier vergaand gebruik van te maken. Medewerkers moeten duidelijk hebben wat er van hun verwacht wordt. Tevens zorgt management support ervoor dat er middelen ingezet kunnen worden om BIM binnen een bedrijf toe te passen. Hiervoor moeten namelijk onder andere technische middelen, trainingen en processen aangepast worden. Als er geen support is hiervoor, kunnen medewerkers de BIM-taken niet goed uitvoeren. De onderverdeling in niveaus en vragen zijn weergegeven in Tabel 6.

Tabel 6 - Niveauverdeling en vragen "Aanwezigheid van een vragende actor"

Subcriterium	Niveauverdeling
Aanwezigheid van een vragende actor	0 Er is nog geen visie of doel voor BIM geformuleerd en de organisatie is er nog niet mee bezig
	1 Er is een basis visie voor BIM opgesteld en management geeft verder weinig aandacht hieraan.
	2 Visie is uitgebreid en management begrijpt en benadrukt belang BIM maar zet nog weinig middelen in om het te bereiken.
	3 Visie, strategie en cultuur van BIM zijn gedetailleerd beschreven. Management zet adequate middelen en definieert heldere doelen van BIM.

4	BIM heeft duidelijk plaats in organisatie en visie, strategie en doelen zijn duidelijk, haalbaar en meetbaar gedefinieerd. Management maakt voldoende middelen vrij voor implementatie
5	BIM is geïntegreerd in de organisatie en visie, strategie en doelen worden vaak geüpdate en medewerkers worden sterk gemotiveerd om meer met BIM te doen. Voldoende support voor verdere ontwikkeling van BIM.

Vragen

Welke doelstellingen en visie heeft het management voor BIM geformuleerd?

Is er een BIM-plan voor de organisatie en het project aanwezig? Zo ja, kan ik die (of externe versie) inzien?

Hoe worden medewerkers gestimuleerd en ondersteund om BIM eigen te maken en te gebruiken in projecten?

Kennis en vaardigheden

Bij kennis en vaardigheden gaat het erom of het bedrijf duidelijk vastgelegd heeft hoe ze BIM-toepassingen verkrijgen en hoe kundig de medewerkers met het werken met BIM zijn. Er zijn twee subcategorieën waar naar gekeken wordt bij kennis en vaardigheden; 'Duidelijkheid van procedurele afspraken' en 'Duidelijkheid over bediening van BIM'.

Bij 'Duidelijkheid van procedurele afspraken' gaat het erom dat het bedrijf duidelijk heeft vastgelegd hoe een bepaalde BIM-toepassing werkt en opgeleverd moet worden. Dit is belangrijk voor de consistentie van het werk. Als dit namelijk niet of nauwelijks geformuleerd is, doen medewerkers hun werk naar eigen inzicht en kunnen BIM-objecten niet op elkaar afgestemd worden. Het vastleggen van processen is ook nodig voor het delen van de informatie met externen ofwel andere bedrijven in de bouw. Als hier niets voor ontwikkeld is, kunnen bedrijven lastig data uitwisselen en kan geen geïntegreerd BIM-object gerealiseerd worden. De verschillende niveaus en vragen voor deze subcategorie zijn weergegeven in Tabel 7.

Tabel 7 - Niveauverdeling en vragen "Duidelijkheid van procedurele afspraken"

Subcriterium	Niveauverdeling
Duidelijkheid van procedurele afspraken	0 BIM-processen niet geformuleerd
	1 BIM-processen alleen abstract geformuleerd bij het bedrijf, medewerkers hebben dus weinig inzicht wat en hoe ze BIM moeten toepassen in projecten.
	2 BIM-processen zijn meer gedefinieerd en medewerkers hebben (mondeling) uitleg gekregen hoe en wat hij op bepaalde momenten moet aanleveren.
	3 BIM processen gedetailleerd beschreven en er zijn interne schriftelijke afspraken over het opstellen en aanleveren van BIM-objecten. Ad-hoc controle op de BIM-processen en -opleveringen.
	4 BIM-processen gedetailleerd beschreven en er zijn standaard afspraken met verschillende externe disciplines voor het opstellen en aanleveren van BIM-objecten. Gereguleerde controle op meeste BIM-processen en -opleveringen.
	5 BIM-processen zijn geheel vastgelegd en bijgehouden voor het opstellen en aanleveren van BIM-objecten tussen verschillende externe disciplines. Goede controle op alle BIM-processen en -opleveringen.

Vragen
Welke afspraken zijn er intern voor het opstellen en aanleveren van BIM-objecten?
Welke afspraken zijn er met andere bedrijven over het uitwisselen van BIM-objecten?
Hoe wordt de kwaliteit van het model geborgd?

Bij 'Duidelijkheid over de bediening van BIM' gaat het er juist om hoeveel training en ervaring medewerkers hebben opgedaan. Bij training wordt er vooral gekeken hoe dit is opgezet. Als er af en toe sporadisch een BIM-training wordt gegeven, zullen medewerkers wel wat leren maar groeien hun mogelijkheden niet sterk. Zijn er structureel trainingsmogelijkheden, dan kan een medewerker zich snel ontwikkelen en kan hij zich snel nieuwe BIM-toepassingen eigen maken. Naast training is het uiteraard ook van belang dat medewerkers daadwerkelijk hebben gewerkt met BIM in projecten. Hoe meer ervaring een medewerker heeft opgedaan hoe beter hij waarschijnlijk is in het volbrengen van een BIM-toepassing. Hierbij is het ook van belang dat hij gewerkt heeft aan interorganisatiele projecten en niet alleen intern BIM-toepassingen heeft uitgevoerd. Het moet namelijk mogelijk zijn om een geïntegreerd BIM-object op te leveren. Laatste belangrijke punt is de ondersteuning die een bedrijf biedt in het toepassen van BIM. Zijn er hulplijnen aanwezig als een medewerker vastloopt in een project. In Tabel 8 zijn de verschillende niveaus en vragen weergegeven.

Tabel 8 - Niveauverdeling en vragen "Duidelijkheid over de bediening van BIM"

Subcriterium	Niveauverdeling
Duidelijkheid over de bediening van BIM	0 Medewerkers krijgen geen training en er zijn geen projecten met BIM gestart.
	1 Medewerkers krijgen ad-hoc training en hebben nog niet in een project met BIM gewerkt. Geen ondersteuning vanuit andere medewerkers mogelijk.
	2 Medewerkers krijgen training over BIM en zijn gestart met hun eerste BIM-project. Nog geen standaard trainingen ingevoerd. Minimale ondersteuning vanuit collega's mogelijk.
	3 Medewerkers hebben een project gedaan met toepassing van BIM en hebben (vaste) trainingsmogelijkheden om hun kennis en vaardigheden te verbeteren. Gespecialiseerde ondersteuning is beschikbaar op aanvraag.
	4 Medewerkers hebben verscheidene BIM-projecten gedaan, waarbij objectuitwisseling tussen bedrijven standaard was. Training kan aangevraagd worden wanneer medewerker behoefte heeft hieraan en gespecialiseerde ondersteuning kijkt mee met projecten.
	5 Medewerkers hebben vele projecten afgerond waar het BIMmen geïntegreerd plaatsvond en real-time werd geüpdate. Training en gespecialiseerde ondersteuning voor nieuwe toepassingen worden nog steeds ondersteund.

Vragen
Voor welke processen gebruiken jullie BIM in projecten?
Is BIM geïntegreerd in jullie manier van werken of is het iets voor erbij?
Wat voor ondersteuning is er aanwezig voor het toepassen van BIM?

Handelingsmogelijkheden

Onder handelingsmogelijkheden valt onder andere de hardware en software die een bedrijf voor zijn medewerkers heeft aangeschaft. Als medewerkers niet beschikken over de juiste middelen dan is het voor hen ook onmogelijk om de juiste BIM-toepassing uit te voeren. Daarnaast is het ook de vraag of BIM de gebruikte werkwijze is in het bedrijf of dat het bedrijf eerder nog traditioneel in 2D werkt.

Bij 'Afstemming tussen BIM en werkwijzen' gaat het erom hoe geïmplementeerd de BIM-werkwijze is in het bedrijf. Wordt BIM gebruikt als standaardwijze om projecten op te leveren dan kan er vanuit gegaan worden dat het bedrijf vergaande BIM-toepassingen kan opleveren. Wordt het alleen gebruikt als daarom gevraagd wordt vanuit de markt en gebeurt de rest nog op traditionele wijze dan is het lastiger om hoogwaardige BIM-toepassingen en –objecten op te leveren. De verschillende niveaus en vragen zijn weergegeven in Tabel 9.

Tabel 9 - Niveauverdeling en vragen "Afstemming tussen BIM en werkwijzen"

Subcriterium	Niveauverdeling
Afstemming tussen BIM en werkwijzen	0 BIM wordt nooit gebruikt in het werkproces.
	1 BIM wordt alleen gebruikt als extra handigheid en is niet het leidende werkproces van de organisatie.
	2 BIM wordt af en toe intern gebruikt om projecten te ontwikkelen, maar is geen standaard.
	3 BIM is de algemene gebruikte interne werkwijze om projecten te ontwikkelen. Medewerkers zijn hierop aangepast.
	4 BIM-objecten worden in een geïntegreerde database bijgehouden en hebben een hoge rijkheid van informatie. Werkwijzen zijn afgestemd met andere bedrijven.
	5 BIM-objecten worden real-time bijgehouden tussen bedrijven, processchema's worden veelvuldig geüpdate en bijgehouden en BIM is de standaard werkwijze voor een project.
Vragen	
Voor welke processen gebruiken jullie BIM in projecten?	
Is BIM geïntegreerd in jullie manier van werken of is het iets voor erbij?	

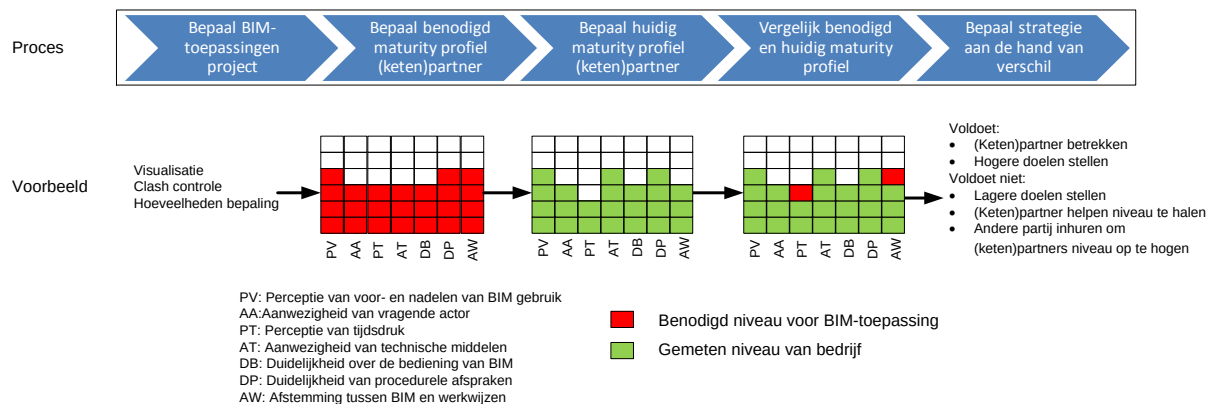
Het laatste subcriterium is 'Aanwezigheid van technische middelen'. Het is van groot belang dat de organisatie de juiste hardware en software heeft aangeschaft om bepaalde BIM-toepassingen uit te voeren. Elk stuk software heeft zijn eigen voor- en nadelen en een bedrijf kiest het pakket dat het beste in zijn bedrijfsvoering past. Het is wel belangrijk dat een bedrijf hier dan ook aandacht aan besteedt en hiervoor middelen aanschaft of ontwikkeld om toch een juiste dataoverdracht tussen software te volbrengen. Naast de software moet de hardware hier ook op aangepast zijn. Het gaat hierbij niet om de snelste en beste computers, maar juist dat de hardware de aangeschafte software ondersteunt. Als laatste is het ook belangrijk dat een bedrijf toegang heeft tot een objectenbibliotheek. Hierin staan namelijk standaard objecten voor een BIM-object, waardoor sneller gemodelleerd kan worden. De verschillende niveaus die behaald kunnen worden door bedrijven zijn in Tabel 10 weergegeven.

Tabel 10 - Niveauverdeling en vragen "Aanwezigheid van technische middelen"

Subcriterium	Niveauverdeling
Aanwezigheid van technische middelen	0 BIM-software en -hardware zijn niet aanwezig
	1 BIM-software programma aangeschaft en hardware om dit te ondersteunen.
	2 BIM-software en -hardware werken naar behoren en er is standaard ICT-ondersteuning voor problemen en aanvraag van nieuwe behoeftigheden. Een start gemaakt met een objectenbibliotheek.
	3 BIM-software en -hardware aangeschaft of ontwikkeld om samen te kunnen werken met andere bedrijven. Objectenbibliotheek bevat de meeste hoofdonderdelen.
	4 BIM-software en -hardware zijn geavanceerd, altijd de laatste versie, werkt samen met andere bedrijven en beschikbaar voor alle medewerkers. Objectenbibliotheek werkt naar behoren.
	5 BIM-software en -hardware zijn geavanceerd, altijd de laatste versie, werkt samen met andere bedrijven en beschikbaar voor alle medewerkers. Eigen ontwikkeling van nieuwe software om nieuwe BIM-toepassingen mogelijk te maken.
Vragen	
Wat voor software en hardware gebruiken jullie om BIM-objecten te maken?	
Hoe maakt jullie bedrijf gebruik van een objectenbibliotheek?	
Wat voor ondersteuning is er vanuit de organisatie voor de ICT-voorziening die BIM nodig heeft?	
Hoe hebben jullie je ICT ingericht om samen te werken met andere bedrijven?	

4.3.3 Toepassing model

Nu de criteria zijn opgesteld zijn de vijf stappen om de audit uit te voeren verder uitgewerkt. De stappen zijn al eerder weergegeven in Figuur 13. Door deze stappen uit te voeren moet de BIM-samenwerking van bedrijven geschaald zijn en kan aan de hand hiervan een strategie bepaald worden. De te volgen stappen, nu met voorbeelden, zijn weergegeven in Figuur 24 en hieronder beschreven.



Figuur 24 - Processchema gebruik BIM-samenwerking audit

Bepaal BIM-toepassing

Voor elk project worden BIM-toepassingen bepaald. De meest voorkomende zijn in paragraaf 3.2 en in Appendix A weergegeven, maar meer toepassingen zijn mogelijk. Voor dit onderzoek zijn met deze geïdentificeerde toepassingen verder gewerkt. Bij elke toepassing moet een (keten)partner een bepaald niveau halen om daadwerkelijk de toepassing tot een goed resultaat te brengen. Voor alleen visualisatie is een duidelijk lagere BIM-maturity nodig, dan voor Facility management waarbij het hele model As-Is opgeleverd wordt. Hier moet namelijk meer en accurate informatie in het model verwerkt zijn. Het is belangrijk om de juiste toepassingen voor een project te kiezen omdat dit het hele verdere traject van BIM bepaald. Het blijft belangrijk om steeds nieuwere toepassingen uit te rollen, maar dit moet wel stapsgewijs gebeuren en er moeten nog wel partners gevonden kunnen worden die dat ook daadwerkelijk aankunnen.

Bepaal benodigde maturity profiel

Nadat de verschillende BIM-toepassingen zijn bepaald, wordt hieraan een BIM-niveau gekoppeld. Elke BIM-toepassing vergt een bepaald niveau. Hoe gedetailleerder de uit te wisselen objecten en hoe meer er afgestemd moet worden, hoe hoger het niveau van het bedrijf moet zijn. Dit niveau is bepaald aan de hand van observaties van (keten)partners in de casestudies en eigen inzicht. In dit onderzoek zijn profielen opgezet voor de vier BIM-toepassingen die in de case projecten worden toegepast bij de verschillende (keten)partners; aannemer, architect, constructeur en installateur. Uiteindelijk is het hoogste niveau per criterium het leidende niveau voor benodigde maturity. Dit inzicht is weergegeven in Appendix B. Deze niveaus zijn echter slechts indicaties en meer onderzoek hiernaar is nodig om dit te valideren. De validatie moet plaatsvinden door steeds vaker het model toe te passen en hiermee een database van maturity profielen op te stellen. De hier opgestelde niveaus zijn nu dus als referentie gebruikt voor het model, maar moeten niet als absolute waarheid aangenomen worden.

Bepaal huidig maturity profiel

Door de audit uit te voeren bij medewerkers op de werkvloer van (keten)partners kan bepaald worden welk niveau het bedrijf heeft. Hierbij moet door de auditeur goed doorgevraagd worden op de opgestelde vragen om het bedrijf geheel te doorgronden. Het is ook belangrijk dat de auditeur zelf voldoende kennis heeft van de vragen in de audit en een zekere kennis in BIM. Aangezien er veel organisatorische vragen tussen zitten, hoeft de auditeur echter geen expert op het gebied van BIM te zijn. De verschillende niveaus voor de zeven criteria kunnen ingevuld worden aan de hand van de audit. Hierbij wordt door de auditeur het meest passende niveau voor het bedrijf gekozen.

Vergelijk benodigd en huidig maturity profiel

Door de twee profielen over elkaar heen te leggen, wordt het verschil tussen benodigd en huidig maturity profiel van een (keten)partner duidelijk. Hierbij valt snel op welke criteria nog een te laag niveau hebben. Voor elk criterium zijn er andere consequenties te trekken aan de hand van de uitkomst. Sommige criteria zijn namelijk belangrijker voor het slagen van een BIM-toepassing dan andere. Zo kunnen criteria er ook voor zorgen dat een te laag niveau van een ander criterium opgelost wordt. Doordat er bijvoorbeeld veel motivatie vanuit medewerkers is, kan een tekort aan kennis van BIM in een korte tijd ingehaald worden.

Bepaal strategie

Nu er een duidelijk beeld is verkregen van de BIM-samenwerkingspotentie van de (keten)partner kunnen er verschillende beslissingen gemaakt worden aan de hand hiervan. Uiteindelijk gaat het erom dat de beste (keten)partner bij het project betrokken wordt en daarbij gaat het er niet alleen om of ze BIM beheersen. Kosten blijven vooralsnog een zeer belangrijk criterium, maar ook bouwtijd, kwaliteit en vorige ervaringen spelen mee. Er kunnen twee scenario's zijn bij vergelijking van huidig en benodigd; Voldoet aan alle criteria en voldoet niet aan alle criteria.

Voldoet aan alle criteria

Als de (keten)partner aan alle voorwaarden voldoet, is de potentie dat alle BIM-toepassingen goed uitgevoerd kunnen worden groot. Er zijn dan twee logische strategieën geïdentificeerd, maar meer zijn mogelijk.

- (Keten)partner betrekken bij het project

Het bedrijf kan de toepassingen, volgens het model, tot een goed einde brengen. Er is dus geen BIM reden om hem niet bij het project te betrekken.

- Hogere BIM-toepassingen selecteren

Aangezien de (keten)partner aan alle gekozen BIM-toepassingen voldoet, kunnen eventueel nog andere en moeilijkere BIM-toepassingen uitgevoerd worden. Hierbij is het wel belangrijk om te kijken of alle (keten)partners meekunnen met de andere toepassingen.

Voldoet niet aan alle criteria

Als de (keten)partner niet voldoet aan enkele criteria, kan hij waarschijnlijk niet alle BIM-toepassingen goed uitvoeren. Er zijn dan vier logische strategieën geïdentificeerd, maar ook hier zijn meer mogelijk.

- (Keten)partner niet selecteren

Aangezien de (keten)partner potentieel niet alle BIM-toepassingen tot een goed einde brengt, kan er gekozen worden hem niet te selecteren. Hierbij moeten wel andere (keten)partners, die wel voldoen binnen dezelfde branche, geïdentificeerd zijn. Anders moeten andere strategieën gekozen worden.

- Lagere BIM-toepassingen selecteren

Als sommige BIM-toepassingen te hoog blijken voor bepaalde (keten)partners, kan er besloten worden om die niet uit te voeren. Hierdoor kunnen nog steeds de eenvoudigere BIM-toepassingen met de (keten)partners uitgevoerd worden.

- Huidig niveau verhogen

Er kan voor gekozen worden de (keten)partner te helpen om het benodigde niveau voor een bepaald criterium te halen. Bijvoorbeeld, door trainingen te verschaffen, kan ervoor gezorgd worden dat het niveau voor het criterium 'Duidelijkheid over bediening van BIM' omhoog gaat. Hierdoor kan een bedrijf opeens wel voldoen. Ook kan er aan gedacht worden de (keten)partner te verplichten een specialist in te huren om de tekortkomingen van het bedrijf op te vangen.

- Benodigd niveau verlagen door hulpmiddelen

Door zelf hulpmiddelen te ontwikkelen kan ervoor gezorgd worden dat het benodigde niveau van de (keten)partner lager wordt. Hierbij kan gedacht worden aan eigen software ontwikkeling waardoor minder informatie vanuit de (keten)partner vereist is. Andere optie is eigen of ingehuurde medewerkers in te zetten om het BIM-object te modelleren. Het hangt er uiteindelijk altijd vanaf wat de (keten)partner moet aanleveren, wat voor maturity hij nodig heeft. Moet het bedrijf zelf minder informatie aanleveren, omdat BN het zelf ontwerpt, dan is zijn benodigde maturity dus ook lager.

4.4 Conclusie

Door de eerste drie ontwerpstappen van de Bruin, Rosemann, Freeze, en Kulkarni (2005) in dit hoofdstuk te volgen is een basis model ontwikkeld om de BIM-maturity van (keten)partners te bepalen. Er zijn in totaal zeven criteria uit de literatuur gehaald waar een bedrijf in geschaald kan worden (Adriaanse, 2007).

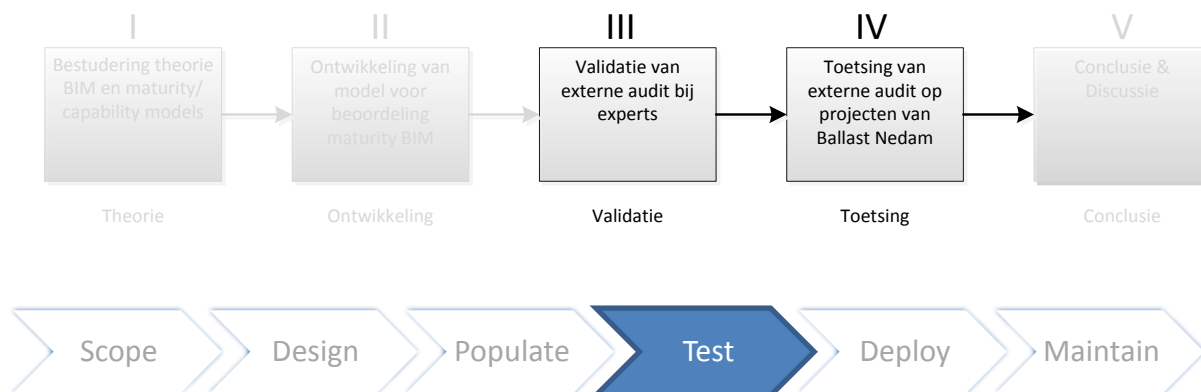
- Perceptie van voor- en nadelen van BIM gebruik
- Perceptie van tijdsdruk
- Aanwezigheid van een vragende actor
- Duidelijkheid van procedurele afspraken
- Duidelijkheid over de bediening van BIM
- Afstemming tussen BIM en werkwijzen
- Aanwezigheid van technische middelen

Een bedrijf kan voor elk van deze criteria zes verschillende niveaus behalen. Aan de hand van dit niveau kunnen verschillende strategieën uitgevoerd worden om tot een optimale samenwerking met BIM te komen in een project.

De volgende fase is het valideren van het opgestelde model. In dit onderzoek is er voor gekozen dit te doen door expert reviews om het vervolgens het model toe te passen op actuele casussen. Dit is beschreven in hoofdstuk 5.

5 Controle Model

In dit hoofdstuk is het uit de theorie ontwikkelde model getest. Dit is gedaan door allereerst in paragraaf 5.1 de opgestelde ontwerpeisen naast het model te leggen om het model te verifiëren. Vervolgens zijn in paragraaf 5.2 de toekomstige gebruikers en experts op het gebied van BIM geïnterviewd om de validiteit en toepasbaarheid van het model te testen. Als laatst zijn in paragraaf 5.3 de huidige (keten)partners van Ballast Nedam getoetst aan de hand van het model om te zien of het model werkt. Hiermee zijn de onderzoeksstappen III en IV van dit verslag en Fase 4 van het model van de Bruin et al. (2005) ingevuld. Voor paragraaf 5.2 en 5.3 zijn deelconclusies gepresenteerd



Figuur 25 – Onderzoeksstappen III en IV of te wel Fase 4 ‘Test’ van de Bruin et al. (2005)

5.1 Controle model aan eisen

Allereerst is gekeken of het ontwikkelde model voldoet aan de ontwerpeisen die in paragraaf 3.3.1 bepaald zijn. Dit is weergegeven in Tabel 11. In vergelijking met de meeste modellen uit de literatuur is dit model meer gefocust op samenwerking met BIM waardoor dit model wel aan de eis om aan de hand van de audit een duidelijk beeld van BIM-samenwerking te krijgen voldoet. De eerste contextuele eis voldoet wel omdat dit model de verschillende toepassingen van BIM meeneemt als referentie. Of de (keten)partners welwillend zijn om mee te werken met de audit is nog lastig te bepalen en dit moet blijken tijdens de toepassing van het model. De transparantie eis zal ook later ingevuld moeten worden omdat dit ook pas duidelijk wordt na afname bij (keten)partners. Beide structurele eisen zijn wel aan voldaan aangezien wetenschappelijk gevalideerde ICT-samenwerkingscriteria gebruikt zijn en verscheidene wetenschappelijke artikelen voor de niveauperdeling. Daarnaast is de audit ontwikkeld in MS Excel.

Soort	Eisen	Eigen model
Functioneel	De audit moet de BIM-maturity van bedrijven kunnen vastleggen	
	Er moet een duidelijk onderscheid gemaakt kunnen worden in BIM-maturity van verschillende (keten)partners	
	De audit moet aangepast kunnen worden aan toekomstige toepassingen van BIM	
	De audit moet verschillende criteria voor BIM-maturity meten en weergeven	
	Er moet aan de hand van de audit een duidelijk beeld zijn of (keten)partners met BIM kunnen samenwerken	
Contextueel	Per toepassing van BIM moet getoetst kunnen worden of een (keten)partner er aan voldoet	
	(Keten)partners moeten welwillend zijn om mee te werken aan de audit	-
Gebruikers	De resultaten van de audit moeten eenvoudig te begrijpen zijn	
	Er moet transparantie zijn over de bepaling en implicaties van de BIM- maturity	-
	Er moet een duidelijke handleiding zijn hoe de audit gebruikt moet worden	
	De audit moet eenvoudig en binnen een half dagdeel uit te voeren zijn	
Structureel	De audit moet een gedegen wetenschappelijke basis hebben	
	De audit moet in software die Ballast Nedam al gebruikt ontworpen worden (bijv. MS Excel)	

Tabel 11 - Controle eisen eigen ontwikkelde model

5.2 Interviews toekomstige gebruikers en experts

Hier zijn de resultaten van de interviews met toekomstige gebruikers en experts gepresenteerd. De interviews zijn gehouden om het model te testen of zowel de juiste aspecten van (keten)partners worden gemeten als dat de niveauperdeling hierbij aansluit. Daarnaast is het ook belangrijk of het model daadwerkelijk toepasbaar is om de BIM-samenwerkingspotentie in beeld te brengen. Hierbij zijn de benodigde aanpassingen die volgde uit de interviews al in het gepresenteerde model in Hf. 4 verwerkt om in één keer het juiste model te presenteren. Het interviewprotocol is te vinden in Appendix C en de volgende aspecten zijn behandeld.

1. Aanwezigheid van alle criteria die nodig zijn voor interorganisatieel BIM-gebruik.
2. Beoordeling of de verschillende niveaus duidelijk en juist verwoord zijn.
3. Mogelijkheid tot het verkrijgen van een verhoogd inzicht voor de BIM-samenwerking.

Ook hier is bronnentriangulatie toegepast om het model te valideren. Er zijn interne BN BIM-experts, externe BIM-experts en de eindgebruikers van het model gesproken. Experts weten goed of er criteria missen terwijl eindgebruikers de alledaagse realiteit meekrijgen en hierdoor de problemen in de samenwerking meemaken. Externe experts staan er weer meer onafhankelijk in. De verschillende geïnterviewde zijn hieronder weergegeven.

Toekomstige gebruikers BNBO West

- Michael Schilders (Werkvoorbereiding)
- Eric Nieuwendijk (Werkvoorbereiding)
- Rutger Hoogervorst (Werkvoorbereiding)
- Harro Petri (Werkvoorbereiding)
- Arie Maaswinkel (Planontwikkeling)
- Arjan Hinkenkemper (Planontwikkeling/Lean-manager)

Externe BIM-experts

- Léon van Berlo (Innovative BIM consultant bij TNO Bouw & Ontwikkeling)
- Jeroen Pat (Projectleider BIM & Informatie Manager bij ERA Contour, TBI Bouw)

Ballast Nedam BIM-experts

- Arjen Adriaanse
- Mark den Heijer
- Maarten Slee
- Nathaniel Manubulu
- Ruud van der Meer

5.2.1 Opmerkingen toekomstige gebruikers

Hieronder zijn de ervaringen met de werkvoorbereiders en planontwikkelaars weergegeven. Hierbij zijn sommige individueel geïnterviewd en andere samen, wanneer ze bij hetzelfde BIM-project betrokken waren.

Introductie

Alle geïnterviewde hebben in meer of mindere mate samengewerkt met (keten)partners die BIM-taken hebben uitgevoerd. Hun taak was voornamelijk het coördineren van het gehele BIM-object. Zij zijn er dus verantwoordelijk voor dat alle benodigde BIM-objecten van de verschillende bedrijven op de correcte manier bij elkaar komen en gecontroleerd worden. Hierbij ontwerpen ze zelf niets maar zijn alleen bezig met de controle van het model en koppelen de fouten weer terug aan de ontwerpende partij. De voordelen van werken met BIM zijn voor hen vooral verhoogd inzicht in het gebouw, verbeterde communicatie & coördinatie en versimpeling van hun werk. Ze geven aan dat ze er echter nog lang niet zijn, aangezien sommige bedrijven nog niet mee kunnen, er nog grote tijdsdruk is waardoor bedrijven in hun oude routine vallen, er nog kinderziektes in de software zitten en medewerkers van BNBO West er nog te weinig mee kunnen.

Er zijn intussen grote verschillen in de BIM-maturity van verschillende (keten)partners. Veel constructeurs werken bijvoorbeeld al langer met BIM en hun processen zijn hier ook op aangepast, terwijl installateurs pas net beginnen. Waar het meestal valt of staat is de hoeveelheid tijd en energie die een bedrijf in BIM steekt. Is dit veel of weinig dan zien de werkvoorbereiders dit ook duidelijk terugkomen in de aangeleverde modellen. De werkvoorbereiders zouden bedrijven beoordelen op hun ervaring, hoe intelligent vorige BIM-objecten waren, hoe hun integratie tussen bedrijven geregeld is, hoe flexibel zij zich opstellen en of zij de discipline hebben om hun afspraken na te komen.

De werkvoorbereiders noemen dat BNBO West zelf ook nog niet ver is. Ze hebben wel een trekkende rol in de regio door de goede ondersteuning vanuit BN BIM-centrum. Ze proberen partners mee te krijgen om vergaande BIM-toepassingen te gebruiken in projecten, met succes. Daarnaast zijn ze ook hard aan het groeien in het gebruik. Wel geven de werkvoorbereiders aan zelf nog te weinig kennis te hebben van werken met BIM waardoor ze zelf ook nog terugvallen in oude werkwijzen. Ook moeten de processen van de organisatie nog op BIM worden aangepast. (Keten)partners hebben vaak eerder informatie nodig vanuit BNBO West om het juiste model op te leveren. Er moeten dus eerder keuzes gemaakt worden over een ontwerp en daarnaast moet er meer training komen voor de medewerkers van BNBO West.

Instrument ontwikkeling

De werkvoorbereiders vinden de opbouw van het model er logisch uitzien. Het is duidelijk hoe de zes niveaus tot stand komen en welke criteria er gemeten worden. Alle belangrijke criteria staan er ook in vanuit hun ervaring gekeken. Eén benoemt de drie belangrijkste aspecten voor partners; Middelen, motivatie en kunde en dat deze ook terugkomen in het model.

Er wordt ook begrepen waarom contractuele verplichtingen uit het model is gelaten en waarom dit wel een belangrijk punt blijft om goed uit te voeren.

Criteria en niveauverdeling

Voor specifieke opmerking over verwoording van de verschillende niveaus is een overzicht gegeven in Appendix D. Over het algemeen vinden de werkvoorbereiders de verschillende niveaus zeer gedetailleerd geformuleerd. De opbouw vinden ze ook duidelijk terugkomen en ze denken dat partners goed ingeschaald kunnen worden door de vragen te stellen.

Eén werkvoorbereider benoemt dat hij soms meer niveaus had willen zien aangezien de stappen tussen niveaus dan groot zijn. Hij geeft echter ook meteen aan dat hij begrijpt dat het voor het model zelf onoverzichtelijk wordt. Daarnaast geven werkvoorbereiders ook aan dat ze zelf ook nog niet mature genoeg zijn om huidige benoemde BIM-toepassingen uit te voeren. Zo hebben sommige werkvoorbereiders nog nooit clashcontrole gedaan of training gehad, terwijl dit wel een BIM-toepassing is in hun project. Als dit moet gebeuren dan wordt dit gedaan met ondersteuning van het BIM-centrum. Dit is in deze fase dan ook toegevoegd aan de beschrijvingen van niveaus bij 'Duidelijkheid over de bediening van BIM'.

Toepassing

Door toepassing van het model geloven de toekomstige gebruikers dat er meer inzicht ontstaat bij de start van een project. Het is nuttig voor alle bedrijven om een keer in de spiegel te kijken met dit model. Ook BNBO West zelf moet hieraan meedoen en open en transparant met iedereen de consequenties van het niveau van BIM in elke organisatie bespreken. In de toepassing zijn de drie stappen, wat wil je, wat kan je en waar wil je naartoe, duidelijk weergegeven. Het zal uiteindelijk bij de start van het project ingevoerd moeten worden om echt effect te hebben. Dit is de afdeling bouwontwikkeling aangezien zij de belangrijkste BIM-partners betrekken.

5.2.2 Opmerkingen experts

Hieronder zijn de opmerkingen van de experts samengevat weergegeven. Hierbij zijn de belangrijke opmerkingen op het model behandeld. In Appendix D worden de specifieke opmerkingen per criterium weergegeven.

Introductie

Alle experts zijn bezig met de ontwikkeling of de implementatie van BIM binnen hun sector of bedrijf.

Van de externe geïnterviewden is Léon van Berlo (TNO) bezig met het ontwikkelen van een betere overdracht van informatie in de sector en is één van de ontwikkelaars van de TNO BIM-Quickscan. Jeroen Pat (ERA Contour) is verantwoordelijk voor BIM-implementatie bij ERA Contour en probeert voor zijn bedrijf een roadmap uit te zetten waar BIM over 3 jaar moet zijn.

BIM-experts bij Ballast Nedam hebben vaak R&D taken of zijn bezig met implementatie van BIM bij BN onderdelen. Bij R&D hoort onder andere eigen ontwikkeling van software, opstellen van gebruikershandleidingen en in gesprek gaan met softwareleveranciers. De bedoeling is de uitrol van BIM binnen BN te ondersteunen. Bij implementatie gaat het daadwerkelijk om projecten uitvoeren met de behulp van BIM. Hierbij wordt er ondersteuning gegeven aan het desbetreffende BN onderdeel dat het project uitvoert. Er worden onder andere BIM-plannen voor het project opgesteld, medewerkers van BN onderdelen getraind & aangestuurd in het gebruik van BIM en aangeleverde BIM-objecten van onderaannemers gecontroleerd.

In totaal is er dus veel ervaring bij de experts over de ontwikkeling, toepassen en samenwerken van en met BIM. Hierdoor moet dus voldoende kennis aanwezig zijn om het model te valideren.

Model ontwikkeling

- Meeste experts geven aan dat het model op het eerste gezicht nuttig lijkt. Alle experts begrijpen waarom contractuele bepalingen niet in de criteria zijn opgenomen. Ze geven wel allemaal aan dat het een belangrijk aspect is om samen met je partners te doen. In een projectplan moet duidelijk naar voren komen welke informatie op welk moment verwacht wordt van elkaar.
- Eén expert geeft aan dat de belangrijkste aspecten voor slagen van BIM, persoon, proces en technologie is en die komen duidelijk terug in het model. Daarnaast is het belangrijk om op één of andere manier te meten. Dit lijkt op het eerste gezicht een nuttige tool hiervoor. Andere experts geven ook aan dat alle belangrijke criteria terugkomen in het model.
- De harde koppeling tussen BIM-processen wordt vaak gemist tussen bedrijven en een expert vraagt zich af of dit wordt gemeten door dit model. Lijkt namelijk algemeen te blijven en niet de daadwerkelijke processen te beschrijven. Dit is ook waar, maar na uitleg begrijpen de experts dat het gaat om de potentie van de samenwerking te meten en niet de daadwerkelijke informatiestromen vast te leggen. Dit moet later in een bouwproject wel gebeuren. Andere experts merken dan ook wel terecht op dat het niet de samenwerking nu meet, maar juist de BIM-samenwerkingspotentie. Dit is ook de insteek van het model en komt dus duidelijk terug.
- Sommige experts geven aan dat het interessant is als bedrijven een nationaal keurmerk krijgen als ze kunnen BIMmen. Eén zelfde idee als de CO₂ prestatieladder (Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden en Ondernemen, 2012). Neemt hiermee de constante bewijsdrang, dat bedrijven BIM kunnen, tegenover overheden weg. Dit model kan eventueel een start zijn hiervoor.

Criteria en niveaus

Specifieke opmerkingen op alle individuele criteria komen in Appendix D aan bod. Hieronder worden de algemene en belangrijkste opmerkingen over de invulling gegeven.

Algemeen

- De experts vinden dat er een duidelijke groei terug te zien is in de vijf verschillende niveaus. Ook vindt men dat de BIM-samenwerkingspotentie van een bedrijf duidelijk naar voren komt in het model. Het lijkt over het algemeen goed verwoord te zijn voor elk criterium.
- Experts herkennen in de verschillende niveaus de duidelijke structuur van intern (little BIM) naar Integrated Project Delivery (Big BIM). Dit is ook duidelijk aangebracht in de verschillende criteria en het is goed dat het herkend is door de experts.

- Bij alles moet gekeken worden hoe ze het niveau daadwerkelijk kunnen bewijzen. Er moet gekeken worden of oude projecten, beleidsdocumenten en projectdocumenten ingezien kunnen worden. Dit wordt toegevoegd aan de vragen om deze documenten boven water te krijgen.
- Laatste algemene opmerking is dat de volgorde soms vreemd over komt. De suggestie is gegeven om eerst naar het proces te vragen voordat de motivatie en tijd aan bod komt. Door de volgorde van criteria om te draaien tijdens de audit kan een overzichtelijk interview gehouden worden.

Verwoording niveaus en vragen

- Belangrijkste wat bijna alle experts aangegeven is om het gesprek te starten met het vragen naar een definitie voor BIM volgens het bedrijf is. Hiermee krijg je meteen een goed inzicht in wat zij er onder verstaan en hoe het aansluit bij hun bedrijf. Dit mist bij de huidige vragen.
- Aandachtspunt is om de onderlinge verwoording van elk criterium meer uniform te maken. Nu is het precieze verschil tussen niveaus soms onduidelijk. Door criteria uniformer te beschrijven is het model duidelijker en kunnen medewerkers het gemakkelijker toepassen. Voorbeeld is om elk niveau met dezelfde woorden te starten. Dit is in hoofdstuk 4 al verwerkt in de verwoordingen.

Toepassing

Bij toepassing van het model wordt gevraagd of hiermee verhoogd inzicht ontstaat over de toekomstige samenwerking. De opmerkingen zijn hieronder weergegeven.

- Kritiek punt voor het model is in welke fase van het project het wordt uitgevoerd. Er zit al een groot verschil tussen eigen ontwikkeling en een project uit de markt. Het instapmoment is hierbij anders en hierdoor ook wat je van (keten)partners kan verlangen en kan meten. Uitgelegd is dat voorlopig alleen op (keten)partner projecten is gefocust waardoor BNBO West vroeg in het traject betrokken wordt. Na ontwikkeling kan gekeken worden waar het model verder ingezet kan worden.
- Wie er wordt geïnterviewd is essentieel voor de bepaling van de BIM-samenwerkingspotentie. Hier staat of valt het hele model mee. Aangegeven wordt dat het belangrijk is de medewerkers die daadwerkelijk moeten modelleren te interviewen. Deze modelleren namelijk de BIM-objecten en hebben het meeste inzicht in de vorderingen van het bedrijf. Als niet de projectmedewerkers gesproken kunnen worden, moeten representatieve medewerkers vanuit het bedrijf voor zijn taak geïnterviewd worden. Uiteindelijk moet het bedrijf ingeschaald worden en niet de werknemer, aangezien die per project kan wisselen.
- Model blijft volgens de experts een momentopname en het kan snel veranderen. Vooral motivatie en tijdsdruk zijn veranderlijke aspecten en kan meer of minder worden naar mate het project vordert. Het kan dus belangrijk zijn dit model vaker toe te passen om de actuele situatie te meten.
- Veel experts geven aan dat de audit goed in elkaar lijkt te zitten, maar dat dit toch eerst in de praktijk getest moet worden. De audit is wel duidelijk gericht op samenwerking en niet op interne optimalisatie van BIM. Dit is op dit moment nog niet in andere beschikbare scans voor handen. Er wordt afgevraagd of er grote verschillen tussen bedrijven zullen optreden of dat iedereen hetzelfde niveau zal halen. Dan zorgt de audit niet voor een duidelijk verschil tussen bedrijven. Het is dus lastig om alleen vanuit een theoretisch oogpunt te beoordelen of dit model gaat werken en het moet dus getest worden.

- Het is een goed idee om de resultaten van het model onder meer medewerkers binnen de organisatie van BN te verspreiden. Bijvoorbeeld door het te koppelen aan het Ballast Nedam inkoopstelsel AGIS. Hier worden al beoordelingen van leveranciers in verzameld. Hierin kan ook een beoordeling op BIM-samenwerking bij komen, zodat het beter verspreid wordt binnen BN.

5.2.3 Conclusie

De drie aspecten, die tijdens de interviews zijn gecontroleerd, zijn hieronder kort samengevat.

- Aanwezigheid van alle criteria die nodig zijn voor interorganisationeel BIM-gebruik. Volgens alle experts en toekomstige gebruikers zijn de meeste aspecten voor BIM-samenwerking afgedekt. Er zijn in ieder geval geen nieuwe aspecten aangedragen die niet door de huidige criteria gedekt zijn.

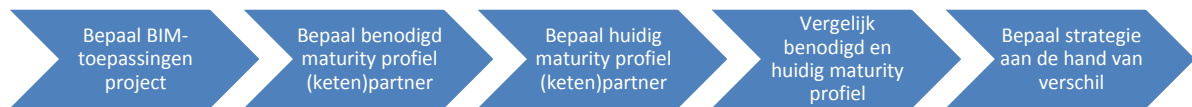
- Beoordeling of de verschillende niveaus duidelijk en juist verwoord zijn. Het komt duidelijk naar voren hoe de verschillende niveaus tot stand zijn gekomen. Daarnaast zien de meeste geïnterviewde ook een duidelijk opbouw in maturity bij de criteria. Ze geven aan goed het intern naar extern BIM-gebruik terug te zien. Wel zijn er opmerkingen over hoe het model beter verwoord of duidelijker weergegeven kan worden. Dit is in Appendix D weergegeven en ook verwerkt om bij de toepassing op (keten)partners een verbeterd model te gebruiken.

- Mogelijkheid tot het verkrijgen van een verhoogd inzicht voor de BIM-samenwerking. Het blijkt dus dat het model volgens de toekomstige gebruikers en experts in theorie moet werken en voldoet aan de doelstelling. Ze geven echter aan dat dit eerst in de praktijk getest moet zijn om te bepalen of het werkelijk voldoet. Dit is dan ook de volgende stap van de validatie.

5.3 Toepassing van de audit bij huidige (keten)partners

Nu het model gevalideerd en verbeterd is door input van experts en toekomstige gebruikers, moet er gekeken worden of het daadwerkelijk toegepast kan worden bij de (keten)partners van BNBO West. Het is de bedoeling dat de audit gebruikt gaat worden door plan-, projectontwikkelaars en werkvoorbereiders om beter inzicht te krijgen in de BIM-capaciteiten van (keten)partners. Elke keer als een nieuwe partner bij een project betrokken moet worden en deze BIM-toepassingen moet uitvoeren, moet er gekeken worden of hij dit kan. In Figuur 26 zijn de stappen voor toepassing op (keten)partners weergegeven en deze zijn in paragraaf 4.3.3 verder toegelicht. In deze paragraaf zijn de resultaten van de toepassing op (keten)partners gegeven. Hierbij is er gelet op de onderstaande drie punten.

1. Het bepalen van het niveau van een (keten)partner is eenvoudig en consistent.
2. Resultaten zijn duidelijk en geven goed weer of een (keten)partner kan samenwerken met BIM.
3. Mogelijkheid van het adopteren van het model door toekomstige gebruikers.



Figuur 26 – Processtappen voor het toepassen van de audit

5.3.1 Afname audit bij huidige (keten)partners

Bij verschillende (keten)partners van de twee casestudies, Stationslocatie en Futura (zie paragraaf 2.6), zijn interviews afgenomen om het model te valideren. Hierbij is zowel getoetst of de tool nuttig en toepasbaar is als hoe het bedrijf scoort in het model. Het auditprotocol is weergegeven in Appendix E.

Voordat de audit is afgenomen is het artikel van Bunker (2004) voor auditeren gebruikt om voor te bereiden. Het nut van een audits is door Bunker (2004) als volgt omschreven.

“Audits help us measure our accomplishments— without them, we don’t really know where we stand. Auditing is necessary, and it is a job worth doing right! “

Het is dus een belangrijke taak om inzicht te krijgen in organisaties. Het is dan ook belangrijk dat de audit goed wordt uitgevoerd. Hierbij moet er op gelet worden dat zowel de positieve als de negatieve eigenschappen van een organisatie op een behulpzame manier worden overgebracht. De auditee moet niet voelen alsof hij in een hoek geduwd wordt. Het is belangrijk dat men als auditeur een professionele houding aanneemt, genoeg technische kennis heeft van het onderwerp en voldoende tijd er in steekt om zo het vertrouwen van de organisatie te krijgen.

Hieronder zijn de stappen uit Figuur 26 beschreven bij de toepassing op de negen geauditeerde bedrijven.

Bepaal BIM-toepassingen project & Bepaal benodigd maturity profiel (keten)partner

Zoals al eerder vermeld zijn verschillende (keten)partners (architecten, constructeurs en installateurs) en BNBO West zelf geschaald. Hierbij heeft elke partij een andere rol wat betreft BIM en moet dus ook aan een ander niveau voldoen. Bij de twee case projecten, Futura en

Stationslocatie, moet dus aan de hand van de gestelde BIM-toepassingen bepaald worden aan welk niveau een architect, constructeur, installateur of aannemer moeten voldoen. De vier BIM-toepassingen voor de twee case projecten zijn weergegeven in Tabel 12 waarbij vermeld is of een (keten)partner moest bijdragen aan een bepaalde BIM-toepassing voor het case project.

BIM-toepassing	Aannemer	Architect	Constructeur	Installatie
Digitaal Communiceren	X	X	X	X
3D Model analyse	X	X	X	X
4D Visualisatie uitvoeringsplanning	X	X	X	
Hoeveelheden analyse	X	X	X	

Tabel 12 - BIM-toepassingen uitgevoerd door verschillende (keten)partners bij Stationslocatie en Futura

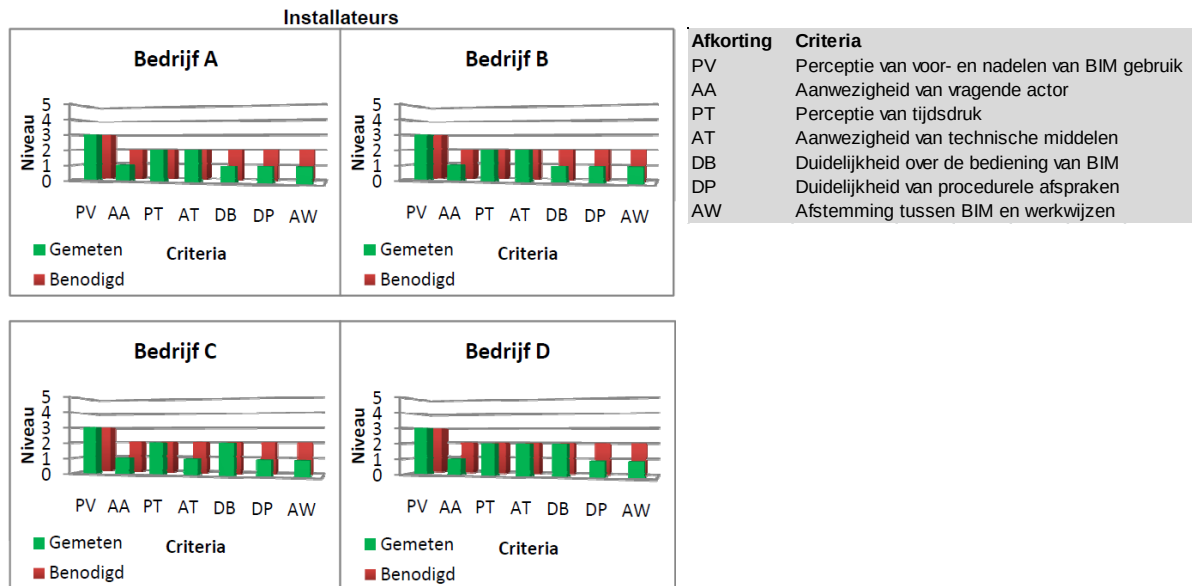
Zoals te zien wordt het meest gevraagd van de aannemer, architect en constructeur in de case projecten. Vanuit hen moeten vooral voor '4D Visualisatie uitvoeringsplanning' en 'Hoeveelheden analyse' het BIM-object op een gedetailleerde manier opgebouwd en gebruikt worden. Bijvoorbeeld moeten voor 'Hoeveelheden analyse' de juiste materialen aan het model toegevoegd worden terwijl een installateur voor het toepassen van '3D Model analyse' en 'Digitaal Communiceren' kan voldoen door de juiste afmetingen van zijn installaties neer te zetten op de juiste plek. Hierdoor krijgen de verschillende branches een ander benodigd maturity profiel, waar aannemer, architect en constructeur al verder moeten kunnen samenwerken met BIM en voor de meeste criteria op niveau 3 moeten zitten, hoeft de installateur het alleen intern geoptimaliseerd hebben. De benodigde niveaus zijn weergegeven en uitgelegd per criterium in Appendix B en hieronder in Tabel 13 is het totale benodigde niveau per branche weergegeven. Deze waarden zijn niet gevalideerd en zijn, zoals ook weergegeven in Appendix B, een benadering. Alleen door het model vaker toe te passen kan dit referentie niveau beter bepaald worden.

	PV	AA	PT	AT	DB	DP	AW	Afkorting	Criteria
Aannemer	4	3	3	3	3	3	3	PV	Perceptie van voor- en nadelen van BIM gebruik
Architect	4	3	3	3	3	3	3	AA	Aanwezigheid van vragende actor
Constructeur	4	3	3	3	3	3	3	PT	Perceptie van tijdsdruk
Installateur	3	2	2	2	2	2	2	AT	Aanwezigheid van technische middelen
								DB	Duidelijkheid over de bediening van BIM
								DP	Duidelijkheid van procedurele afspraken
								AW	Afstemming tussen BIM en werkwijzen

Tabel 13 - Niveau benodigd per branche voor de BIM-doelstellingen van de twee case projecten

Huidig maturity profiel (keten)partners & Vergelijk benodigd en huidig maturity profiel

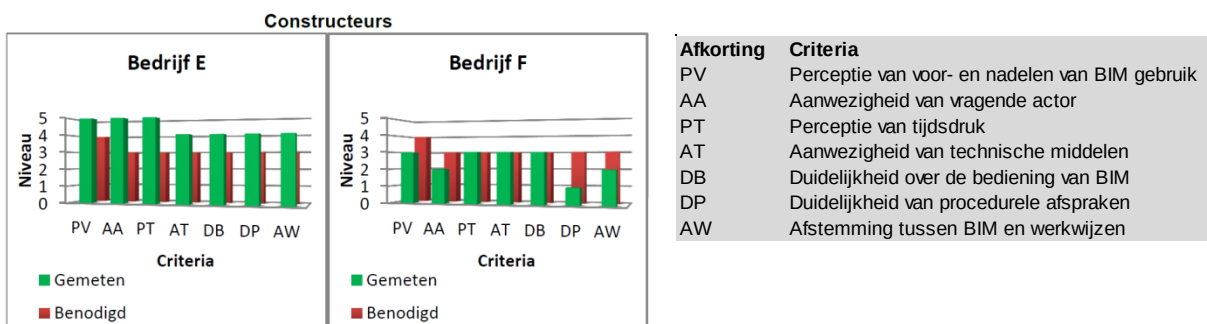
Voor de twee case projecten zijn bij verschillende medewerkers binnen de organisaties interviews afgenomen. Meestal zijn de daadwerkelijke tekenaars/werkvoorbereiders/modellereurs voor het project gesproken. Af en toe zitten er projectleiders bij de interviews aangezien die ook veel van de interne processen van de organisatie weten. Alle bedrijven zijn uiteindelijk anoniem weergegeven aangezien enkelen hierom gevraagd hebben. De branche waar het bedrijf in werkt is wel weergegeven om een vergelijking te kunnen maken tussen maturity profielen. De uitleg waarom een bedrijf een bepaald niveau heeft, is in Appendix F weergegeven. Hieronder zijn de gemeten met de benodigde niveaus vergeleken, is kort uitgelegd hoe BIM bij de bedrijven is ingevoerd en is advies gegeven waar ze zich in kunnen verbeteren.



Figuur 27 - BIM-samenwerkingsprofiel installateurs

De installateurs zijn nog duidelijk het minst ver in de ontwikkeling van BIM binnen hun organisaties. Meeste zijn begonnen met implementatie van 3D modelleren aan de hand van het case project Futura. Ze zijn dus op zijn langst pas twee jaar geleden begonnen met implementatie van BIM. Ze hebben vooral eerst de focus gelegd op training en aanschaf van de middelen en minder op het vastleggen van de werkwijze en het ontwikkelen van een duidelijke visie. Visie bestaat vooral uit meedraaien met wat de markt van ze verlangt. De voordelen voor afstemming tussen partijen wordt ook af en toe belicht door de installateurs, maar ze geven aan dat het invoeren van BIM hun erg veel tijd en geld kost en het daarom langzaam verloopt. Ook zien ze nog niet genoeg voordelen terugkomen voor eigen gebruik.

Advies voor de installateurs is daarom om duidelijk in kaart te brengen wat ze willen bereiken met BIM en hoe ze het willen uitrollen binnen hun organisatie. Op dit moment is dit niet aanwezig en gebruiken ze alleen 3D modelleren of BIM als het projectteam daarom vraagt. Hierdoor worden de investeringen in technische middelen en trainingen niet goed benut en ontwikkeld BIM zich langzaam. Ook het vastleggen van de processen is nuttig om de werkwijze van het bedrijf te kunnen verbeteren. Nu rusten ze vaak op ervaring van medewerkers en hebben dus weinig inzicht in hoe BIM-taken worden uitgevoerd.



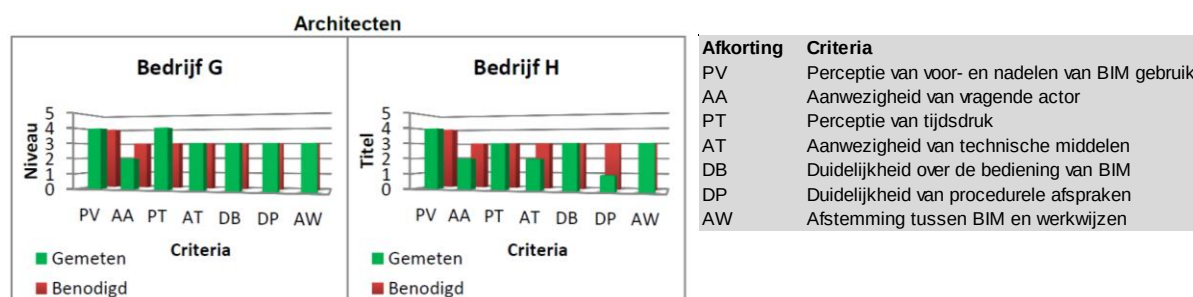
Figuur 28 - BIM-samenwerkingsprofiel constructeurs

De constructeurs zijn een branche waar BIM of in ieder geval 3D modelleren al langer gevraagd en ingevoerd is. Objectenbibliotheken zijn hier dan ook meer compleet en ook de maturity is duidelijk hoger van de twee bedrijven vergeleken met de installatiebranche.

Bedrijf E is het hoogst scorende van alle 9 geteste bedrijven. Hier werd vijf jaar geleden al een start gemaakt met 3D modelleren aangezien de oprichter geloofde in een 3D gemodelleerde toekomst. Hij heeft ook duidelijk een visie om al het werk zo simpel mogelijk te maken met behulp van hightech computerapplicaties. Hierdoor is er hoge motivatie, een goede visie en genoeg tijd om BIM toe te passen. Ook de andere criteria scoren hoog doordat het werken met 3D software bijna de enige manier van werken is geworden en ze dit ook gedocumenteerd hebben.

Bedrijf F is daarentegen begonnen omdat het gevraagd werd vanuit de markt en ze aan deze vraag wilden voldoen. Zijn al wel vier jaar geleden begonnen en hebben genoeg opgeleide medewerkers en technische middelen aanwezig. Echter is er geen duidelijke visie geformuleerd welke projecten ze wel of niet met BIM uitvoeren en er zijn dan ook geen beleidsplannen opgesteld waar ze heen willen. Wel hebben ze nu ruime ervaring met ongeveer 50 projecten uitgevoerd in 3D. De uitvoering rust op de ervaring van de medewerkers met BIM en er is weinig vastgelegd. Ook is het niet hen geprefereerde werkwijze maar meer iets voor erbij als het door een marktpartij gevraagd wordt.

Advies voor Bedrijf E is om op dezelfde manier door te gaan met het werken met BIM en de nieuwe ontwikkelingen in BIM goed in de gaten te houden. Voor Bedrijf F is het aan te raden om duidelijk te verwoorden wat ze willen bereiken en procedures op te stellen om kennis vast te houden. BIM hoeft niet hun werkwijze te worden, als het maar vast ligt wat ze wel en niet met BIM doen.



Figuur 29 - BIM-samenwerkingsprofiel architecten

De beide geïnterviewde architecten zijn langere tijd bezig om BIM in hun bedrijfsvoering in te voeren. Tegenwoordig worden bijna alle projecten bij beide standaard in BIM uitgevoerd aangezien ze merken dat het veel voordelen oplevert voor hun manier van werken. Ze zijn vooral gestart met BIM omdat de markt er naar vraagt, maar ook voor coördinatie tussen partijen en verhoging van de kwaliteit van het ontwerp. Het heeft beide bedrijven wel veel tijd en geld gekost om dit in te voeren.

Bedrijf G is alleen op het gebied van een vragende interne actor lager dan gewenst. BIM wordt wel uitgedragen maar er wordt niet een duidelijk visie waargenomen door de medewerkers. Wel hebben ze de rest van de criteria goed ingericht. Zo hebben ze procedures om modellen op te stellen en werken ze tegenwoordig het liefst met BIM om een project op te zetten.

Bedrijf H heeft ook geen duidelijk visie voor BIM geformuleerd maar het wordt wel uitgedragen door een partner. Wel is er de afgelopen jaren te weinig aandacht geweest voor het vastleggen van het

werkproces. Hierdoor zijn er geen protocollen aanwezig waardoor kennis borging en kwaliteit in gevaar komen. Het bedrijf rust op de ervaring van medewerkers en is hierom intussen ook begonnen met protocollen vast te leggen om dit op te lossen. Interessant om te zien is dat intussen alle projecten wel in Revit worden gemodelleerd en dus hun werkwijze ver voor loopt op het vastleggen van de processen.

Advies voor Bedrijf G is om op dezelfde lijn door te gaan en specifieker vast te leggen wat ze met het gebruik van BIM willen bereiken. Bedrijf H is ook al goed op weg en heeft zelf al door dat de werkprocessen in kaart gebracht moeten worden. Ze zijn hier dus mee bezig en zullen dus snel groeien in hun maturity. Ook voor hen geldt nog dat ze moeten vastleggen waar ze heen willen met BIM.



Figuur 30 - BIM-samenwerkingsprofiel aannemer

Ook Ballast Nedam Bouw & Ontwikkeling West zelf is geanalyseerd op zijn potentiële BIM-samenwerking. Hierbij is gekeken naar wat BNBO West kan en niet naar Ballast Nedam in zijn geheel. Hier zit namelijk een groot verschil in, aangezien bedrijfsonderdelen voor het grootste deel apart opereren.

BNBO West heeft intussen een paar werkvoorbereiders die met BIM-software werken en hiermee (keten)partners kunnen controleren en aansturen. Meeste zien ook de voordelen er van in en de technische middelen om het uit te voeren zijn ook aanwezig. De strategie waar BNBO West zelf heen wil is echter niet duidelijk voor de medewerkers. Vanuit het BIM-centrum wordt hier wel sturing aan gegeven maar de directie van BNBO West zelf voert nog geen vastgelegd beleid hierover. Ook krijgen de werkvoorbereiders niet altijd extra tijd om projecten uit te voeren met BIM en kunnen ook nog niet alle handelingen om de BIM-toepassingen tot een goed eind te brengen. Dit wordt opgevangen door ondersteuning van het BIM-centrum van Ballast Nedam. Verder moeten de procedures vastgelegd worden voor de werknemers zodat ze steeds sneller, makkelijker en met meer duidelijkheid met BIM kunnen werken. Deze procedures zijn op dit moment in ontwikkeling en moeten langzamerhand uitgerold worden.

BNBO West is goed op weg om BIM verder in hun organisatie in te voeren. Hierbij ligt de focus op het leren tijdens projecten. Het is goed als er een nog duidelijkere visie en procedures komen waar en hoe BIM toegepast moet worden. Verder moeten de projecten steeds vaker met BIM ontwikkeld worden om de ervaring en de werkwijze van medewerkers te laten groeien.

Bepaal strategie

Aan de hand van de resultaten kunnen voor de twee case projecten verschillende strategieën gekozen worden. De strategieën die geïdentificeerd zijn in dit afstudeeronderzoek zijn weergegeven in paragraaf 4.3.3 op blz. 52. Deze twee case projecten zijn al in de uitvoering of in de definitieve ontwerpfase. Hierdoor is strategiebepaling eigenlijk te laat aangezien dit bij de start van het project moet worden uitgevoerd. Toch zijn hier mogelijke strategieën gegeven.

Voor beide case projecten gelden meestal dezelfde tekortkomingen bij verschillende (keten)partners. De tekortkomingen zitten namelijk in het vastleggen van visie en werkwijzen. Hierdoor is er geen consistente manier van modelleren wat problemen kan opleveren.

- Voor de visie is het nuttig om met het management van de onderneming te spreken om te kijken hoe ze er precies instaan. Hieraan kan de toekomst van het bedrijf met BIM worden gezien en kan bepaald worden of ze mee kunnen gaan met BIM voor toekomstige projecten van BNBO West. Voor huidige projecten lost het echter weinig op.
- Voor vastleggen van werkwijze is het belangrijk dat partijen hieraan gaan werken en het kan nuttig zijn om een interne of externe expert hierbij te betrekken om ze hierbij te helpen. Zelf intern opstellen van de processen is ook goed mogelijk mits er voldoende ervaring aanwezig is. Beide opties zullen ze echter zelf moeten initiëren. Hier is het weer belangrijk dat het management er achter staat aangezien ze middelen en tijd nodig hebben om dit voor elkaar te krijgen. Belangrijk is dat BNBO West aandringt dat ze dit gaan doen.
- BIM-doelstellingen verlagen of andere (keten)partner selecteren zijn ook mogelijke strategieën, maar is, met de ambities die Ballast Nedam voor BIM heeft gezet met zijn (keten)partners, niet geschikt. Juist door de vraag naar BIM vanuit BN zijn ze zelf en veel (keten)partners begonnen met het invoeren van BIM. Het is belangrijk om dit te blijven stimuleren, zodat de maturity van bedrijven blijft groeien en de verbeterde samenwerking niet verloren gaat.

5.3.2 Evaluatie bedrijven

Hieronder zijn de meest opvallende bevindingen over het maturity profiel van alle bedrijven besproken.

- Veel bedrijven die geïnterviewd zijn, zijn pas naar aanleiding van het case project Futura begonnen met het implementeren van BIM in hun organisatie. Intussen zijn de bedrijven al veel verder door deze start. Als het model destijds was afgenomen bij (keten)partners, waren op vele criteria een 0 gescoord, ook door BNBO West. Veel bedrijven geven aan dat ze vooral begonnen zijn met het invoeren van BIM omdat de markt er naar vraagt. Ze willen allemaal hun werk blijven behouden en moeten dus mee. Minder belangrijk is het potentiële voordeel dat BIM voor hun bedrijfsvoering kan betekenen. Hieruit blijkt dat contractuele bepalingen dus van grote invloed zijn voor het invoeren van BIM.
- Wat ook terugkomt in de gegevens van de self-scans in het artikel van Berlo et al. (2012) is dat constructeurs over het algemeen verder zijn met BIM, daarna architecten en dat installateurs op het laagste niveau zitten. Dit is ook deels terug te zien in dit model met de huidige (keten)partners. Dit is uiteraard niet representatief door het lage aantal waarnemingen, maar het geeft wel een indicatie.
- Het komt vaak voor dat de geteste bedrijven eerst investeren in IT en trainingen voor medewerkers en weinig in het proces. Hierdoor lopen de processen binnen het bedrijf achter op de IT en ervaring van medewerkers. Dit is vooral gevaarlijk bij verlies van medewerkers omdat hier ook meteen de kennis mee verloren gaat. Daarnaast gebeurt het ook vaak dat de IT en trainingen zijn aangeschaft en afgerond en doordat er geen nieuwe

processen zijn opgesteld, medewerkers weer doorgaan op hun oude manier van werken. Dit is een verspilling van de gekochte software en gevolgde trainingen aangezien die nu niet ten volle benut worden.

- Veel bedrijven zijn afwachtend op wat de markt van ze vraagt en nemen zelf weinig initiatief om BIM toe te passen in nieuwe projecten. Vaak komt dit omdat medewerkers weinig tijd hebben door de tijdsdruk van projecten en management het daarbij niet vraagt van zijn medewerkers. Dit hoeft niet per definitie een probleem te zijn voor de BIM-samenwerking, maar er is wel duidelijk meer energie vanuit Ballast Nedam nodig om alle BIM-toepassingen met hun te volbrengen dan met partijen die het vanuit henzelf ontwikkelen.

5.3.3 Evaluatie toetsing audit

In deze paragraaf is geëvalueerd of het model praktische toepasbaar is voor de start van BIM-projecten en wat verbeterd kan worden aan het model.

Toepassing

- Alle bedrijven werkten zonder probleem mee aan een dergelijk interview en het was ook gemakkelijk om juist een modelleur te interviewen. Hierbij was de tijdsbesteding van voorbereiding, reizen, het interview en de uitwerking daarvan ongeveer 3 uur. Dit werd naar mate de interviews vaker gedaan werden minder. Als (keten)partners naar het kantoor van BNBO West komen, scheelt dit ook tijd.
- Een bedrijf kon altijd per niveau groeien en niet een niveau overslaan. Hiermee wordt bedoeld dat het bijvoorbeeld nooit voorkwam dat een bedrijf aan de criteria van niveau 4 voldeed maar nog niet die van niveau 2. Dit moet ook niet mogelijk zijn aangezien een bedrijf moet groeien in het maturity model. Dit betekend dat het juist ontworpen is.
- De rapportage van het interview en de categorisering van het bedrijf in het model was eenvoudig uit te voeren. Bedrijven hebben ook feedback gegeven op de bevindingen en over het algemeen waren ze het eens met de schaling en interpretatie. Eén keer was er een discussie over een niveauverschil van 1. Dit ging over het lastig in te schatten criterium van tijdsdruk. Dit criterium is namelijk onder andere ook afhankelijk van wat er gevraagd wordt voor BIM, hoeveel werk het bureau heeft liggen en hoe goed iemand al is in het modelleren met BIM. Het blijft dus belangrijk om het model terug te koppelen naar de geïnterviewde om ook zijn consensus te krijgen.
- Alle bedrijven benadrukken dat duidelijke afspraken belangrijk zijn voor het toepassen van BIM in projecten. Door het model kunnen realistische afspraken gemaakt worden door inzicht te hebben in de BIM-capaciteiten van alle (keten)partners. Het moet vooral duidelijk worden wie verantwoordelijk is voor welk onderdeel en tot hoe ver dat gedetailleerd moet worden.
- Het model is uiteindelijk goed toepasbaar om het huidige maturity profiel van een bedrijf in kaart te brengen maar blijft dus een momentopname en is dus statisch. Een bedrijf is echter constant in ontwikkeling en doordat processen worden verbeterd, meer projecten worden gedaan en er werknemers bijkomen en vertrekken verandert de maturity van een bedrijf. Dit is niet meegenomen en hierdoor mist het model eventuele belangrijke informatie. Een dynamisch element toevoegen, kan hiervoor de oplossing zijn.

Criteria

- Af en toe is het toch moeilijk om iemand op een niveau te schalen omdat er verschillende beschrijvingen in één niveau staan. Uiteindelijk lukt het altijd een middenweg te vinden en de bedrijven zijn het over het algemeen eens met de categorisering. Hoeft dus geen

probleem op te leveren maar is wel een aandachtsgebied. Om het duidelijker weer te geven kan voor elk niveau een voorbeeld gegeven worden. Deze voorbeelden zijn nu opgebouwd met de eerste praktijktoetsen en kunnen dus rechtstreeks gebruikt worden om het model te verbeteren.

- Gedacht werd dat proces en werkwijze aan elkaar gekoppeld waren en even snel groeien. Echter komt het voor dat werkwijze wel ver is door ervaring maar er nog geen protocollen zijn opgesteld. Dit is geen probleem voor het inschalen van het niveau maar is vooral opvallend.
- Contractuele bepalingen, het criterium dat buiten het model is gelaten, is zeer belangrijk voor de ontwikkeling van BIM bij de (keten)partners. Zonder de vraag vanuit Ballast Nedam waren sommige nooit begonnen met het implementeren van BIM in hun organisatie. Dit blijft dus zeer belangrijk om goed vast te leggen bij toekomstige projecten. Blijft wel dat het een niet te meten criterium is bij een bedrijf aangezien het meestal project afhankelijk is.

5.3.4 Validatie

De interpretatie van de maturity profielen van (keten)partners is ook gevalideerd met bronnentriangulatie.

- Eerste bron is het interview zelf, waarbij de interpretatie van het niveau tot stand komt.
- Voor de tweede validatie is de interpretatie naar de (keten)partner teruggestuurd met de vraag of dit overeenkomt met hun mening. Hierbij is maar één keer een niveau aangepast en voor de rest zijn de (keten)partners het eens met de schaling.
- Als laatst zijn de profielen voorgelegd aan twee medewerkers van Ballast Nedam die met de (keten)partners werken. Zij geven aan dat hun gevoel overeen komt met gepresenteerde maturity profielen.

Hierdoor kan gesteld worden dat het model deze bedrijven op een juiste manier kan schalen en het hiermee inzicht verschaft in potentiële BIM-samenwerking. Het voldoet dus aan de doelstelling van het onderzoek.

Dat deze negen bedrijven goed geschaald zijn betekent niet direct dat andere bedrijven even goed ingeschaald kunnen worden. Om het model verder te valideren moet het toegepast worden door BNBO West en constant gekeken worden of het model de juiste informatie boven tafel haalt. Aan de hand van de resultaten moet het model bijgewerkt worden. Dit is tevens stap 5 van het model van de Bruin et al. (2005).

5.3.5 Conclusie

- Het bepalen van het niveau van een (keten)partner is eenvoudig en consistent.

Door de opgestelde vragen te stellen kunnen alle criteria geschaald worden in het model. Hierbij is het eenvoudig te zien hoe mature een bedrijf is en de meeste (keten)partners geven dan ook aan dat de niveaubepaling klopt en nuttig is. Hierdoor is de validiteit van de interpretatie geborgd. Het blijft wel altijd aan de interpretatie vanuit degene die de audit afneemt en dit moet ook altijd meegenomen worden bij bepaling van de strategie aan de hand van de audit. Ook moet de geïnterviewde altijd ter controle gevraagd worden of hij het eens is met de interpretatie.

Het bepalen van de niveaus is in zekere mate consistent aangezien de geïnterviewde het meestal eens zijn met de interpretatie. Hierdoor scoren dus meerdere personen het bedrijf op hetzelfde niveau. Om consistentie in de toekomst nog beter te testen moeten meerdere personen hetzelfde bedrijf scoren en bepaald worden of hier verschil in zit.

- Resultaten zijn duidelijk en geven goed weer of een (keten)partner kan samenwerken met BIM.

Door het verschil tussen benodigd en huidig niveau is duidelijk waar bedrijven nog minder goed in zijn. Dit verschil betekent niet direct dat het bedrijf niet kan samenwerken met BIM maar geeft wel aan waar op gelet moet worden bij de start van het project. Ook kwam in bespreking met twee medewerkers van BN, betrokken met de gemeten (keten)partners, duidelijk naar voren dat de niveauverdeling overeenkomt met het gevoel dat zij kregen van de (keten)partners.

Het is dus mogelijk om met het verhoogde inzicht door toepassing van het model de strategie voor BIM aan te passen.

Een beperking van het model is dat het resultaat niet weergeeft hoe snel het bedrijf groeit in zijn maturity. Sommige bedrijven hebben de potentie om snel te groeien in niveau door bijvoorbeeld grote investering of door het omgooien van het beleid. Wat op dit moment een probleemgebied is, kan in de toekomst snel opgelost zijn.

- Mogelijkheid van het adopteren van het model door toekomstige gebruikers.

Het model vraagt weinig specifieke technische kennis over BIM en vraagt vooral naar de manier hoe het organisatorisch binnen een bedrijf geregeld is. Hierdoor kunnen plan- en projectontwikkelaars met weinig BIM-ervaring (keten)partners inschalen. Dit zorgt ervoor dat het eenvoudig te adopteren is in de bedrijfsvoering van BNBO West. De tijd die het vergt, gemiddeld 3 uur in het begin, is misschien wel meer dan normaal beschikbaar, maar door dit één keer toe te passen bij selectie van (keten)partners kan wel een betere strategie voor BIM bepaald worden en dit kan weer veel tijd schelen tijdens de ontwikkeling van projecten. Ook kan er gekeken worden naar de mogelijkheid om de vragenlijst digitaal te versturen en/of te verkorten waardoor geen tijd voor een interview gerekend hoeft te worden. Dit gaat wel ten koste van betrouwbaarheid van de resultaten.

6 Verbetering model & Interpretatie resultaten

Er is nu een volwaardig BIM-samenwerking maturity model beschikbaar. Uit de casestudies blijkt de het model goed werkt om statisch het BIM-samenwerkingsprofiel van een (keten)partner inzichtelijk te maken. Het is daarnaast eenvoudig uit te voeren en hierdoor is het mogelijk het in te voeren bij BNBO West. Hierdoor kan geconcludeerd worden dat het model inzetbaar is bij de start van (keten)partnerprojecten om meer inzicht te krijgen in de potentiële BIM-samenwerking.

In paragraaf 6.1 zijn aspecten besproken die het maturity profiel duidelijker maken. Vervolgens is in paragraaf 6.2 de waarde van het model voor zowel de wetenschap als de praktijk aangegeven. Om een beter overzicht te creëren van de bedrijven beschrijft paragraaf 6.3 een schematisch overzicht waar alle (keten)partners tegelijk in weergegeven worden. Hierna wordt in paragraaf 6.4 een conclusie gegeven.

6.1 Verbetering model

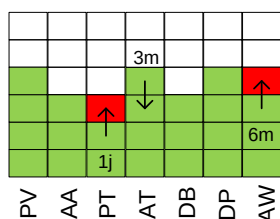
De vier mogelijke veranderingen en verbeteringen die naar voren komen tijdens de toepassing van het model en in de toekomst toegevoegd kunnen worden zijn hieronder weergegeven.

- Toevoegen van het tijdsaspect in het model om van een statische momentopname naar een dynamisch lange termijn model te gaan.
- Toevoegen van voorbeelden en verduidelijking om hierdoor nog consistentere (keten)partners in te kunnen schalen.
- De vragen en het model omschrijven naar een multiple choice vragenlijst om sneller (keten)partners in te schalen.
- Het benodigde niveau moet beter bepaald worden, zodat er een betere vergelijking met het gemeten niveau kan plaatsvinden.

6.1.1 Van statisch naar dynamisch

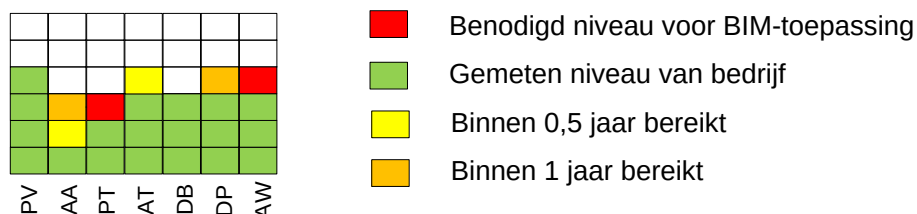
Door het model dynamisch te maken wordt meer inzichtelijk of een partij in de toekomst wel aan de criteria gaat voldoen en wordt de potentiële BIM-samenwerking op termijn duidelijk. Dit is belangrijk in de bouw aangezien projecten vaak lang duren en sommige (keten)partners pas verderop in het project met BIM aan de slag moeten. Hierdoor heeft een bedrijf dus de tijd om zijn probleemgebieden op te lossen. Nadeel blijft dat het weer extra interpretatie van de organisatie vergt. Er zijn verschillende opties om van een statisch naar een dynamisch model te gaan. Bij een dynamisch model moet het aspect verandering over tijd toegevoegd worden aan het model.

- Verwachte tijdsduur aangeven voordat het bedrijf naar een ander niveau toe groeit met een pijl. Het kan ook voorkomen dat een bedrijf in maturity daalt door bijvoorbeeld vertrek van werknemers met alle expertise. Dit kan op dezelfde manier aangegeven worden maar dan met pijl naar beneden. Het is hierbij wel lastig een juiste interpretatie te maken van de groeitijd. In ieder geval zal de tijdsduur altijd een indicatie blijven aangezien het een voorspelling blijft. Een voorbeeld hoe dat eruit kan zien is weergegeven in Figuur 31.



Figuur 31 - Dynamisch model met toevoeging tijdindicatie pijlen

- Door niveaus waar naar toe wordt gewerkt aan te geven met een andere kleur, kan meer onderscheid gemaakt worden. Hierbij kan bijvoorbeeld een gele kleur gegeven worden aan een niveau dat naar verwachting binnen 6 maanden gehaald gaat worden en oranje aan een niveau dat binnen 1 jaar bereikt is. Door de kleuren toe te voegen wordt het model wel minder inzichtelijk. Ook kan hierbij niet aangegeven worden hoe de maturity van het bedrijf in de toekomst kan afnemen wat wel met de pijl variant kan. Wel kunnen voor meerdere niveaus per criterium een indicatie gegeven worden. Een voorbeeld is gegeven in Figuur 32.



Figuur 32 - Dynamisch model door toevoeging kleur

6.1.2 Toevoegen voorbeelden ter verduidelijking

Doordat voor de beoordeling interpretatie belangrijk is, is het belangrijk zo duidelijk mogelijk te zijn wat een bepaald niveau inhoudt. Hierbij helpen voorbeelden bij elk criterium om meer inzicht te krijgen. Deze voorbeelden worden allemaal rechtstreeks uit de toepassing van het model op (keten)partners gehaald. Hieronder in Figuur 33 is een voorbeeld gegeven van het criterium "Afstemming tussen BIM en werkwijzen".

	Niveau	0	1	2
Criteria		Niks aanwezig	Initieel/ ad hoc	Gedefinieerd
Afstemming tussen BIM en werkwijzen			BIM is voorlopig nog een extra handigheid bij Bedrijf X en wordt alleen gebruikt als daarom gevraagd wordt. Geïnterviewde zou het wel aanraden als het een gecompliceerd gebouw is om zo meer inzicht te krijgen in het hele ontwerp. Aangezien het nog niet opgenomen is in het werkproces zit Bedrijf X op niveau 1.	BIM is nog iets voor erbij voor Bedrijf X. Is niet het meeste gebruikte werkproces en wordt vooral gebruikt als de opdrachtgever hierom vraagt. Zal er ook niet op aansturen in projecten. Zijn wel bedreven genoeg om de vragen van de opdrachtgever tot een goed eind te brengen. Omdat het af en toe intern wordt gebruikt zit Bedrijf X hier op niveau 2.
	Niveau	3	4	5
Criteria		Geïmplementeerd	Geïntegreerd	Geoptimaliseerd
Afstemming tussen BIM en werkwijzen		Revit wordt vaak toegepast in projecten als het nut heeft. Wordt niet standaard gebruikt maar wordt voor elk project een afweging gemaakt wat het voordeel er van is. Moet een goede reden zijn om het niet te doen om er niet mee aan de slag te gaan. Afstemming met externe disciplines gebeurt op project basis en is niet standaard. Hierdoor scoort Bedrijf X net een 3.	Hun werkwijze is eigenlijk altijd met BIM. Wordt alleen CAD gebruikt bij een renovatie project waarbij BIM niet nuttig is. Proberen ook snel uit te wisselen tussen bedrijven maar zijn vaak verder en eerder dan de rest waardoor ze vaak niet realtime kunnen uitwisselen. Hierdoor worden ze op niveau 4 gezet, maar ook hier neigen ze naar 5 maar worden belemmerd door partners.	

Figuur 33 - Voorbeelden voor criterium 'Afstemming tussen BIM en werkwijzen'

Door dit steeds aan te vullen met nieuwe toetsingen, kan een referentielijst worden opgebouwd. Hierop kan teruggegrepen worden als een medewerker het lastig vindt om iemand te schalen. Hierdoor krijgt het model steeds meer zekerheid en vergelijkingsmateriaal.

6.1.3 Omzetten audit naar multiple choice vragenlijst

De audit is op dit moment eenvoudig te gebruiken door medewerkers van BNBO West met weinig verstand van BIM. Het vergt echter nog steeds tijd om dit af te nemen en zeker om het model beter toepasbaar te maken bij kleine leveranciers die enkel kleine BIM-taken moeten uitvoeren, is het verkorten van het proces om de potentiële BIM-samenwerking in beeld te krijgen praktisch. Verkleinen van de vragenlijst om sneller toepasbaar te maken is een optie, maar uiteindelijk zal het nog beter werken als medewerkers alleen een vragenlijst hoeven uit te sturen via de e-mail. Dit kan bijvoorbeeld door een online multiple choice vragenlijst te maken en deze mee te sturen bij prijsaanvragen. Hierdoor kost het Ballast Nedam zelf weinig tot geen tijd en krijgen ze toch meer inzicht in hun leveranciers.

Het nadeel van multiple choice is dat de antwoorden al gegeven worden aan de (keten)partners en ze hierdoor eenvoudig kunnen zien wat het gewenste antwoord is. Als een (keten)partner dan goed wil scoren om sneller in aanmerking te komen voor een project, komt BNBO West er niet achter omdat niet doorgevraagd kan worden. De resultaten zijn dus niet gevalideerd en hiermee kan hetzelfde probleem optreden waarmee dit onderzoek begonnen is.

Ook moeten de vragen omschreven worden en moeten aan de antwoorden waarderingen gehangen worden. Nu geeft de interviewer een oordeel over het bedrijf door een eigen interpretatie en deze te valideren bij de geïnterviewde. Bij multiple choice moet elk antwoord gewogen worden en hieraan een niveau gekoppeld worden. Deze waardering zal, net als het model zelf, eerst ontwikkeld en geoptimaliseerd moeten worden voordat dit accuraat het niveau bepaald.

Uiteindelijk is het voor gebruik van het model bij kleine bedrijven aan te raden om een dergelijk vragenlijst te ontwikkelen. Echter valt dit buiten het onderzoek.

6.1.4 Benodigd niveau beter bepalen

Op dit moment is het benodigd niveau van (keten)partners bepaald aan de hand van eigen inzicht en toepassing van het model op (keten)partners. De argumentatie hierachter is weergegeven in Appendix B. Deze niveaus zijn echter slechts indicaties aangezien er nog niet voldoende gegevens zijn om het goed te valideren. In de toekomst zal dit verder uitgediept moeten worden. De huidige maturity modellen uit paragraaf 3.3.2 en de overige literatuur geven geen oplossing hiervoor aangezien ze niet met een benodigd niveau per toepassing werken. Wat wel een mogelijkheid is, is het model steeds vaker toepassen bij (keten)partners. Aan de hand van de prestaties van de (keten)partner kan het benodigd niveau weer aangepast worden. Er moet gekeken worden of (keten)partners tijdens projecten goed presteren, waardoor geconcludeerd kan worden dat zijn profiel voldoet. Met meer gegevens kan hiermee een gemiddeld benodigd niveau voor BIM-toepassingen vastgesteld worden en wordt het benodigde niveau dus betrouwbaarder.

Ook zullen in de toekomst steeds vergevorderde toepassingen ingevoerd worden. Ook voor deze toepassingen moeten geschikte (keten)partners met voldoende niveau betrokken worden en moet een benodigd niveau vastgesteld worden.

6.2 Vergelijking (keten)partners in één weergave

Tijdens de interviews bij (keten)partners vielen er twee variabelen op die bij elk bedrijf de meeste invloed hadden op de BIM-samenwerking. De variabelen zijn; (1) de ervaring met BIM en (2) markt of strategisch gedreven BIM ontwikkeling. Deze twee variabelen hebben beiden direct invloed op de zeven criteria waar het maturity profiel uit bestaat.

- Ervaring

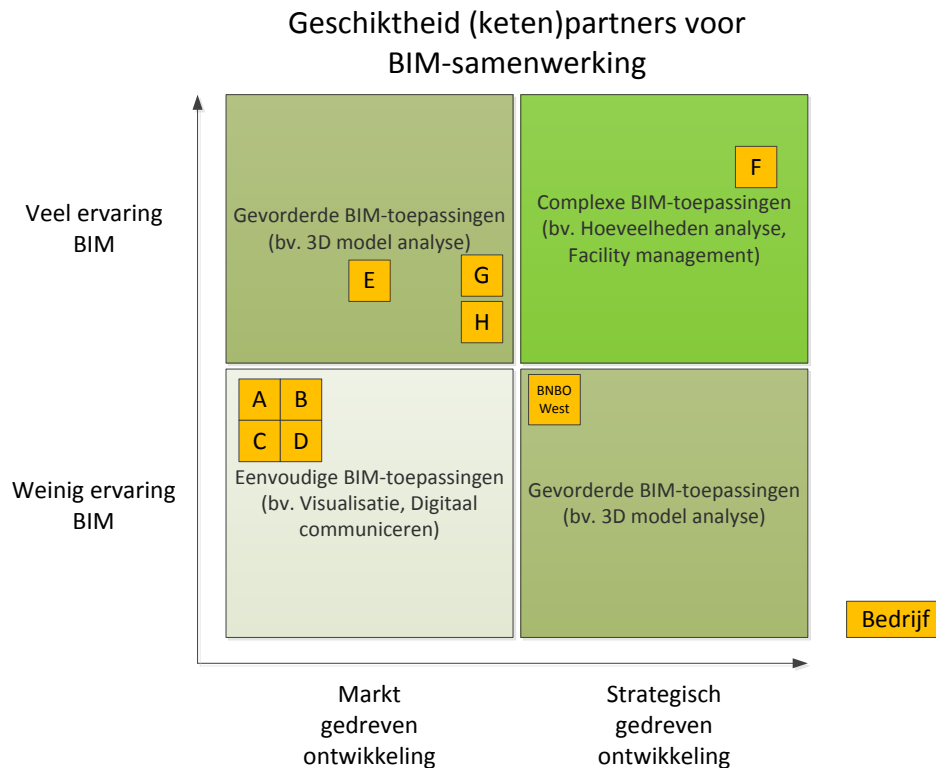
Met weinig ervaring kost BIM veel tijd om toe te passen in projecten. Hierdoor vallen bedrijven snel terug op oude werkwijzen omdat de resultaten belangrijker blijven. Hierdoor zijn gevorderde BIM-toepassingen lastig te realiseren. Als er wel ervaring aanwezig is, zijn deze werkwijzen al deels aangepast en is het dus mogelijk gevorderde BIM-toepassingen uit te voeren.

- Markt of strategisch gedreven BIM ontwikkeling

Bijna alle geïnterviewde (keten)partners zijn begonnen met het invoeren van BIM omdat het gevraagd werd door de markt. Hierdoor is er in het begin weinig echte motivatie om het toe te passen. Bij sommige bedrijven ontstaat er een omslag naar mate zij de voordelen van BIM inzien en beginnen dan wel BIM als strategisch middel te zien. Het valt op dat bedrijven die deze strategische motivatie niet hebben, ook vaak terugvallen in traditionele manier van werken. Door strategisch gedreven ontwikkeling ontstaat de mogelijkheid om gevorderde BIM-toepassingen uit te voeren omdat het bedrijf er middelen voor beschikbaar stelt en zijn medewerkers tijd geeft om het verder te ontwikkelen.

Beide aspecten kunnen tegen elkaar afgezet worden in een figuur. Dit is weergegeven in Figuur 34. Hierin zijn tevens de beoordeelde bedrijven geplaatst. Met deze weergave is snel te zien of een bedrijf eenvoudige, gevorderde of complexe BIM-toepassingen kan uitvoeren. Hiermee is er een eenvoudig overzicht waar alle bedrijven met elkaar vergeleken worden. Als een bedrijf nog weinig ervaring heeft maar wel strategisch gedreven is, zorgt dit ervoor dat hij voldoende middelen beschikbaar stelt om de BIM-toepassing te realiseren. Als hij voldoende ervaring heeft, kunnen deze gevorderde BIM-toepassingen ook uitgevoerd worden. Zijn beide variabelen aanwezig dan kan het bedrijf complexe toepassingen uitvoeren. Zijn echter beide variabelen laag dan moeten er geen vergaande BIM-toepassingen gevraagd worden van de (keten)partner.

Valkuil van het overzicht is dat het lang niet alle belangrijke criteria weergeeft. Zo is niet te zien of een bedrijf de juiste technische middelen in huis heeft of hij consistent kan werken omdat zijn processen in kaart gebracht zijn. Daarom blijft het nodig om het opgestelde maturity profiel te gebruiken om de strategie van BIM met de specifieke (keten)partner te bepalen.



Figuur 34 - Geschiktheid (keten)partners voor BIM-samenwerking

6.3 Waarde van het model

Nu het eigen model ontwikkeld en gevalideerd is, is het interessant om het te vergelijken met de huidige modellen uit de literatuur (zie paragraaf 3.3.2) om te bepalen wat de toegevoegde waarde is. Dit model lijkt het meest op het maturity modellen van Bilal Succar et al. (2012) en The Computer Integrated Construction Research Program (2010). Dit komt ook doordat de niveauverdeling hiervandaan zijn gekomen. Er zijn echter drie grote verschillen in het hier ontwikkelde model.

1. Model focust meer op BIM-samenwerkingspotentie
2. Model heeft minder criteria waardoor het eenvoudiger te gebruiken is
3. Model heeft referentieniveaus gebaseerd op BIM-toepassingen

(1) Doordat de criteria van Adriaanse (2007) zijn genomen, is in het eigen ontwikkelde meer gefocust op BIM-samenwerking. Hiermee kan BNBO West dan ook beter toetsen of zijn (keten)partners voldoende kunnen samenwerken met BIM in een project. De huidige modellen zijn meer gefocust op het intern inzichtelijk maken van de BIM-maturity. (2) Daarnaast is het model een stuk compacter dan de andere modellen waardoor het eenvoudiger af te nemen en te interpreteren is. Hierdoor is het eenvoudiger in te voeren bij BNBO West. Nadeel is wel dat de werkelijkheid eventueel te veel versimpeld is. Dit is ondervangen doordat het model goed gevalideerd is door middel van bronnentriangulatie. (3) Het laatste grote verschil is dat het BIM-samenwerkingspotentie model kijkt of bedrijven bepaalde BIM-toepassingen kunnen realiseren. Door per BIM-toepassing een benodigd niveau te bepalen, is eenvoudig te zien of een bedrijf voldoet. Hierbij moeten de benodigde niveaus nog wel extra gevalideerd worden. Andere modellen zijn juist bedoeld om het bedrijf intern meer inzicht te geven welke aspecten belangrijk zijn voor verdere uitrol binnen de

organisatie en heeft dus geen benodigd niveau meegenomen. Dit model heeft dus meer nut voor het beoordelen van de samenwerkingspotentie per BIM-toepassing van (keten)partners.

Wetenschappelijk heeft het model dus toegevoegde waarde omdat er nog geen model beschikbaar was om specifiek de BIM-samenwerkingspotentie van bedrijven te testen. Dit is nu wel beschikbaar omdat dit model zeven criteria van Adriaanse (2007) met de niveauverdeling van de modellen van Bilal Succar et al. (2012) en The Computer Integrated Construction Research Program (2010) combineert.

Praktisch gezien is het model nuttig aangezien BNBO West nu een methode heeft om de BIM-samenwerkingspotentie van zijn (keten)partners inzichtelijk te maken. Hiermee kunnen ze betere beslissingen maken over het toepassen van BIM in projecten. Ze kunnen geïnformeerd bepalen met welke (keten)partners ze in zee gaan en welke BIM-toepassingen eventuele problemen gaan opleveren.

6.4 Conclusie

Er zijn drie geïdentificeerde manieren om het model inzichtelijker of beter toepasbaar te maken. Deze aanpassingen kunnen in volgend onderzoek verder uitgediept worden.

- Tijdsaspect toevoegen om potentie over de tijd inzichtelijk te maken
- Toevoegen van voorbeelden om niveaus te verduidelijken
- Multiple choice vragenlijst opstellen om ook kleinere leveranciers te kunnen testen
- Benodigd niveau beter bepalen om een betere vergelijking met gemeten niveau te krijgen

Om een overzicht te creëren van alle (keten)partners in één weergave zijn de twee belangrijkste aspecten uit de interviews geïdentificeerd; (1) Ervaring, en (2) markt of strategisch gedreven ontwikkeling van BIM. Deze beïnvloeden alle zeven criteria van het maturity profiel. In Figuur 34 staat de weergave en hiermee kan snel gezien worden wat een bedrijf ongeveer kan. Hiermee kunnen bedrijven eenvoudiger met elkaar vergeleken worden. Dit verschaft echter minder achtergrondinformatie en daarom blijft het ontwikkelde maturity profiel belangrijk.

Het model zelf is zowel wetenschappelijk interessant als praktisch toepasbaar. Voor de wetenschap is nu een model beschikbaar dat meer gefocust is op BIM-samenwerkingspotentie. Dit is tevens goed toepasbaar om zo de strategie voor BIM met (keten)partners in projecten te bepalen voor BNBO West.

7 Conclusie & Discussie

In dit hoofdstuk zijn de conclusie en discussie voor het onderzoek gegeven. Hiermee is stap V van het onderzoeksmodel voltooid.



Figuur 35 - Stap V onderzoeksmodel

Hierbij is in de conclusie in paragraaf 7.1 antwoord gegeven op de onderzoeksvragen en gekeken of aan de doelstelling van het onderzoek voldaan is. In paragraaf 7.2 is de discussie, relevantie en validiteit van het onderzoek weergegeven en is er advies gegeven wat er nog verder uitgediept kan worden.

7.1 Conclusie

Door middel van het beantwoorden van de drie onderzoeksvragen is de onderstaande doelstelling uit paragraaf 2.2 voltooid. Deze antwoorden zijn in de volgende subparagrafen samengevat.

Doelstelling

Het opstellen van een externe audit om het BIM-niveau van beoogde (keten)partners te beoordelen door met literatuur en interviews de audit op te stellen en deze te valideren door het toe te passen op projecten uit het heden en verleden.

7.1.1 Wat zijn de huidige modellen om het BIM-niveau te meten?

Ten eerste zijn verschillende bekende modellen voor het meten van de BIM-maturity en –capability beschreven en onderzocht. Voornamelijk is gekeken of ze de potentiële BIM-samenwerking goed kunnen beschrijven. Door de modellen naast de opgestelde eisen uit paragraaf 3.3.1 te leggen blijkt dat geen van de modellen voldoet voor de specifieke toepassing van BIM-samenwerking. De huidige modellen zijn vooral gericht op het intern inzichtelijk maken van de BIM-maturity. Daarom is besloten om een nieuw model te ontwikkelen om de BIM-maturity voor samenwerking te classificeren.

7.1.2 Hoe moet de potentiële BIM-samenwerking van (keten)partners inzichtelijk gemaakt worden?

Door de opgestelde functionele, contextuele, gebruikers en structurele vereisten uit paragraaf 3.3.1 kan bepaald worden waar het opgestelde model in dit verslag aan moet voldoen. Door literatuur betreffende ICT-samenwerking in de bouw te betrekken en hieruit de belangrijkste criteria te filteren, is gefocust op de BIM-samenwerking. Hierbij zijnde onderstaande zeven van de acht criteria van Adriaanse (2007) gebruikt als criteria voor het maturity model.

1. Perceptie van voor- en nadelen van BIM gebruik
2. Perceptie van tijdsdruk
3. Aanwezigheid van een vragende actor
4. Duidelijkheid van procedurele afspraken
5. Duidelijkheid over de bediening van BIM
6. Afstemming tussen BIM en werkwijzen
7. Aanwezigheid van technische middelen

Voor alle criteria zijn zes niveaus beschreven om ze meetbaar te maken. Door een eenvoudig interview op de werkvloer van de (keten)partners af nemen, kan een bedrijf op de zeven criteria geschaald worden.

Om te valideren of het opgestelde model alle belangrijke criteria bevat, de verschillende niveaus duidelijk en juist verwoord zijn en er een verhoogd inzicht is in de BIM-samenwerking na gebruik van het model, zijn zeven BIM-experts en zes toekomstige gebruikers geraadpleegd. Aan de hand van de resultaten is het model verbeterd. Belangrijkste conclusie vanuit de geïnterviewden, is dat het model in theorie verhoogd inzicht levert maar het toegepast moet worden in de praktijk voordat dit bewezen is.

7.1.3 In hoeverre is het ontwikkelde model toepasbaar bij BIM-projecten van BNBO West?

Het ontwikkelde model is toegepast op twee case projecten waarbij in totaal negen verschillende bedrijven zijn geïnterviewd en geschaald in het model. Hierbij is geconcludeerd dat het bepalen van het niveau van een (keten)partner eenvoudig en consistent is en de resultaten duidelijk weergeven of (keten)partner kan samenwerken met BIM. Het model is daarnaast eenvoudig te adopteren door toekomstige gebruikers. Hierbij zijn de resultaten van bedrijven voorgelegd aan de (keten)partners zelf en aan twee medewerkers van Ballast Nedam die met de (keten)partners samenwerken. Allen bevestigen dat de interpretatie van het bedrijf over het algemeen klopt met hun eigen ervaring. Ook geven meerdere (keten)partners aan het een nuttig overzicht te vinden voor hun bedrijfsvoering.

Belangrijkste knelpunten voor de toepassing van het model zijn de tijd die het kost om het uit te voeren. Tevens zijn de resultaten een momentopname en sommige niveaus moeten verduidelijkt worden. Ook moet het benodigde niveau voor (keten)partners verder gevalideerd worden door het in de toekomst steeds vaker toe te passen.

7.1.4 Conclusie doelstelling

Het model is toepasbaar en werkt naar behoren om de BIM-maturity van (keten)partners inzichtelijk te maken. Het model kan toegepast worden bij belangrijke (keten)partners om inzicht te krijgen in hun bedrijfsvoering. Aangezien hierdoor de BIM-deliverables van (keten)partners voor Ballast Nedam inzichtelijker zijn, kunnen realistische BIM-doelstellingen in toekomstige projecten bepaald worden.

7.1.5 Conclusie (keten)partners

Naast dat er nu een model ontwikkeld is om de potentiële BIM-samenwerking inzichtelijk te maken, zijn ook (keten)partners geschaald in het model. Hier zijn twee belangrijke conclusies uit te trekken.

- Veel (keten)partners zijn markt gedreven BIM aan het invoeren. Hierdoor zijn er intern geen duidelijke visie of werkwijze opgesteld wat ze daadwerkelijk gaan doen met de aangeschafte dure trainingen en software. De groeiverwachting in BIM-maturity is hierdoor ook laag.

- Veel laag scorende (keten)partners hadden niet door waar ze zich moesten verbeteren. Ze geven aan dat het model dit inzicht geeft. Hiermee zijn de bedrijven van onbewust onbekwaam naar bewust onbekwaam gegaan. Ze hebben de mogelijkheid om er iets aan te gaan doen.

7.2 Discussie

Hieronder is aangegeven in hoeverre het model valide is, wat de waarde is voor zowel de wetenschap als de praktijk en welke aanbevelingen er zijn voor verdere implementatie en onderzoek.

7.2.1 Validiteit

Tijdens het onderzoek is getracht zo open en transparant mogelijk te communiceren met alle betrokkenen en het model te valideren door bronnentriangulatie tussen literatuur, experts en casestudies toe te passen. Constant is feedback van interpretaties aan de geïnterviewden gevraagd zodat de resultaten gevalideerd waren.

Uiteindelijk is gebleken dat het model een nuttig hulpmiddel is om de potentiële BIM-samenwerking van (keten)partners inzichtelijk te maken, echter zijn er nog een aantal punten waar extra validatie nodig is.

- Het benodigde niveau per BIM-toepassing is uit eigen ervaring opgezet en niet getest. Hierdoor is het slechts een indicatie waar een (keten)partner moet zitten en kan het in de praktijk nog niet als waarheid beschouwd worden.
- De invulling van (keten)partners in het model blijft een interpretatie van de interviewer van de geïnterviewde. Er kan altijd miscommunicatie tussen partijen optreden waardoor criteria verkeerd geïnterpreteerd worden. Het is daarom belangrijk om harde bewijzen te verkrijgen van (keten)partners door bijvoorbeeld beleidsdocumenten in te zien. Dit is in dit onderzoek gevraagd maar bij veel partners was dit niet aanwezig. Hierdoor is het belangrijk altijd feedback te vragen van de geïnterviewde om te valideren of de criteria juist geschaald zijn.
- Consistentie van de interpretatie moet nog beter getest worden. Op dit moment zijn de interviews en interpretaties door alleen de onderzoeker uitgevoerd. Om te bepalen of meerdere personen het model hetzelfde invullen, moeten meer testen door verschillende medewerkers afgenomen worden.
- Het model geeft vooral de mening van de medewerkers op de werkvloer weer aangezien er specifiek voor gekozen is om de werkvoorbereiders en modelleurs te interviewen. Deze medewerkers moeten het uiteindelijk uitvoeren en daarom heeft het model zich hierop gefocust, echter geeft het maar een beperkte werkelijkheid van het bedrijf weer. Andere medewerkers binnen het bedrijf kunnen andere kennis hebben over hun BIM-maturity.

7.2.2 Relevantie

Zowel wetenschappelijk als voor de praktijk heeft het opgestelde model relevantie. Dit onderzoek draagt bij aan het verhogen van de inzichten in de potentiële BIM-samenwerking van bedrijven.

Wetenschappelijk is het model interessant omdat het een specifiekere methode verschaft om de BIM-maturity voor samenwerking inzichtelijk te maken. Er zijn al verscheidene modellen beschikbaar voor BIM-maturity maar die zijn gefocust op het vastleggen van de interne of project maturity, terwijl er ook behoefte is om de potentiële BIM-samenwerking inzichtelijk te hebben.

Praktisch geeft het model de mogelijkheid voor BNBO West om de potentiële BIM–samenwerking van (keten)partners in kaart te brengen. Met deze informatie kunnen projectteams betere beslissingen maken welke BIM-toepassingen ze in projecten gaan volbrengen. Tevens geeft het voor de beoordeelde partijen houvast waarin zij nog kunnen verbeteren.

7.2.3 Aanbevelingen

Hieronder worden de aanbevelingen gegeven voor het toepassen van het model door BNBO West en Ballast Nedam.

- Het model moet gebruikt worden bij toekomstige BIM-projecten van Ballast Nedam om de potentiële BIM-samenwerking van nieuwe (keten)partners te bepalen. Hierdoor is het inzichtelijker wat zij kunnen en welke BIM-toepassingen met hen uitgevoerd kunnen worden. Na gebruikmaking moet er gekeken worden of het model nog steeds een correct inzicht in de (keten)partners genereert en hierop aangepast worden. Dit moeten de toekomstige gebruikers van het model zelf verder ontwikkelen. Dit zijn de Fases 5 en 6, Deploy & Maintain van het model van de Bruin et al. (2005) uit paragraaf 3.4.2.
- BNBO West moet kijken of het model toepasbaar gemaakt kan worden voor leveranciers waar weinig tijd voor beoordeling beschikbaar is. Omdat BNBO West van veel verschillende partijen producten geleverd krijgt, is er geen tijd om overal een interview af te nemen. Door bijvoorbeeld een verkorte vragenlijst op te sturen kan toch inzicht worden verkregen. Belangrijk is dan dat BNBO West realiseert dat de resultaten van een verkorte vragenlijst minder betrouwbaar zijn.
- Nadat de resultaten verzameld zijn bij (keten)partners, is het belangrijk dit te delen met het hele bedrijf. Hierbij kan een koppeling gemaakt worden met het inkoopstelsel van Ballast Nedam waar nu al beoordelingen per leverancier gegeven zijn. Hier kunnen extra velden bij komen om ook maturity van BIM bij een bedrijf inzichtelijk te hebben bij prijsaanvraag.

Ook zijn een aantal aspecten minder belicht in het onderzoek. Verder onderzoek is nodig om dit verder uit te diepen.

- Er moet meer onderzoek gedaan worden naar het benodigde niveau voor een BIM-toepassing. Dit is op dit moment niet gevalideerd en is alleen gebaseerd op een interpretatie van verschillende BIM-toepassingen. Dit kan aangevuld worden door het maturity profiel van (keten)partners naast de resultaten die ze geleverd hebben in het project te leggen. Als een (keten)partner alle BIM-toepassing naar behoren heeft opgeleverd, dan was zijn maturity profiel dus voldoende. Hier kunnen dan de standaard niveaus uitgehaald worden.
- Het model is een momentopname en geeft niet weer met welke snelheid het bedrijf aan het groeien is. Een project heeft meestal een groot tijdsbestek waardoor bedrijven de tijd krijgen probleemgebieden te verbeteren. Dit model geeft niet aan of ze dit gaat lukken. Door dynamische aspecten toe te voegen kan hier meer inzicht in komen.
- Er zijn andere oplossingsrichtingen mogelijk om het probleem van slechte BIM-samenwerking aan te pakken, zoals genoemd in paragraaf 2.2. Een oplossing is (keten)partners verplichten BIM toe te passen en daar strengere contractuele consequenties aan te hangen. Een andere mogelijkheid is zelf meer BIM activiteiten uit te voeren. Beide manieren zouden het toepassen van BIM in projecten kunnen verbeteren. Onderzoek of dit beter werkt en rendabel is, zou helpen het probleem inzichtelijker te maken en eventueel andere oplossingen opleveren.

Literatuurlijst

- Adriaanse, A. (2007). *The use of interorganisational ICT in construction projects*. University of Twente, Enschede.
- Adriaanse, A. (2010). *Een richtlijn voor de invoering van ICT in bouwprojecten*. Enschede: Universiteit Twente.
- Ahuja, V., Yang, J., & Shankar, R. (2009). Study of ICT adoption for building project management in the Indian construction industry. *Automation in Construction*, 18, 415-423. doi: 10.1016/j.autcon.2008.10.009
- ASR, Ballast Nedam, & Gemeente Zoetermeer. (2012). Eerste duurzame wooncomplex van Nederland met BREEAM-norm (very) good in Zoetermeer.
- Azhar, S., Hein, M., & Sketo, B. (2008). *Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges*. McWhorter School of Building Science. Alabama.
- Ballast Nedam. (2012). Profiel Ballast Nedam Retrieved 15-11-2012, 2012, from <http://www.ballast-nedam.nl/>
- Ballast Nedam, & ASR. (2011). FUTURA, Het eerste BREAAM (very) good woongebouw in Zoetermeer.
- Barlish, K., & Sullivan, K. (2012). How to measure the benefits of BIM — A case study approach. *Automation in Construction*, 24, 149-159. doi: 10.1016/j.autcon.2012.02.008
- Beach, R., Webster, M., & Campbell, K. M. (2005). An evaluation of partnership development in the construction industry. *International Journal of Project Management*, 23(8), 611-621. doi: 10.1016/j.ijproman.2005.04.001
- Bergsma, M. (2003). Betrouwbaarheid en Validiteit van Kwalitatief georiënteerde Operational Audits.
- Berlo, L. v., Dijkmans, T., Hendriks, H., Spekkink, D., & Pel, W. (2012). BIM QUICKSCAN: Benchmark of BIM performance in the Netherlands. *Proceedings of the CIB W78 2012: 29th International Conference*.
- BIM-centrum Ballast Nedam. (2011). BIM-plan Futura Zoetermeer.
- BIM-centrum Ballast Nedam. (2012a). BIM-plan Stationslocatie Alphen. .
- BIM-centrum Ballast Nedam. (2012b). Wat is een Bouw Informatie Model? Retrieved 12-13, 2012, from http://intranet.ballast-nedam.nl/algemeen/BIM/SitePages/BIM_home.aspx
- Bryde, D., Broquetas, M., & Volm, J. M. (2013). The project benefits of Building Information Modelling (BIM). *International Journal of Project Management*. doi: 10.1016/j.ijproman.2012.12.001
- Building Information Modelling (BIM) Working Party. (2011). A report for the Government Construction Client Group.
- Bunker, A. S. (2004). Effective Auditing: How to Be a Good Auditor. *RSO Magazine, Volume 9*(No 3).
- Corstens, H. (2011). Zonder 'omgevingsinformatie' is Bouwwerk Informatie Model niet compleet. *GeoInside*
- de Bruin, T., Rosemann, M., Freeze, R., & Kulkarni, U. (2005). Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model. *16th Australasian Conference on Information Systems*.
- Denzin, N. K. (1989). *The research act. A theoretical introduction to sociological methods*. Eaglewood Cliffs, NY: Prentice-Hall.
- Fikkers, H. J., Nieuwenhuizen, L. R., Nijssen, J. P. J., & Schaap, H. A. (2012). Op weg naar werken met BIM. *CUR Bouw & Infra*.
- Fox, S., & Hietanen, J. (2007). Interorganizational use of building information models: potential for automational, informational and transformational effects. *Construction Management and Economics*, 25(3), 289-296. doi: 10.1080/01446190600892995

- Goossen, C. P. J., & Spekkink, i. D. (2011). Integrated Project Delivery *Leidraad integraal Project informatie Overdracht Protocol*: BouwQuest.
- Gu, N., Singh, V., London, K., Brankovic, L., & Claudelle, T. (2008). Adopting building information modeling (BIM) as collaboration platform in the design industry. *Proceedings of the 13th Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia*.
- 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: 10.1016/j.autcon.2009.09.003
- National Institute of Building Sciences. (2007). National Building Information Modeling Standard *Version 1, part 1: Overview, Principles and Methodologies*.
- Paulk, M. C., Curtis, B., Crissis, M. B., & Weber, C. V. (1993). Capability Maturity Model for Software, Version 1.1: Software Engineering Institute Carnegie Mellon University.
- 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. doi: 10.3763/aedm.2010.IDDS3
- Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden en Ondernemen. (2012). Handboek CO2 Prestatieladder. (Versie 2.1).
- Straatman, J., Pel, W., & Hendriks, H. (2012). Aan de slag met BIM; gewoon doen! Handreiking Virtueel Bouwen *RRBouwrapport 144*. Zoetermeer: Stichting Research Rationalisatie Bouw.
- Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357-375. doi: 10.1016/j.autcon.2008.10.003
- Succar, B. (2010). The Five Components of BIM Performance Measurement.
- Succar, B., Sher, W., & Williams, A. (2012). Measuring BIM performance: Five metrics. *Architectural Engineering and Design Management*, 8(2), 120-142. doi: 10.1080/17452007.2012.659506
- The Computer Integrated Construction Research Program. (2010). BIM Project execution planning guide version 2.1. Pennsylvania: The Pennsylvania State University.
- The Computer Integrated Construction Research Program. (2012). BIM Planning Guide for Facility Owners *Version 1.0*. University Park, PA, USA.: The Pennsylvania State University.
- Verschuren, P., & Doorewaard, H. (2007). *Het ontwerpen van een onderzoek* (4de ed.). Den Haag: Uitgeverij LEMMA.
- Witteveen, W. (2007). Een kijkje in de toekomst van de bouwsector. *Building Innovation*, September.

Appendix

APPENDIX A – VERTALING BIM-TOEPASSINGEN	84
APPENDIX B – BENODIGDE NIVEAUS	86
APPENDIX C – INTERVIEW PROTOCOL TOEKOMSTIGE GEBRUIKERS EN EXPERTS	88
APPENDIX D – SPECIFIEKE OPMERKINGEN UIT INTERVIEWS	89
APPENDIX E – AGENDA BEPALEN POTENTIËLE BIM-SAMENWERKING	93
APPENDIX F – UITLEG NIVEAU (KETEN)PARTNERS	98

Appendix A – Vertaling BIM-toepassingen

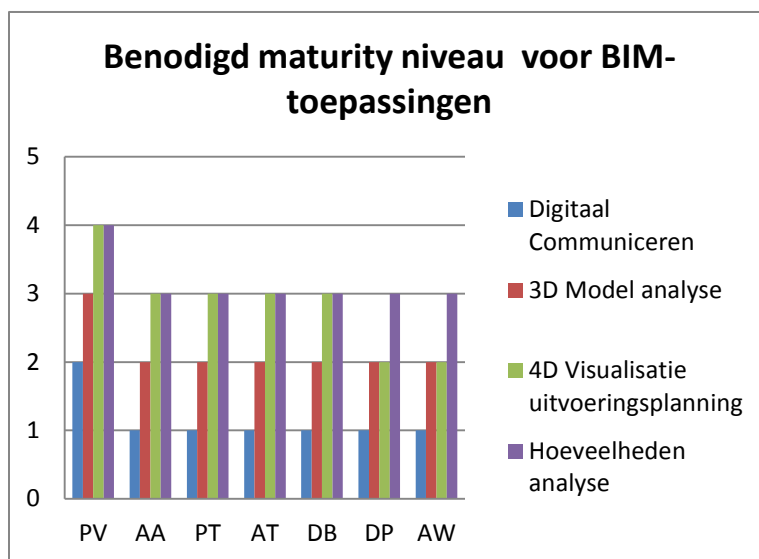
BIM project execution planning	Toepassing (NL)	Uitleg
Building (Preventative) Maintenance Scheduling	Gebouwbeheer	Door een nD model kan er efficiënter beheer, inrichting en onderhoud plaatsvinden. Voorbeelden zijn automatische aangestuurde installatie systemen, het bijhouden van gemaakte reparaties en automatische genereren van benodigde reparaties.
Space Management and Tracking		
Asset Management		
Record Modelling		
Building System Analysis	Gebouw prestatie controle	Vergelijking tussen eisen en gemodelleerde gebouwprestaties.
Programming		
Code Validation	Bouweisen controle	Automatische controle van de (NEN-)eisen in het BIM.
Sustainability (LEED) Evaluation	Duurzaamheid en energie controle	Controle van de eisen voor BREEAM of andere duurzaamheidsnormen in alle fases van het project.
Energy Analysis		
Disaster Planning	Gebouw rampenplanning	Hulpverleners inzicht geven voor en tijdens grote rampen in de opbouw van een gebouw.
3D Control and Planning	3D Aansturing bouwplaats	Aansturing van planning tijdens de bouw en/of automatische aansturing van machines. Kan gebruikt worden om gedetailleerde controle punten tijdens de bouw te creëren.
Site Utilization Planning	4D Visualisatie uitvoeringsplanning	Planning gedurende de bouwfasen virtueel weergegeven en hierdoor de planning te optimaliseren.
Construction System Design	Uitvoeringsplanning	Het 3D model biedt hulp bij het plannen voor de uitvoering. Echter alleen ter informatie. Wordt weinig gevisualiseerd.
Phase Planning (4D Modeling)		
Digital Fabrication	Automatische fabricage	Model biedt mogelijkheid tot automatische fabricage van onderdelen bij leveranciers.
3D Coordination	3D Model analyse	Virtuele opbouw en controle van het ontwerp. Het 3D model verschaft de mogelijkheid om digitaal (visueel en geautomatiseerd) modelanalyses (clashdetectie) uit te voeren op raakvlakken tussen partijen tijdens het ontwerpproces. In de productietekeningenfase zullen ook 3D modellen van leveranciers worden meegenomen.
Structural Analysis	Constructie analyse	Optimaliseren en automatisch laten uitrekenen van de constructie.
Site Analysis	Locatie analyse	Met behulp van BIM/GIS tools optimale locatie bepaling van toekomstige projecten op de bouwplaats.

Cost Estimation	Kosten analyse	Automatische bepaling van kosten. Hierbij kan het op verschillende niveaus gebruikt worden waaronder raming, elementenbegroting, regelbegroting, dbk en abk.
	Hoeveelheden analyse	Automatische bepaling van hoeveelheden. Hierbij kunnen verschillende uitkomsten van een BIM helpen waarvan o.a. afmetingen, aantal of volume van bouw materiaal.
Design Authoring	Digitaal Communiceren	In het proces van de tekeningen vervaardigen is een eenduidige en centrale borging van opmerkingen gewenst. Hierbij willen we de toegevoegde waarde van de koppeling tussen de digitale bronnen volop benutten. Op de 2D tekeningen (dwfx-bestanden) kunnen er digitaal opmerkingen worden gemaakt door alle betrokkenen. Deze kunnen worden bijgehouden in 1 bestand en kunnen weer teruggelezen worden in het bronbestand van de 2D tekening.
Design Reviews	Design review	Review van tekeningen en overzichten gegenereerd uit het 3D object met alle belanghebbenden om tot een optimaal design te komen.
	Artist impresion	Visualisering van het te bouwen object. Weinig extra informatie toegevoegd, vooral te gebruiken voor initiële tekeningen.
Existing Conditions Modeling	Huidige situatie modeleren	Opnemen van de huidige situatie van het terrein om te helpen bij plannen van nieuwbouw of renovatie projecten.
Gebruikt door BNBO West in case projecten		

Appendix B – Benodigde niveaus

Hieronder zijn de benodigde niveaus voor de vier belangrijkste BIM-toepassingen die BNBO West wil realiseren in de twee case projecten weergegeven. De niveaus zijn bepaald door de onderzoeker en zijn als referentie meegenomen om te bepalen of een (keten)partner mature genoeg is.

BIM-toepassing	PV	AA	PT	AT	DB	DP	AW
Digitaal Communiceren	2	1	1	1	1	1	1
3D Model analyse	3	2	2	2	2	2	2
4D Visualisatie uitvoeringsplanning	4	3	3	3	3	2	2
Hoeveelheden analyse	4	3	3	3	3	3	3



Afkorting	Criteria
PV	Perceptie van voor- en nadelen van BIM gebruik
AA	Aanwezigheid van vragende actor
PT	Perceptie van tijdsdruk
AT	Aanwezigheid van technische middelen
DB	Duidelijkheid over de bediening van BIM
DP	Duidelijkheid van procedurele afspraken
AW	Afstemming tussen BIM en werkwijzen

Digitaal Communiceren

De toepassing “Digitaal communiceren” vergt weinig volwassenheid in BIM. Hiervoor moet wel de benodigde software en middelen aangeschaft zijn en er moet bij een bedrijf een start gemaakt zijn met BIM. Er kan zelfs nog in 2D getekend worden als tekeningen en opmerkingen maar digitaal met andere (keten)partners is gedeeld. Ook is het belangrijk dat een bedrijf niet negatief tegenover nieuwe manieren van informatie uitwisselen staat. Hierdoor is het benodigde niveau van perceptie van voor- en nadelen een 2 en de rest van de criteria een 1.

3D Model analyse

Voor “3D Model analyse” is al wel meer ervaring met BIM nodig. Er moet in 3D ontworpen zijn zodat er clashcontroles tussen verschillende ontwerpen uitgevoerd kunnen worden. Dit zorgt ervoor dat het niveau 1 hoger is voor alle criteria dan bij “Digitaal Communiceren”. Er moet bijvoorbeeld meer tijd zijn, medewerkers moeten kunnen modeleren en moeten ook het voordeel zien van het 3D uitwerken.

4D Visualisatie uitvoeringsplanning

Bij deze BIM-toepassing is het van belang dat de architect en constructeur gedetailleerd hebben gemodelleerd. Ook moet de aannemer met het geleverde model overweg kunnen en hier een planning aan koppelen. Veel samenspraak tussen partijen, expertise en technische middelen zijn nodig. Hierdoor

gaan deze niveaus allemaal omhoog. Procedures en werkwijze groeien nog niet mee aangezien met voldoende kennis over de bediening deze toepassing al binnen handbereik is.

Hoeveelheden analyse

Bij deze toepassing is het belangrijk dat alle partijen gestructureerd volgens de juiste afspraken werken. Het hele model moet de juiste informatie bevatten anders komen de verkeerde hoeveelheden eruit. Hierdoor zijn de procedures en de werkwijze van (keten)partners belangrijker geworden dan bij de andere toepassing. Ze moeten namelijk gestructureerd kunnen werken.

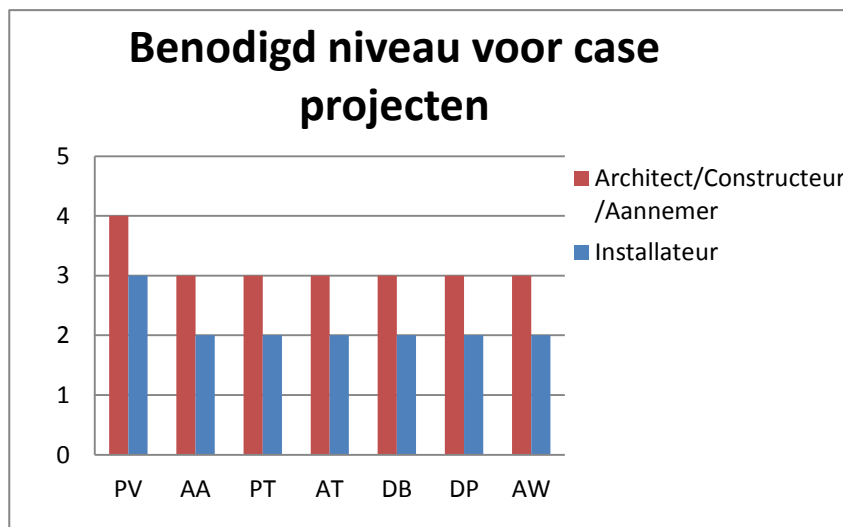
Validatie

De hier genoemde benodigde niveaus zijn niet gevalideerd in dit onderzoek. Ze dienen hier alleen als referentie voor de verschillende toepassingen. Om de benodigde niveaus te valideren moeten meer (keten)partners aan het begin van het project geschaald worden en moet tijdens het project bepaald worden of hij de BIM-toepassing goed uitvoert. Aan de hand hiervan kan bepaald worden of een maturity profiel voldoet. Dit valt buiten de scope van het onderzoek en is daarom niet uitgevoerd. Tijdens invoering van het model in de bedrijfsvoering kan dit verder ontwikkeld worden.

Niveau per branche

Niet alle (keten)partners hoeven alle BIM-toepassingen uit te voeren in de case projecten. De installateurs hoeven geen 4D Visualisatie uitvoeringsplanning en Hoeveelheden analyse. Hierdoor is hun benodigd niveau voor de case projecten ook lager. Dit is weergegeven in het figuur hieronder.

BIM-toepassing	Aannemer	Architect	Constructeur	Installatie
Digitaal Communiceren	X	X	X	X
3D Model analyse	X	X	X	X
4D Visualisatie uitvoeringsplanning	X	X	X	
Hoeveelheden analyse	X	X	X	



Appendix C – Interview protocol toekomstige gebruikers en experts

1. Introductie
 - a) Toelichting op de interviewprocedure
 - b) Toelichting afstudeeronderzoek en rol van interview
 - c) Voorstelronde expert en interviewer
2. Projecten met BIM
 - a) Welke projecten heb jij uitgevoerd met BIM?
 - b) Wat zijn de positieve verandering die BIM heeft veroorzaakt?
 - c) Wat zijn negatieve effecten op het hele project door BIM?
 - d) Wat doen specifieke (keten)partners goed/slecht?
 - e) Waarom werkt een (keten)partner slecht met BIM naar zijn ervaring/bedrijfscultuur gekeken?
 - f) Waar zou jij je (keten)partners van te voren op beoordelen om hun BIM capaciteit te bepalen?
 - g) Welke (keten)partners moeten het meest met BIM gaan werken?
 - h) Wat doet Ballast Nedam goed/slecht met BIM?
 - i) Zijn (keten)partners tevreden met de BIM-capaciteiten van Ballast Nedam?
3. Audit ontwikkeling
 - a) Toelichting op ontwerp van de audit
 - b) Mening en visie van de expert op ontwerp
4. Criteria
 - a) Beoordeling van de expert over de criteria
 - b) Beoordeling van de expert over niveau verschil per criteria
 - c) Beoordeling van de expert over de vragen
 - d) Beoordeling van het volledige instrument
5. Toepassing
 - a) Uitleg over de toepassing van de audit
 - b) Mening van de expert over de toepassing
 - c) Bruikbaarheid van het instrument om capaciteiten partners inzichtelijk te maken
6. Afsluiting
 - a) Samenvatting interview resultaat

Documenten tijdens interview aangeleverd

- Ontwerp van het instrument
- Criteria Maturity
- Voorbeeld implementatie bij Ballast Nedam

Appendix D – Specifieke opmerkingen uit interviews

Hieronder zijn specifieke opmerkingen van toekomstige gebruikers en experts per criterium gegeven. Aan de hand van deze opmerkingen is het model beter verwoord. De verbeterde verwoording is al gepresenteerd in hoofdstuk 4. Sommige opmerkingen komen daarom niet overeen met het gepresenteerde model.

Criteria	Commentaar
Perceptie van voor- en nadelen van BIM gebruik	Algemeen • Wat is een BIM-toepassing; definitie en voorbeelden geven bij het model. • Duidelijkere handleiding voor gebruik model is nodig om beter te kunnen schalen door toekomstige gebruikers. • Motivatie van medewerkers is meestal goed te meten. Blijft wel variabel over tijd. Vaak zitten partijen nog in het midden met motivatie. Criterium • Gaat over; Baten, kosten en invoeringsknelpunten. Misschien duidelijker in het model verwerken. • Realistisch is belangrijk – Iemand op niveau 5 moet zich niet blind staren op de voordelen maar moet duidelijk ook de obstakels zien en weten hoe ze die moeten overkomen. • Objectiever verwoorden zou beter zijn. Bijvoorbeeld perceptie van voordelen is groot i.p.v. het volledig op de medewerkers te gooien. • Er is geen niveau 0 mogelijk hier. Verdeling van niveaus moet dus anders verdeeld worden. • Iemand kan ook geen problemen zien aangezien hij hier niet voldoende kennis van heeft. Dit kan echter wel grote problemen geven later. De medewerkers is onbewust onbekwaam en staart zich blind op de voordelen. • Wil alle mogelijke toepassingen, kan beter verwoord worden als wil alle beschikbare of alle geteste toepassingen gebruiken. Vragen • Extra vraag zou kunnen zijn; Hoe sta je tegenover de ontwikkeling van BIM in de laatste jaren? • Het gaat echt om welk belang er achter het gebruik van BIM zit en niet wat ze zeggen ermee te willen doen. Hier moet goed op doorgevraagd worden. • De vraag; ‘Wat is BIM volgens jou?’ moet erbij. Hierbij krijg je al meteen informatie wat het bedrijf er mee bedoelt.
Perceptie van tijdsdruk	Algemeen • Tijdsdruk is een enorm belangrijke kwestie. Iemand die BIM geweldig vindt levert het nog steeds traditioneel op omdat ze geen tijd hebben. Het gaat er uiteindelijk om dat zijn taken op tijd en naar behoren voltooid zijn, niet het invoeren van nieuwe werkmethoden. • Twee zaken helpen om tijdsdruk te verlagen. Medewerker heeft het eerder gedaan en de grote van de verandering; bij grotere verandering kost het meer tijd en is de tijdsdruk groter. • Bij tijdsdruk is het ook belangrijk of ze willen innoveren. Hij kan wel tijd vrij

	maken, maar hij moet in die tijd wel willen innoveren. Dit is ook terug te zien in de relatie van tijdsdruk met perceptie van voor- en nadelen. • Tijdsdruk zorgt wel vaak voor efficiëntie. Hierdoor worden nut en noodzaak gescheiden en zorgt het ervoor dat medewerkers harder werken. • Tijdsdruk varieert gedurende een project. Er kan veel tijd beschikbaar zijn aan het begin, maar kan moeilijk ingeschat worden hoeveel daadwerkelijk nodig is. Naarmate deadlines dichterbij komen, verandert de perceptie van tijdsdruk voor de medewerkers en zullen ze anders omgaan met het invoeren van BIM in hun werkprocessen. • Meerdere bazen creëert meerdere vragen om BIM te gebruiken of niet. Hierdoor ontstaat er een spanningsveld voor een medewerker. Alle leidinggevendenden moeten hem motiveren BIM te gebruiken, wil het goed gaan. Criterium • Management maakt middelen vrij, niet tijd. Kan ook zijn dat er ‘tijd’ wordt ingehuurd met externe consultants. • Tijdsdruk is negatief verwoord, door het eventueel om te schrijven naar tijdsomstandigheden benader je het positief. • Woord structureel toevoegen vanaf niveau 3. Moet structureel tijd voor vrij gemaakt worden om beter te worden met BIM. • Het onderscheid tussen niveau 3 en 4 is vaag. Dit moet duidelijker verwoord worden. Vraag • Goede vraag om toe te voegen; Hoeveel tijd buiten projecten is er beschikbaar om BIM toe te passen? • Wat is belangrijker product of afspraak. Als product niet voldoet lever je dan wat je hebt afgesproken in of lever je wat je af hebt in. Moet in vragen terugkomen. • Verwacht je hoge tijdsdruk in <i>dit</i> project? Elk project heeft een specifieke tijdsdruk en het is ontzettend belangrijk om dat per project in beeld te brengen. Er kan ook nagedacht worden om de drempel voor invoering te verlagen.
Aanwezigheid van een vragende actor	Algemeen • Het gaat er om dat vraag, ambitie, doelen, activiteiten en taken gedefinieerd zijn in een BIM-plan. Dit zorgt ervoor dat het bedrijf een duidelijk plan heeft voor het invoeren van BIM. Criterium • Er zijn twee lagen waarvandaan druk wordt gelegd, bedrijfs- en projectmanagement. Allebei vereisen ze iets van hun medewerkers en dit zal de druk om BIM te gebruiken beïnvloeden. • Het moet duidelijk zijn welk BIM-plan je vraagt, voor de organisatie of voor het project. Beide zijn interessant om in te zien, maar bedrijfsplan is voor de meting belangrijker. Hierin staat namelijk hoe ze BIM invoeren in hun bedrijfsvoering.

	• Uitgebreider bij niveau 2 is raar verwoord. Hierbij wordt het namelijk vergeleken met iets. Dit kan beter objectiever verwoord worden. Vragen • Hoe worden medewerkers gestimuleerd om BIM toe te passen? Deze vraag verschaft duidelijkheid over het beleid van het bedrijf. • Bieden jullie zelf BIM-toepassingen aan als jullie een nieuw projecten instappen? Door deze vraag wordt duidelijk of ze trekker of volger zijn.
Duidelijkheid van procedurele afspraken	Algemeen • Er zit een zeer complex proces achter het gebruik van BIM en soms zit de essentie in de details. Dit model meet algemeen die processen en de vraag is of de essentie er dus goed uitkomt. Criterium • Wat is een BIM-object? definitie en voorbeeld geven om dit te verduidelijken voor de auditeur en auditee. • Project specifieke procedures zijn anders dan de organisaties procedures. Het is belangrijk hier onderscheid in te maken. BIM gaat beter als het organisatie breed wordt ingevoerd. • Er is vaak een verschil tussen hoe ze het hebben gedaan in projecten en hoe ze het nu willen aanpakken. Dit moet terugkomen in de criteria. • Wat zijn duidelijk procedurele afspraken, een vaak geüpdate systeem en high level processen? Is vaak geformuleerd en moet dus beter verwoord worden. • Het criteria voor controle op het model mist. Dit is zeer belangrijk gebleken in projecten. (Keten)partners moeten zelf er voor zorgen dat een goed model wordt aangeleverd en dit moet in de processen geborgd zijn. Vragen • Hoe wordt de kwaliteit van het model geborgd? Belangrijke vraag aangezien dit zorgt voor goede aangeleverde BIM-objecten.
Duidelijkheid over de bediening van BIM	Algemeen • Technische middelen moet voor deze vraag komen zodat duidelijker ingeschat kan worden welke BIM-software producten worden gebruikt bij de organisatie. • Ervaring is zeer belangrijk. Zonder ervaring bereik je niks. Het is dus belangrijk dit goed in kaart te brengen. Vooral ook proberen om op één of andere manier harde bewijzen te krijgen voor hun ervaring. Criterium • Er zijn trainingen voor het gebruiken van de software en hoe om te gaan met de processen die bij BIM komen kijken. Dit is een essentieel verschil en er moet dus onderscheid in gemaakt worden. Vragen • Het gaat er echt om wat een medewerker echt gedaan heeft bij een project met BIM. Veel medewerkers kijken even mee en zeggen dat ze aan een

	project met BIM hebben gewerkt. In werkelijkheid kan deze medewerker nauwelijks iets met BIM. Het is ook belangrijk dat er ondersteuning vanuit het bedrijf is voor het werken met BIM. Kunnen werknemers terugvallen op een helpdesk om hun BIM-problemen op te lossen.
Afstemming tussen BIM en werkwijzen	Algemeen - Vaak gaat het hier om of de werknemers wel kunnen werken met de procedures. Voorbeeld is als er regelgeving is die haaks tegenover de procedures staat. Op dat moment kunnen de procedures niet gevolgd worden en wordt het dus ook niet opgenomen in de werkwijzen. - Net als bij perceptie van voor- en nadelen wil je samenwerken met mensen die realistisch zijn over wat wel en wat niet met BIM gedaan hoeft te worden. Leidend is hier hard verwoord, niet voor alle projecten leidend maar eerder dat er werkwijzen zijn ontwikkeld om met BIM te werken. Je BIM-methodiek is afgestemd op je werkwijze en niet andersom. Criterium - Hoe rolt informatie intern in een bedrijf door. Dat is belangrijk om te definiëren en komt volgens de expert niet helemaal terug in dit criterium. Vragen - Voor welke processen gebruiken jullie BIM in je projecten? Beter om de werkwijze aan de processen te koppelen.
Aanwezigheid van technische middelen	Algemeen - Bij technische middelen gaat het er vooral om dat alle aangeschafte hardware en software elkaar ondersteund. Criterium - Vragen en niveaus zijn prima. Objectenbibliotheek vindt de expert zelf niet nodig voor samenwerking. - Interorganisationeel anders omschrijven omdat dit woord verwarring veroorzaakt. - Een bedrijf levert een BIM-toepassing op in plaats van een BIM-objecten. Dit misschien veranderen in de verwoording. - Niveaus sneller omhoog laten lopen. Continue up to date is al veel sneller belangrijk, aangezien de ontwikkelingen binnen de industrie snel op elkaar volgen. Ook onderscheid toevoegen voor eigen ontwikkeling van hardware, software of delen van de objectenbibliotheek. Vragen - Belangrijk is dat een organisatie weet wat ze nodig hebben en dat ze er ook veel ervaring mee hebben. Dan weet je of ze het kunnen laten draaien. Ook nog belangrijk is hun plan voor verbetering van hun technische middelen.

Appendix E – Agenda bepalen potentiële BIM-samenwerking

Bijlagen

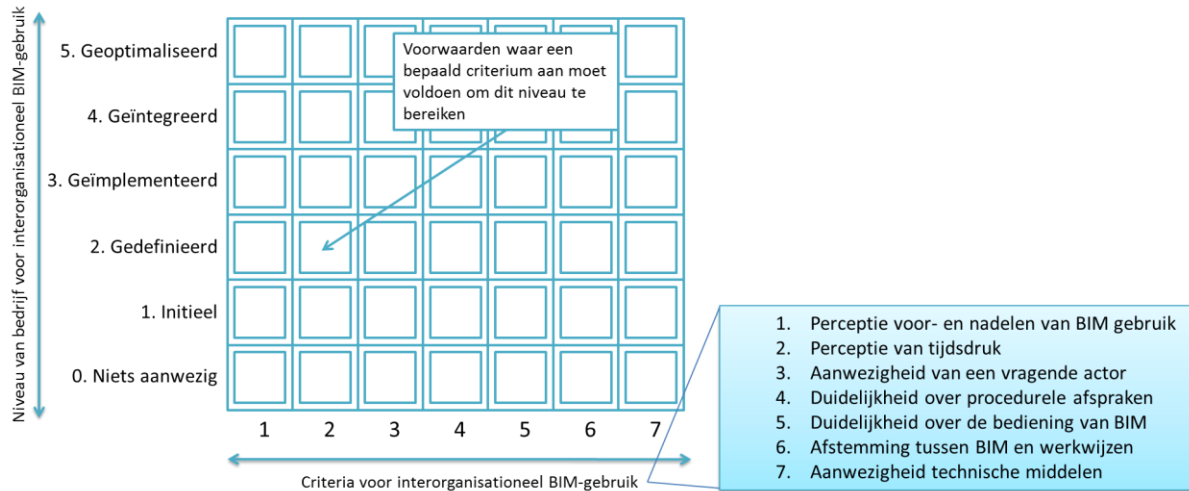
Bijlage I: Ontwikkelde model

Bijlage II: Vragenlijst bepalen potentiële BIM-samenwerking

1. Introductie
 - Voorstel ronde
 - Toelichting afstudeeronderzoek en rol interview (keten)partners
2. Toelichting model (Bijlage I)
 - Opbouw instrument
 - Toepassing instrument
3. Categorisering in model (Bijlage II)
 - Vragenlijst
4. Terugkoppeling over inhoud en toepassing door geïnterviewde
 - Samenvatting interview
 - Ingevuld model + rapportage
 - Vertrouwelijkheid
5. Afsluiting

Bijlage I: Ontwikkelde model

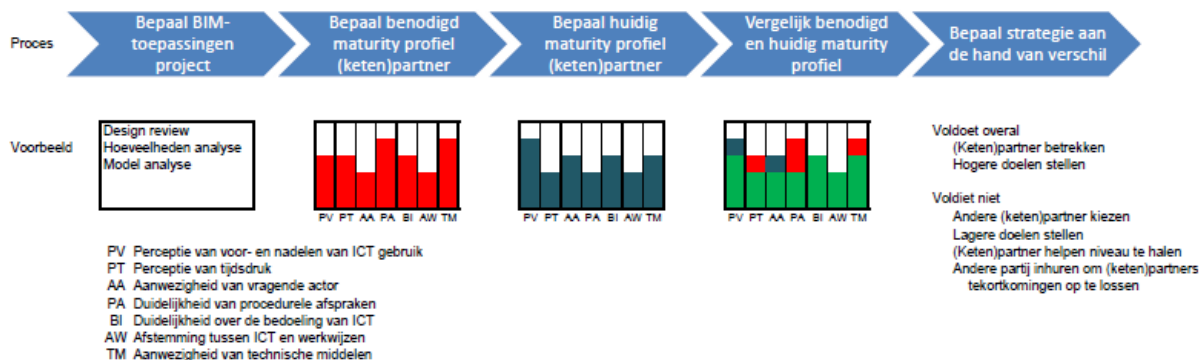
In mijn afstudeeronderzoek heb ik zeven criteria uit de literatuur gehaald die belangrijk zijn voor ICT-samenwerking tussen personen en bedrijven. Deze zeven criteria heb ik gekoppeld aan zes niveaus zodat ze meetbaar worden. Elk niveau heb ik vervolgens gedefinieerd waar een bedrijf aan moet voldoen om een bepaald niveau te halen en hierbij vragen ontwikkeld om de benodigde informatie te verzamelen. Het model is in Figuur 1 weergegeven en de vragen in Bijlage II.



Figuur 1 - Model voor beoordeling BIM-samenwerking

Toepassing van model

Door het model op alle partijen die deelnemen aan een project toe te passen, wordt de mogelijke BIM-samenwerking inzichtelijk. In Figuur 2 is de toepassing van het model weergegeven. Hierbij gaat het erom dat het model kan dienen als start van besprekingen over toepassingen van BIM in het project en voor bepaling van de uiteindelijke strategie. Door duidelijk te weten hoe elke organisatie is opgesteld voor interorganisatieel BIM-gebruik kunnen betere beslissingen genomen worden.



Figuur 2 - Toepassing van model

Bijlage II: Vragenlijst bepalen potentiële BIM-samenwerking

Setting: Start van een nieuw project

Interviewen: (keten)partners die moeten BIMmen voor het nieuwe project

Startvraag

1. Wat is de definitie van BIM volgens jou/jullie?

Perceptie van voor- en nadelen van BIM gebruik

2. Waarom voeren jullie BIM in in jullie bedrijfsvoering?
3. Welke baten zie jij in het gebruik van BIM in dit project?
4. Welke kosten en invoeringsknelpunten zie jij in het toepassen van BIM in dit project?
5. Wat voor BIM-toepassingen willen jullie gebruiken in dit project?

Aanwezigheid van een vragende actor

6. Welke doelstellingen en visie heeft het management voor BIM geformuleerd?
7. Is er een BIM-plan voor de organisatie en het project aanwezig? Zo ja, kan ik die (of externe versie) inzien?
8. Hoe worden medewerkers gestimuleerd en ondersteund om BIM eigen te maken en te gebruiken in projecten?

Perceptie van tijdsdruk

9. Hoeveel tijd krijg jij vanuit het management om BIM toe te passen in projecten?
10. Hoeveel tijd buiten projecten om is er beschikbaar om BIM eigen te maken?
11. Denk je dat je voldoende tijd hebt om alle BIM-toepassing op tijd op te leveren in dit project?

Aanwezigheid van technische middelen

12. Wat voor software en hardware gebruiken jullie om BIM-objecten te maken?
13. Hoe ondersteunt de hardware de aangeschafte software?
14. Wat voor ondersteuning is er vanuit de organisatie voor de ICT-voorziening die BIM nodig heeft?
15. Hoe hebben jullie je ICT ingericht om samen te werken met andere bedrijven?

Duidelijkheid over de bediening van BIM

16. Hoe zien jullie trainingsmogelijkheden voor het gebruik van BIM eruit?
17. Hoeveel projecten heb jij al met BIM uitgevoerd en wat was je rol hierin?
18. Wat voor ondersteuning is er aanwezig voor het toepassen van BIM?

Duidelijkheid van procedurele afspraken

19. Welke afspraken zijn er intern voor het opstellen en aanleveren van BIM-objecten?
20. Welke afspraken zijn er met andere bedrijven over het uitwisselen van BIM-objecten?
21. Hoe wordt de kwaliteit van het model geborgd?
22. Hoe kunnen jullie je aanpassen aan een BIM voorschrijvende opdrachtgever?

Afstemming tussen BIM en werkwijzen

23. Gebruiken jullie de interne afspraken voor aanleveren van BIM-objecten ook in projecten?
24. Is BIM geïntegreerd in jullie manier van werken of is het iets voor erbij?
25. Welke obstakels zijn jullie tegengekomen voor het toepassen van BIM in bestaande processen?

Definities

BIM-toepassing: Een te realiseren voordeel en/of mogelijkheid van BIM. Hieronder vallen onder ander clashcontrole, verhoogde visualisatie en 3D planning.

BIM-plan organisatie: Een plan waarin vermeld staat wat de strategie, doelen en visie van een bedrijf is om BIM te implementeren.

BIM-plan project: Een plan waarin vermeld staat wat de doelen en te behalen resultaten zijn voor een specifiek bouwproject uitgevoerd met BIM.

BIM-objecten: Gemodelleerde objecten waaraan informatie gekoppeld is en die tussen bedrijven uitgewisseld kunnen worden.

Appendix F – Uitleg niveau (keten)partners

Bedrijf A

Criteria	Niveau	Uitleg	Beschrijving Niveau
Perceptie van voor- en nadelen van BIM gebruik	3	Bedrijf A ziet vooral dat marktpartijen om BIM vragen en er hierdoor dus extra werk behaald kan worden. Zien wel een paar voordelen voor Bedrijf A intern, zoals betere afstemming tussen installaties. Ook zien ze in de toekomst wel mogelijkheden om hoeveelheden uit een model te halen maar dit is nu nog niet te realiseren voor hun. Kost wel veel tijd en geld om BIM in te voeren in de organisatie. Daarom zit Bedrijf A op niveau 3.	Medewerkers zien baten maar zien ook de kosten en invoeringsknelpunten en willen daarom rustig starten met toepassen van BIM in projecten.
Aanwezigheid van vragende actor	1	Er is geen concrete visie voor BIM opgesteld in het bedrijf. Alle ontwikkelingen gebeuren ad-hoc en op basis van een vraag vanuit opdrachtgevers. Medewerkers zelf moeten intern aangeven wat ze nodig hebben en hier beslist het management dan weer over of het beschikbaar wordt gesteld. Hierdoor wordt het niveau op 1 gezet omdat het nauwelijks vanuit het management wordt gevraagd maar vanuit de markt.	Er is een basis visie voor BIM opgesteld en management geeft verder weinig aandacht hieraan.
Perceptie van tijdsdruk	2	Wat er wordt gevraagd moet ook geleverd worden en hier geeft het management dus tijd voor. Doordat medewerkers nog niet de software perfect beheersen komt er toch een tijdsdruk op het project te staan en wordt er vaak voor initiële ontwerpen eerst teruggevallen in 2D modelleren. Hierdoor wordt tijdsdruk op niveau 2 ingeschaald.	Medewerkers zien wat tijd om BIM toe te passen in projecten. Management geeft ze ook net genoeg tijd en/of middelen. Bij te grote veranderingstappen wordt snel op oude werkwijzen teruggevallen.
Aanwezigheid van technische middelen	2	Zowel software als hardware is aangeschaft om met BIM aan de slag te gaan. Hiervoor is het software pakket Revit geselecteerd. Nog geen standaard manier om ondersteuning te krijgen voor ICT problemen. Wel is er een objectenbibliotheek aangeschaft waarmee gewerkt wordt. Hierdoor wordt Bedrijf A in niveau 2 geplaatst.	BIM-software en -hardware werken naar behoren en er is standaard ICT-ondersteuning voor problemen en aanvraag van nieuwe benodigdheden. Een start gemaakt met een objectenbibliotheek.
Duidelijkheid over de bediening van BIM	1	Medewerkers krijgen ad-hoc training als de markt daarom vraagt. Verder zijn er nog weinig projecten met BIM ontwikkeld en twee projecten met 3D modelleren waardoor er nog niet veel ervaring mee is. Hierdoor is het niveau 1.	Medewerkers krijgen ad-hoc training en hebben nog niet/nauwelijks in een project met BIM gewerkt. Geen ondersteuning vanuit andere medewerkers mogelijk.
Duidelijkheid van procedurele afspraken	1	Er zijn geen procedures opgesteld bij Bedrijf A voor het leveren van BIM-modellen. Op project basis wordt afgesproken wat aangeleverd moet worden en hoe dat opgezet moet worden. Zelf hebben de medewerkers ontwikkeld hoe dit dan gemodelleerd wordt. Hierdoor wordt het niveau op 1 gezet.	BIM-processen alleen abstract geformuleerd bij het bedrijf, medewerkers hebben dus weinig inzicht wat en hoe ze BIM moeten toepassen in projecten.
Afstemming tussen BIM en werkwijzen	1	BIM wordt af en toe bij projecten gebruikt maar 2D werkwijze is leidend binnen de organisatie. Dit is dan ook de geprefereerde manier van werken en BIM wordt dus af en toe toegepast als het vanuit de opdrachtgever gevraagd wordt. Hierdoor wordt Bedrijf A op niveau 1 gezet aangezien ze liever nog in 2D werken.	BIM wordt alleen gebruikt als extra handigheid en is niet het leidende werkproces van de organisatie.

Bedrijf B

Criteria	Niveau	Uitleg	Beschrijving Niveau
Perceptie van voor- en nadelen van BIM gebruik	3	Bedrijf B is naar aanleiding van het project Futura begonnen met BIM in te voeren in het bedrijf. Doet het vooral omdat er vraag is vanuit de markt. Zien ook de voordelen van de verhoogde coördinatie tussen partijen en in de toekomst eventueel hoeveelheid bepaling. Zien nog wel de kosten en tijd die het kost om BIM in te voeren dus proberen ze het rustig in te voeren. Hierdoor komen ze op niveau 3.	Medewerkers zien baten maar zien ook de kosten en invoeringsknelpunten en willen daarom rustig starten met toepassen van BIM in projecten.
Aanwezigheid van vragende actor	1	Management heeft volgens geïnterview de niet schriftelijk geformuleerd waar ze heen willen met BIM. Erkennen wel dat het de toekomst is en hebben daarom de hele tekenkamer op training gestuurd voor Revit en Stabicad. Als er nieuwe trainingen of andere benodigdheden vereist zijn, moet dit vanuit initiatief van de werkvloer komen. Hierdoor wordt Bedrijf B op niveau 1 geschaald.	Er is een basis visie voor BIM opgesteld en management geeft verder weinig aandacht hieraan.
Perceptie van tijdsdruk	2	Zelfde tijd beschikbaar als in traditionele projecten wordt aangehouden, maar als meer nodig is kan dat aangevraagd worden. Daarnaast is er een medewerker een klein deel van zijn tijd per week bezig met het verder ontwikkelen van de objectenbibliotheek van Bedrijf B. Krijgen dus wat tijd om BIM toe te passen binnen het bedrijf en vallen hierdoor in niveau 2.	Medewerkers zien wat tijd om BIM toe te passen in projecten. Management geeft ze ook net genoeg tijd en/of middelen. Bij te grote veranderingsstappen wordt snel op oude werkwijzen teruggevallen.
Aanwezigheid van technische middelen	2	Hebben zowel de software om met BIM te werken (Revit, Stabicad) aangeschaft als de hardware om dit te ondersteunen. Daarnaast hebben ze een objectenbibliotheek die de hoofdonderdelen bevat. Zit nog lang niet alles in en daarom heeft een andere medewerker hier structureel tijd voor gekregen om dit verder te ontwikkelen. Daarnaast is ondersteuning voor software en hardware aanwezig. Hierdoor vallen ze in niveau 2.	BIM-software en -hardware werken naar behoren en er is standaard ICT-ondersteuning voor problemen en aanvraag van nieuwe benodigdheden. Een start gemaakt met een objectenbibliotheek.
Duidelijkheid over de bediening van BIM	1	Medewerkers zijn allemaal op training gestuurd en er zijn een aantal projecten gestart. Nog geen vaste trainingen/bijeenkomsten om niveau op peil te houden en te verbeteren. Nog niet veel projecten met 3D modelleren voltooid waardoor ze in niveau 1 vallen maar het neigt naar 2 toe.	Medewerkers krijgen ad-hoc training en hebben nog nauwelijks/niet in een project met BIM gewerkt. Geen ondersteuning vanuit andere medewerkers mogelijk.
Duidelijkheid van procedurele afspraken	1	Er zijn geen vaste manieren van modelleren voor een project geformuleerd. Iedereen werkt zijn 3D model uit hoe hij het heeft aangeleerd. Ontwerp wordt wel nagekeken door een projectleider, maar het 3D model is eigen verantwoordelijkheid. Omdat de processen niet schriftelijk gedefinieerd zijn valt Bedrijf B in niveau 1.	BIM-processen alleen abstract geformuleerd bij het bedrijf, medewerkers hebben dus weinig inzicht wat en hoe ze BIM moeten toepassen in projecten.
Afstemming tussen BIM en werkwijzen	1	BIM is voorlopig nog een extra handigheid bij Bedrijf B en wordt alleen gebruikt als daarom gevraagd wordt. Geïnterviewde zou het wel aanraden als het een gecompliceerd gebouw is om zo meer inzicht te krijgen in het hele ontwerp. Aangezien het nog niet opgenomen is in het werkproces zit Bedrijf B op niveau 1.	BIM wordt alleen gebruikt als extra handigheid en is niet het leidende werkproces van de organisatie.

Bedrijf C

Criteria	Niveau	Uitleg	Beschrijving Niveau
Perceptie van voor- en nadelen van BIM gebruik	3	Medewerkers van Bedrijf C zien het voordeel maar zien ook genoeg kosten om rustig met BIM te beginnen binnen hun organisatie. Vooral de investering in tijd en software is groot. Daarnaast zien ze vooral het voordeel in extra werk omdat de markt er naar vraagt. Andere voordelen zijn dat ze veel inzichtelijker hebben, wat ze gaan maken en ze kunnen controleren of het met alle andere objecten past. Voor dit criteria wordt een 3 gescoord omdat de medewerkers rustig willen beginnen met invoeren.	Medewerkers zien baten maar zien ook de kosten en invoeringsknelpunten en willen daarom rustig starten met toepassen van BIM in projecten.
Aanwezigheid van vragende actor	1	Is wel een hot item bij de medewerkers die projecten draaien maar het management zelf heeft nog geen duidelijke visie geformuleerd waar ze heen willen met BIM. Maken middelen en geld vrij aan de hand van initiatieven vanaf de werkvloer. Omdat er nog weinig vraag vanuit het management is, wordt hier een 1 gescoord.	Er is een basis visie voor BIM opgesteld en management geeft verder weinig aandacht hieraan.
Perceptie van tijdsdruk	2	Project moet eigenlijk af in de tijd die daarvoor gecalculeerd is. Er wordt hierbij weinig rekening gehouden met de extra tijd voor het modelleren in BIM, dus meestal is het dan extra werk voor de medewerkers. De vraag vanuit de markt blijft ook nog steeds om goedkoop te blijven en hierdoor kan Bedrijf C moeilijk extra tijd investeren om BIM toe te passen. Uiteindelijk lopen ze vaak in de rode cijfers maar leveren ze wel wat er gevraagd wordt. Hierdoor is het niveau op 2 gezet.	Medewerkers zien wat tijd om BIM toe te passen in projecten. Management geeft ze ook net genoeg tijd en/of middelen. Bij te grote veranderingsstappen wordt snel op oude werkwijzen teruggevallen.
Aanwezigheid van technische middelen	1	Wordt geïnvesteerd in nieuwe software en wordt ook gezorgd dat Revit gebruikt kan worden. Op dit moment is het nog niet mogelijk efficiënt in Revit te werken en worden de modellen in Stabicad 8 uitgewerkt. Hiermee kunnen 3D objecten gerealiseerd worden maar hier kunnen geen eigenschappen aan gekoppeld worden. Hebben daarnaast ook nieuwe computers aangeschaft om de software te ondersteunen. Uiteindelijk zit Bedrijf C op niveau 1 vanwege het nog niet operationeel hebben van Revit. Zodra nieuw pakket voor Revit aanwezig is zal	BIM-software programma aangeschaft en hardware om dit te ondersteunen.
Duidelijkheid over de bediening van BIM	2	Er worden ad-hoc trainingen gevolgd wanneer medewerkers hier initiatief in nemen. Is meestal een reactie op een vraag vanuit projecten. Zijn intussen wel tussen de 5 à 10 3D projecten bij Bedrijf C uitgevoerd waar in Stabicad 3D werd gemodelleerd.	Medewerkers krijgen training over BIM en zijn gestart met hun eerste BIM-project. Nog geen standaard trainingen ingevoerd. Minimale ondersteuning vanuit collega's mogelijk.
Duidelijkheid van procedurele afspraken	1	Er zijn geen procedures voor het opstellen van een 3D model. Wel zijn er 2D checklists waar alles aan moet voldoen. Voor het 3D gedeelte worden meestal de 2D tekeningen door een modelleur omgezet. Op projectbasis wordt besloten hoe er gemodelleerd gaat worden en hier worden nog geen standaarden voor ontwikkeld. Omdat er nog geen duidelijke procedures intern zijn wordt het niveau hier op 1 gezet.	BIM-processen alleen abstract geformuleerd bij het bedrijf, medewerkers hebben dus weinig inzicht wat en hoe ze BIM moeten toepassen in projecten.
Afstemming tussen BIM en werkwijzen	1	3D wordt af en toe gebruikt om projecten te ontwikkelen en er is eigenlijk geen voorkeur voor 2D of 3D modelleren. Doordat het nog veel extra tijd kost en de objecten bibliotheek niet ver genoeg is, wordt 3D modelleren alleen toegepast als daarom gevraagd wordt. Zullen het dan ook niet snel zelf aanbieden. Hierdoor valt Bedrijf C in niveau 1.	BIM wordt alleen gebruikt als extra handigheid en is niet het leidende werkproces van de organisatie.

Bedrijf D

Criteria	Niveau	Uitleg	Beschrijving Niveau
Perceptie van voor- en nadelen van BIM gebruik	3	Bedrijf D is begonnen met het invoeren van BIM vanuit de vraag vanuit de markt. Hierbij zijn ze eerst gestart met 3D Autocad en zijn intussen over op Revit. Zien naast dat het gevraagd worden ook de voordelen voor het automatiseren van het proces en verhoogde inzicht in het ontwerp. Wel zijn aan het invoeren van BIM veel kosten en tijd verbonden en hierdoor gaat het nog langzaam. Omdat ze wel de voordelen zien en er wel mee door willen, zit Bedrijf D op niveau 3.	Medewerkers zien baten maar zien ook de kosten en invoeringsknelpunten en willen daarom rustig starten met toepassen van BIM in projecten.
Aanwezigheid van vragende actor	1	Wordt vooral vanuit de markt gedreven. Intern wordt er niet gevraagd om projecten in 3D of BIM te ontwikkelen. Vooral doordat het nog veel extra tijd en geld kost. Zelf zou de geïnterviewde wel meer in 3D of BIM willen uitwerken. Omdat management alleen mee gaat met de markt zit Bedrijf D hier op niveau 1.	Er is een basis visie voor BIM opgesteld en management geeft verder weinig aandacht hieraan.
Perceptie van tijdsdruk	2	Als BIM gevraagd wordt in een project zorgt Bedrijf D er voor dat medewerkers de tijd krijgen die nodig is om het te modelleren. Begrijpen ook dat het in het begin meer tijd gaat kosten en verschaffen dit ook. Uiteindelijk is er niet structureel tijd maar vooral tijdens projecten en daarom worden ze hier net op niveau 2 ingeschaald.	Medewerkers zien wat tijd om BIM toe te passen in projecten. Management geeft ze ook net genoeg tijd en/of middelen. Bij te grote veranderingsstappen wordt snel op oude werkwijzen teruggevallen.
Aanwezigheid van technische middelen	2	Hebben intussen zowel de software om te kunnen BIMmen als de hardware om dit te ondersteunen aanwezig. Hierbij missen nog wel grote delen van de objectenbibliotheek om zo snel te kunnen modelleren. Dit komt vooral omdat de markt dit nog niet levert en Bedrijf D het te duur vindt om het zelf te ontwikkelen. Hebben daarnaast geen specifieke middelen om BIM-objecten uit te wisselen en passen zich aan aan de systemen van de opdrachtgever. Hierdoor zit Bedrijf D in niveau 2.	BIM-software en -hardware werken naar behoren en er is standaard ICT-ondersteuning voor problemen en aanvraag van nieuwe benodigdheden. Een start gemaakt met een objectenbibliotheek.
Duidelijkheid over de bediening van BIM	2	Er is intussen ervaring van 5 projecten voor 3D Autocad en voor Revit zijn ze net met het eerste project begonnen. Hebben hiervoor ook training gevolgd en nu is het vooral leren tijdens projecten. Proberen projecten in het begin met zijn drieën op te pakken om snel van en met elkaar te leren. Omdat er nog niet veel ervaring is met uitgevoerde projecten zit Bedrijf D in niveau 2.	Medewerkers krijgen training over BIM en zijn gestart met hun eerste BIM-project. Nog geen standaard trainingen ingevoerd. Minimale ondersteuning vanuit collega's mogelijk.
Duidelijkheid van procedurele afspraken	1	Er zijn geen schriftelijke procedures en het modelleren vindt vooral plaats op ervaring. Verder stemmen ze per project af hoe er gemodelleerd gaat worden en wat er verwacht wordt. Omdat er geen schriftelijke procedures zijn, zit Bedrijf D op niveau 1.	BIM-processen alleen abstract geformuleerd bij het bedrijf, medewerkers hebben dus weinig inzicht wat en hoe ze BIM moeten toepassen in projecten.
Afstemming tussen BIM en werkwijzen	1	Aangezien er geen procedures zijn, werkt Bedrijf D hier ook niet mee. Daarnaast zullen ze voor projecten waar geen vraag is voor 3D modelleren ook niet hierom vragen of zelf beginnen hiermee. Kost hen nog te veel tijd en levert niet voldoende op voor Bedrijf D. Omdat Bedrijf D liever nog 2D uitwerkt en BIM iets voor erbij is, zitten ze in niveau 1.	BIM wordt alleen gebruikt als extra handigheid en is niet het leidende werkproces van de organisatie.

Bedrijf E

Criteria	Niveau	Uitleg	Beschrijving Niveau
Perceptie van voor- en nadelen van BIM gebruik	5	Medewerkers bij Bedrijf E zijn al jaren bezig met het werken in BIM-pakketten. Hierdoor zien ze ook veel voordeel en willen ook niet anders meer omdat de kwaliteit van de geleverde producten veel hoger is. Wel belangrijk om duidelijk van te voren te bepalen wat voor toepassingen met BIM uitgevoerd moeten worden zodat duidelijk is wat er gemodelleerd moet worden. Uiteindelijk wordt motivatie in niveau 5 gezet aangezien ze realistisch met kosten en invoeringsknelpunten omgaan en veel motivatie hebben om het in te voeren in hun bedrijf.	Medewerkers zien zeer veel baten en hebben de kosten en invoeringsknelpunten duidelijk in beeld en onder controle en willen daarom nieuwe realistische BIM-toepassingen uitproberen in projecten.
Aanwezigheid van vragende actor	5	Management heeft het hele bedrijf opgezet met de visie dat berekeningen met één druk op de knop gemaakt kunnen worden in de toekomst. Niet formeel visie document maar iedereen in het bedrijf draagt dit uit. Verder proberen ze constant nieuwe toepassingen eigen te maken, zo zijn ze op dit moment bezig met Navisworks om clashdetectie uit te kunnen voeren. Hierdoor scoort Bedrijf E hier een 5.	BIM is geïntegreerd in de organisatie en visie, strategie en doelen worden vaak geüpdate en medewerkers worden sterk gemotiveerd om meer met BIM te doen. Voldoende support voor verdere ontwikkeling van BIM.
Perceptie van tijdsdruk	5	Medewerkers werken alles uit in Revit en krijgen hier ook voldoende tijd voor. Doordat de medewerkers al veel kunde hierin hebben, is de tijdsdruk laag en kunnen ze snel BIM-objecten realiseren. Management geeft ze ook tijd om verder te leren en hierdoor vallen ze in niveau 5.	Medewerkers zien zowel structureel als in het project genoeg tijd om het gebruik van BIM te leren en het toe te passen in projecten. Management geeft ze hiervoor dan ook alle tijd en/of middelen.
Aanwezigheid van technische middelen	4	Belangrijkste software en hardware aanwezig om alle BIM-toepassingen uit te voeren. Ook zijn er manieren om bestanden uit te wisselen aangeschaft (WAFS) maar dit werkt niet heel goed. Meestal wordt toch de manier van de opdrachtgever gebruikt om bestanden uit te wisselen. Verder ook objectenbibliotheek aanwezig om alle modellen snel op te zetten. Omdat er niet echt een middel is om bestanden realtime uit te wisselen scoort Bedrijf E hier een 4, hoewel het naar een 5 neigt.	BIM-software en -hardware is geavanceerd, altijd de laatste versie, werkt samen met andere bedrijven en beschikbaar voor alle medewerkers. Objectenbibliotheek werkt naar behoren.
Duidelijkheid over de bediening van BIM	4	Medewerkers voeren alle projecten uit met BIM en hebben alle trainingen, nodig voor hun huidige werkzaamheden, gehad. Hierbij proberen ze vaak geïntegreerd te werken met andere partners in projecten maar zeggen zelf vaak de eerste te zijn in het opstellen van hun model. Hierdoor is uitwisseling lastig. Omdat bestanden nog niet real-time worden uitgewisseld wordt niveau 4 hier gehaald. Op dit moment is niveau 5 ook niet makkelijk realiseerbaar voor Bedrijf E omdat partners meestal niet ver genoeg zijn.	Medewerkers hebben verscheidene BIM-projecten gedaan, waarbij objectuitwisseling tussen disciplines standaard was. Training kan aangevraagd worden wanneer medewerker behoefte heeft hieraan en gespecialiseerde ondersteuning kijkt mee met medewerkers
Duidelijkheid van procedurele afspraken	4	Er zijn interne handleidingen voor het opbouwen van BIM-objecten op een interne website. Zeker voor handelingen die niet vaak worden uitgevoerd is dat een handig naslagwerk. Verder wordt er per project afgestemd wat er aangeleverd moet worden om zo flexibel om de markt in te spelen. In projecten proberen ze vooral duidelijk te krijgen wat bedrijven gaan doen met de modellen. Controle op ontwerp vindt plaats door projectleider, controle op model is aan jezelf. Bedrijf E zit hierdoor in niveau 4.	BIM-processen gedetailleerd beschreven en er zijn standaard afspraken met verschillende externe disciplines voor het opstellen en aanleveren van BIM-objecten. Gereguleerde controle op meeste BIM-processen en -opleveringen.
Afstemming tussen BIM en werkwijzen	4	Hun werkwijze is eigenlijk altijd met BIM. Wordt misschien alleen CAD gebruikt bij een renovatie project waarbij BIM niet nuttig is. Proberen ook snel uit te wisselen tussen bedrijven maar zijn vaak verder en eerder dan de rest waardoor ze vaak niet realtime kunnen uitwisselen. Hierdoor worden ze op niveau 4 gezet, maar ook hier neigen ze naar 5 maar worden belemmerd door partners.	BIM-objecten worden in een geïntegreerde database bijgehouden en hebben een hoge rijkheid van informatie. Werkwijzen zijn afgestemd met andere disciplines.

Bedrijf F

Criteria	Niveau	Uitleg	Beschrijving Niveau
Perceptie van voor- en nadelen van BIM gebruik	3	Bedrijf F is begonnen met het invoeren van BIM in hun organisatie omdat het steeds vaker werd gevraagd vanuit de markt. Intussen zijn ze er 4 jaar mee bezig en hebben hierbij vooral gewerkt in Tekla. Zijn ook nog zeker niet volledig over en zien ook de hoge kosten voor de aanschaf van software en dat er nog geen goede trainingen op de markt zijn als knelpunten. Ze willen dus langzaam vooruit gaan met BIM en vallen hierdoor in niveau 3.	Medewerkers zien baten maar zien ook de kosten en invoeringsknelpunten en willen daarom rustig starten met toepassen van BIM in projecten.
Aanwezigheid van vragende actor	2	Is 4 jaar geleden opgestart bij Bedrijf F vanuit de vraag in de markt. Willen dan ook graag mee maar hebben geen concrete visie waar ze willen staan over een aantal jaar. Hebben wel de middelen aangeschaft om met BIM te werken en de medewerkers opgeleid. Bedrijf F zit dus tussen niveau 1 en 2 in. Uiteindelijk 2 gegeven omdat management wel goed inspeelt op de vraag uit de markt en ze al vele projecten hebben uitgevoerd met BIM.	Visie is uitgebreid en management begrijpt en benadrukt belang BIM maar zet nog weinig middelen in om het te bereiken.
Perceptie van tijdsdruk	3	In het begin waren ze nog zoekende naar hoeveel tijd het kostte en werd er vanuit het management te weinig tijd gegeven. Intussen heeft management het ook door dat het meer tijd kost en krijgen ze dit ook. Vaak heeft de markt dit echter nog niet begrepen en komt daar de tijdsdruk vandaan. Wel is er genoeg kunde aanwezig en hierdoor zijn de meeste BIM-toepassingen uit te voeren. Hierdoor zit Bedrijf F op niveau 3.	Medewerkers zien genoeg tijd om het gebruik van BIM eerst te leren en daarna toe te passen in projecten. Management geeft ze genoeg tijd en/of middelen. Grote veranderingsstappen kunnen genomen worden.
Aanwezigheid van technische middelen	3	Zowel Revit als Tekla aanwezig om in te modelleren. Revit is hierbij de nieuwste software. Daarnaast zijn er nieuwe computers aangeschaft aangezien Revit te zwaar was om op de oude goed te draaien. Ook is er een BIM-server aanwezig omdat dit gevraagd werd in een specifiek project. Hiermee kunnen bestanden elke dag up to date gehouden worden op een hoofdserv er. Omdat alle software en hardware aanwezig is en er tools zijn om efficiënt modellen uit te wisselen zit Bedrijf F hier op niveau 3.	BIM-software en -hardware aangeschaft of ontwikkeld om samen te kunnen werken met andere bedrijven. Objectenbibliotheek bevat de meeste hoofdonderdelen.
Duidelijkheid over de bediening van BIM	3	Zijn in totaal 7 modelleers waarvan 5 voor Tekla en 2 voor Revit. Hierbij zijn al meer dan 50 projecten over de 4 jaar met Tekla uitgevoerd en met Revit zitten ze in hun 3de project. Hebben allemaal de basiscursus gehad en daarna is het leren tijdens projecten. Hebben ondersteuningsmogelijkheden van helpdesks voor Tekla en voor Revit is zelfs een ervaren gebruiker aanwezig voor eventuele benodigde hulp. Zijn dus ervaren genoeg en scoren hierdoor niveau 3.	Medewerkers hebben een project gedaan met toepassing van BIM en hebben (vaste) trainingsmogelijkheden om hun kennis en vaardigheden te verbeteren. Gespecialiseerde ondersteuning is beschikbaar op aanvraag.
Duidelijkheid van procedurele afspraken	1	Zijn geen interne procedures voor het aanmaken van objecten. Wordt per project afgestemd en medewerkers werken op hun eigen ervaring. De geïnterviewde heeft wel zelf wat handleidingen ontwikkeld om taken die niet vaak voorkomen uit te kunnen voeren. Omdat er bedrijfsbreed nog niks vast ligt, zit Bedrijf F hier op niveau 1.	BIM-processen alleen abstract geformuleerd bij het bedrijf, medewerkers hebben dus weinig inzicht wat en hoe ze BIM moeten toepassen in projecten.
Afstemming tussen BIM en werkwijzen	2	BIM is nog iets voor erbij voor Bedrijf F. Is niet het meeste gebruikte werkproces en wordt vooral gebruikt als de opdrachtgever hierom vraagt. Zal er ook niet op aansturen in projecten. Zijn wel bedreven genoeg om de vragen van de opdrachtgever tot een goed eind te brengen. Omdat het af en toe intern wordt gebruikt zit Bedrijf F hier op niveau 2.	BIM wordt af en toe intern gebruikt om projecten te ontwikkelen, maar is geen standaard.

Bedrijf G

Criteria	Niveau	Uitleg	Beschrijving Niveau
Perceptie van voor- en nadelen van BIM gebruik	4	Medewerkers zien duidelijk de voordelen van BIM in en zien ook in wanneer het wel of niet nuttig kan zijn in een project. Zelf hebben ze geen trekkende rol in projecten maar laten het vooral afhangen van de opdrachtgever. Daarom komen ze op niveau 4 uit aangezien ze wel zeer graag mee gaan met wat opdrachtgevers willen	Medewerkers zien veel baten en kijken realistisch naar de kosten en invoeringsknelpunten en willen daarom vooral eerder uitgevoerde BIM-toepassingen in projecten uitvoeren.
Aanwezigheid van vragende actor	2	Er wordt niet een duidelijk beeld vanuit het management gegeven wat precies de bedoeling is van het invoeren van BIM binnen Bedrijf G. Medewerkers weten dit in ieder geval niet te benoemen. BIM wordt vooral ingevoerd omdat er vraag is vanuit de markt. Wel maakt het management voldoende middelen vrij voor implementatie en hierdoor worden medewerkers dan ook gemotiveerd om Revit te gebruiken. Aangezien er geen duidelijk visie naar voren komt wordt hier toch een 2 gescoord.	Visie is uitgebreid en management begrijpt en benadrukt belang BIM maar zet nog weinig middelen in om het te bereiken.
Perceptie van tijdsdruk	4	Medewerkers krijgen voldoende tijd om de gekozen programma's eigen te maken en kregen in de eerste projecten extra tijd om BIM toe te passen. Tijd neemt nu weer af maar is ook niet meer benodigd omdat de medewerker nu Revit onder de knie heeft. Hierdoor wordt er een 4 gescoord. 5 wordt hier niet gegeven omdat er nog meer tijd vrijgemaakt kan worden om intern de processen te verbeteren door bijvoorbeeld een objectenbibliotheek aan te vullen.	Medewerkers zien structureel tijd om het gebruik van BIM te leren en het toe te passen in projecten. Management geeft ze hiervoor dan ook genoeg tijd en/of middelen.
Aanwezigheid van technische middelen	3	Software en hardware is goed op elkaar afgestemd. Door de Citrix omgeving hebben ze voldoende processorcracht om snel te kunnen werken met Revit. Verder is het via de Citrix ook mogelijk om andere opdrachtgevers toegang te geven tot hun modellen en hier ook in te werken. Wordt nog niet veel toegepast en wordt vooral aan de opdrachtgever/aannemer gelaten hoe informatie uitgewisseld gaat worden. Daarom is het niveau een 3.	BIM-software en -hardware aangeschaft of ontwikkeld om samen te kunnen werken met andere bedrijven. Objectenbibliotheek bevat de meeste hoofdonderdelen.
Duidelijkheid over de bediening van BIM	3	Bedrijf G heeft al zijn modelleurs goed opgeleid en draait daarnaast al meerdere projecten met Revit. Daadwerkelijk ervaring met BIM is minder zoals ze zelf aangeven aangezien 3D modelleren anders is dan echt een informatie model opzetten. Daarnaast hebben ze wel ervaring met uitwisselen van modellen maar er is nog geen standaard ontwikkeld. Hierdoor worden ze op niveau 3 ingeschaald.	Medewerkers hebben een project gedaan met toepassing van BIM en hebben (vaste) trainingsmogelijkheden om hun kennis en vaardigheden te verbeteren. Gespecialiseerde ondersteuning is beschikbaar op aanvraag.
Duidelijkheid van procedurele afspraken	3	Processen voor het opleveren van objecten wordt weergegeven in het BIM-protocol op het intranet. Daarnaast wordt dit nu zo goed als mogelijk uitgerold binnen het bedrijf. Moet wel constant geüpdate worden om met de nieuwste ontwikkelingen mee te gaan. Voor controle wordt ad-hoc iemand gevraagd om mee te kijken. Hierdoor valt Bedrijf G in niveau 3.	BIM processen gedetailleerd beschreven en er zijn interne schriftelijke afspraken over het opstellen en aanleveren van BIM-objecten. Ad-hoc controle op de BIM-processen en -oplevingen.
Afstemming tussen BIM en werkwijzen	3	Revit wordt vaak toegepast in projecten als het nut heeft. Wordt niet standaard gebruikt maar wordt voor elk project een afweging gemaakt wat het voordeel er van is. Moet een goede reden zijn om het niet te doen om er niet mee aan de slag te gaan. Afstemming met externe disciplines gebeurt op project basis en is niet standaard. Hierdoor scoort Bedrijf G net een 3.	BIM is de algemene gebruikte interne werkwijze om projecten te ontwikkelen. Medewerkers zijn hierop aangepast.

Bedrijf H

Criteria	Niveau	Uitleg	Beschrijving Niveau
Perceptie van voor- en nadelen van BIM gebruik	4	Bedrijf H ziet duidelijk de voordelen van het toepassen van BIM in projecten en voert daarom al zijn nieuw bouw projecten uit met Revit. Zien ook duidelijk dat het veel geld en extra tijd kost en daarom moet er altijd realistisch gekeken worden hoe gedetailleerd het model opgesteld moet worden. Moet goede afstemming tussen prijs en tijd zijn en het moet duidelijk zijn wat er mee gaat gebeuren. Omdat Bedrijf H zeer positief hierin staat, zitten ze op niveau 4.	Medewerkers zien veel baten en kijken realistisch naar de kosten en invoeringsknelpunten en willen daarom vooral eerder uitgevoerde BIM-toepassingen in projecten uitvoeren.
Aanwezigheid van vragende actor	2	Er is niet een eenduidige visie vanuit de partners gegeven. Één partner is er wel druk mee bezig om het verder te implementeren binnen Bedrijf H. Andere partners houden het niet tegen maar motiveren het gebruik ook niet. Trainingen en aanschaffen worden op onderzoek vanuit de medewerkers aangeschaft. Omdat het nog niet schriftelijk vastgelegd is komt Bedrijf H hier op niveau 2.	Visie is uitgebreid en management begrijpt en benadrukt belang BIM maar zet nog weinig middelen in om het te bereiken.
Perceptie van tijdsdruk	3	Tijdens Futura was er een hoge werkdruk omdat ze nog veel moeten leren. Intussen zijn ze meer bedreven en wordt de tijdsdruk dus ook minder. Aan het begin van Futura zat Bedrijf H nog op 2 maar intussen door ervaring zijn ze naar niveau 3 geklommen aangezien ze niet meer terugvallen op de oude werkwijze.	Medewerkers zien genoeg tijd om het gebruik van BIM eerst te leren en daarna toe te passen in projecten. Management geeft ze genoeg tijd en/of middelen. Grote veranderingsschappen kunnen genomen worden.
Aanwezigheid van technische middelen	2	Zowel BIM-software en hardware aanwezig om alle huidige projecten te ontwikkelen. Daarnaast is er een objectenbibliotheek maar moet deze nog verder uitgewerkt en/of beter gecategoriseerd worden. Hardware en software om modellen te delen is nog niet aanwezig en wordt alleen nog over nagedacht. Hierdoor zit Bedrijf H op niveau 2.	BIM-software en -hardware werken naar behoren en er is standaard ICT-ondersteuning voor problemen en aanvraag van nieuwe benodigdheden. Een start gemaakt met een objectenbibliotheek.
Duidelijkheid over de bediening van BIM	3	Alle modelleers zijn op training geweest en werken bij alle nieuwe projecten in Revit. Hebben intussen dus ruim voldoende ervaring opgebouwd. Als nieuwe trainingen nodig zijn kan dit op aanvraag en er wordt gekeken naar het opstellen van een interne opleiding om kennis te borgen. Doordat Bedrijf H voldoende ervaring heeft maar ze nog niet veel geïntegreerde projecten hebben gedaan vallen ze in niveau 3.	Medewerkers hebben een project gedaan met toepassing van BIM en hebben (vaste) trainingsmogelijkheden om hun kennis en vaardigheden te verbeteren. Gespecialiseerde ondersteuning is beschikbaar op aanvraag.
Duidelijkheid van procedurele afspraken	1	Zijn nog geen protocollen aanwezig en alle projecten worden aan de hand van ervaring uitgevoerd. Zijn intussen wel bezig met het nadenken over standaarden en dit vast te leggen in protocollen. Is belangrijk voor kennis borging en om de kwaliteit van projecten te verhogen. Omdat het nog niet vast ligt wordt hier niveau 1 gescoord. Kan snel groeien zodra dit vast ligt.	BIM-processen alleen abstract geformuleerd bij het bedrijf, medewerkers hebben dus weinig inzicht wat en hoe ze BIM moeten toepassen in projecten.
Afstemming tussen BIM en werkwijzen	3	Ondanks dat er geen protocollen zijn vastgelegd is door ervaring BIM wel de algemene werkwijze voor het ontwikkelen van nieuwe projecten. Alles wordt dus op basis van ervaring uitgewerkt en alle modelleers gaan hierin mee. Ondanks het ontbreken van procedures is BIM dus wel duidelijk de gebruikte werkwijze en zit Bedrijf H op niveau 3.	BIM is de algemene gebruikte interne werkwijze om projecten te ontwikkelen. Medewerkers zijn hierop aangepast.

Bedrijf I

Criteria	Niveau	Uitleg	Beschrijving Niveau
Perceptie van voor- en nadelen van BIM gebruik	4	Medewerkers zien de voordelen die BIM kan opleveren en willen dan ook graag beginnen met het toepassen van BIM in projecten. Zien ook degelijk de implementatie kosten en zijn er bewust van dat er niet hals over kop begonnen moet worden. Hierdoor valt BNBO West in niveau 4.	Medewerkers zien veel baten en kijken realistisch naar de kosten en invoeringsknelpunten en willen daarom vooral eerder uitgevoerde BIM-toepassingen in projecten uitvoeren.
Aanwezigheid van vragende actor	2	Visie is wel aanwezig vanuit het hoofdconcern maar voor de regio is niks concreets geformuleerd. Wordt wel aangewakkerd en er is iemand vanuit het BIM-centrum aanwezig om alle BIM-projecten te ondersteunen. Dit creëert ook direct de visie in projecten. Doordat het niet vastligt scoort Ballast Nedam hier een 2.	Visie is uitgebreid en management begrijpt en benadrukt belang BIM maar zet nog weinig middelen in om het te bereiken.
Perceptie van tijdsdruk	2	Door de ondersteuning vanuit het BIM-centrum is het mogelijk om de bepaalde BIM-toepassingen uit te voeren. Werkvoorbereiders hoeven niet zelf op cursus maar worden intern opgeleid zodra ze er mee bezig moeten. Wel moet er nog veel geleerd worden en hierdoor ontstaat er soms nog tijdsdruk. Hierdoor wordt BNBO West op niveau 3 geschaald.	Medewerkers zien wat tijd om BIM toe te passen in projecten. Management geeft ze ook net genoeg tijd en/of middelen. Bij te grote veranderingsstappen wordt snel op oude werkwijzen teruggevallen.
Aanwezigheid van technische middelen	3	Software is aanwezig om alle benodigde BIM-toepassingen uit te voeren. Daarnaast hebben ze een SharePoint website om objecten uit te wisselen. Objectenbibliotheek heeft BNBO West niet nodig aangezien ze een controlerende en geen modellerende taak hebben. Omdat alle benodigde software en hardware aanwezig is scoort BNBO West een 3.	BIM-software en -hardware aangeschaft of ontwikkeld om samen te kunnen werken met andere bedrijven. Objectenbibliotheek bevat de meeste hoofdonderdelen.
Duidelijkheid over de bediening van BIM	2	Trainingen zijn/worden gegeven aan de medewerkers die ermee moeten werken. Is speciale ondersteuning voor medewerkers mogelijk via het BIM-centrum. Hierdoor kunnen ze als ze vastlopen altijd om hulp vragen. Weinig projecten nog uitgevoerd met BIM hierdoor vallen ze in niveau 2.	Medewerkers krijgen training over BIM en zijn gestart met hun eerste BIM-project. Nog geen standaard trainingen ingevoerd. Minimale ondersteuning vanuit collega's mogelijk.
Duidelijkheid van procedurele afspraken	1	BIM processen zijn niet duidelijk gecommuniceerd naar de medewerkers maar worden via trainingen overgebracht. Worden nu standaard taken voor de verschillende disciplines opgezet en hieraan moeten ook beschrijving van werkwijzen aan gekoppeld worden. Zijn al wel handleidingen vastgelegd, maar die zijn nog niet op een centraal punt geborgd. Hierdoor zit BN West in Niveau 1.	BIM-processen alleen abstract geformuleerd bij het bedrijf, medewerkers hebben dus weinig inzicht wat en hoe ze BIM moeten toepassen in projecten.
Afstemming tussen BIM en werkwijzen	2	BIM is nog lang niet de gebruikte manier voor het ontwikkelen van projecten. Wordt wel bij steeds meer projecten toegepast. Steeds meer medewerkers weten hoe ze er mee moeten werken en in de toekomst zal het steeds meer standaard worden. Omdat het duidelijk nog geen standaard is, zit BNBO West op niveau 2.	BIM wordt af en toe intern gebruikt om projecten te ontwikkelen, maar is geen standaard.