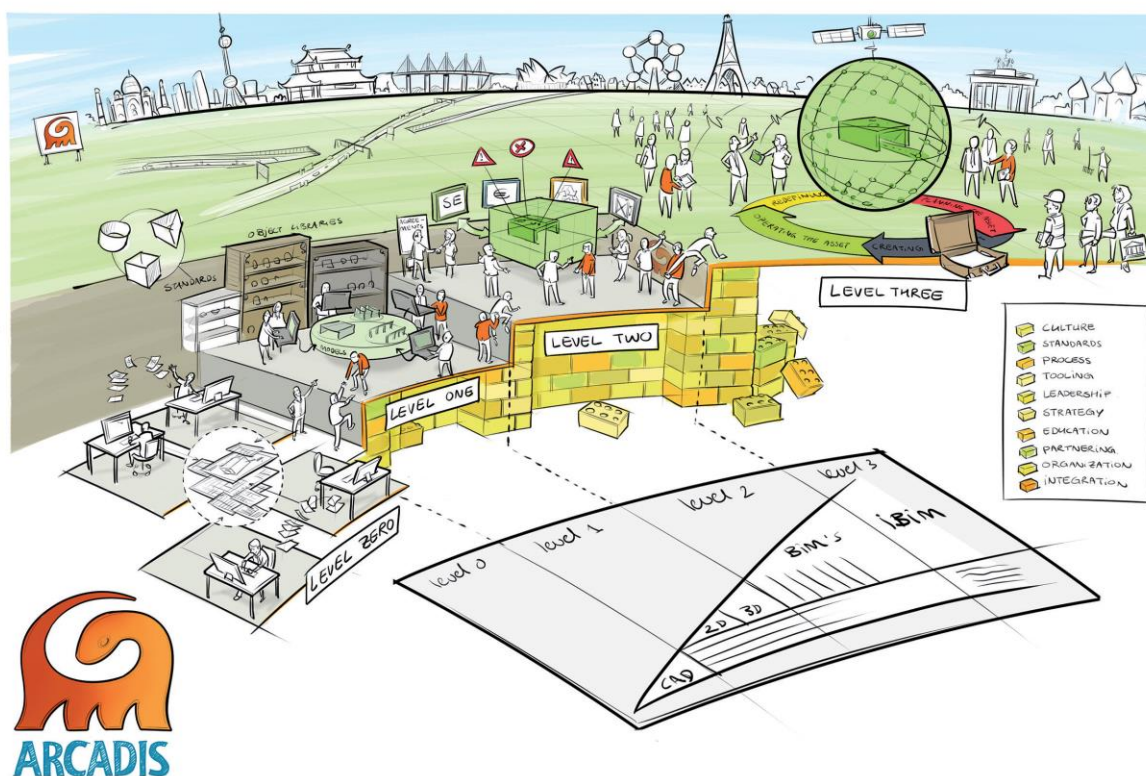


BIM volwassenheid in wegontwerp projecten

Een onderzoek naar het BIM volwassenheidslevel in wegontwerp projecten van Arcadis



Bachelor thesis: Martijn Scheltes

9 februari 2015

Bachelor thesis

Oktober 2014 – februari 2015

Auteur:

Martijn Scheltes
Student Civiele techniek
S1259296

Opdrachtgever:

Arcadis
Piet Mondriaanlaan 26
3812 GV Amersfoort

Begeleiders Universiteit Twente

Dr. H. Voordijk
Faculteit Construerende Technische Wetenschappen
Vakgroep Construction Management and Engineering

Ir. S. Siebelink
Faculteit Construerende Technische Wetenschappen
Vakgroep Construction Management and Engineering

Begeleider Arcadis

Ir. G.M. Kluis
System Engineer – Adviesgroep Wegen

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

[John Maxwell]

Management samenvatting

Dit onderzoek is uitgevoerd bij Arcadis, dit is één van de grootste advies-, ontwerp-, projectmanagement en ingenieursorganisaties van Nederland. Arcadis wil zo efficiënt en effectief mogelijk met geautomatiseerde en geïntegreerde informatie systemen werken. Het werken volgens een BIM gedachtegang kan dit proces ondersteunen. Een BIM volwassenheidsmodel geeft weer in hoeverre een project of organisatie efficiënt en effectief met de informatie systemen omgaat. Dit wordt gemeten in volwassenheidslevels, deze gaan van nul (laag) tot drie (hoog). De Adviesgroep Wegen van Arcadis heeft een BIM doelstelling opgesteld voor 2015, hier is de hoofdvraag van dit onderzoek op gebaseerd. De hoofdvraag luidt:

“Welke acties moet Arcadis ondernemen om het werkproces voor alle wegontwerp projecten op BIM level 1 te krijgen en een aantal op BIM level 2?”

Ontwikkeling BIM volwassenheidsmodel

Er bestaan meerdere BIM volwassenheidsmodellen, Arcadis hanteert het model van Bew en Richards (2008). Na een analyse van dit model blijkt dat het model enkel uit technische criteria bestaat. BIM zoals het bekend is vandaag de dag is echter meer dan een technisch proces, zo ziet Arcadis dat ook. Aangezien het Bew-Richards model gehanteerd wordt binnen heel Arcadis is er geen ander model gekozen maar is er een aanvulling gedaan op het huidige Bew-Richards model. Deze aanvulling is in vijf stappen opgezet.

- Aan de hand van vier criteria worden er BIM volwassenheidsmodellen geanalyseerd.
- Van elk gekozen model worden de criteria en groeperingen bepaald.
- Er wordt gekeken welke criteria en groeperingen als aanvulling zullen dienen op het Bew-Richards model.
- Veel volwassenheidsmodellen hebben een verschillend aantal levels. Het Bew-Richards model heeft er vier (0-3) maar een ander heeft er bijvoorbeeld tien. Voor alle gekozen modellen worden de levels teruggebracht tot een aantal van vier, zodoende kunnen de modellen als aanvulling dienen op het Bew-Richards model. Ook de inhoud per criterium wordt dus terug gebracht naar vier levels.
- Het ontwikkelde Bew-Richards model 2.0 wordt gevalideerd.

Huidig volwassenheidslevel

Samen met enkele wegontwerpers is bepaald met welke disciplines een wegontwerp project grote raakvlakken heeft. Al deze disciplines zijn in kaart gebracht en met medewerkers die veel aan wegontwerp projecten hebben gewerkt is een interview gehouden. In deze interviews is het volwassenheidslevel voor elk criterium van het Bew-Richards model 2.0 bepaald.

Het resultaat van de interviews is dat van alle 22 criteria er voor alle wegontwerp projecten 15 criteria gelijk of hoger gescoord hebben dan de doelstelling, voor een aantal wegontwerp projecten hebben er 5 criteria gelijk of hoger gescoord dan de doelstelling. Enkele belangrijke resultaten waarom de scores niet hoger zijn:

- De concrete betekenis van BIM voor het takenpakket van de werknemers is nog onvoldoende bekend. Dit komt grotendeels doordat er een BIM visie en doelstelling ontbreekt in de wegontwerp projecten
- Wanneer proces afspraken wijzigen wordt dit niet generiek bekend gemaakt in het project.
- Er wordt actief getracht te werken aan de hand van de BIM gedachtegang. Dit gebeurt echter enkel binnen de disciplines en niet integraal in het project, hierdoor werkt het nog niet efficiënt.

Acties 2015

Voor elk criterium is het huidige volwassenheidslevel vergeleken met de doelstelling. Het resultaat hiervan is zichtbaar in tabel 1.

Tabel 1 Score van criteria in relatie tot doelstelling

	Boven doelstelling	Gelijk aan doelstelling	Onder doelstelling
Alle projecten	2	13	7
Aantal projecten	1	4	17

Er ontstaat voor ieder criterium een actie die in 2015 moet plaatsvinden om de doelstelling te bereiken. Wanneer de doelstelling al bereikt is geeft de actie weer wat er moet gebeuren om nog verder te stijgen in volwassenheidslevel. De actie voor het criterium 'data nauwkeurigheid' is:

“Voor level 2 is het nodig dat het detailniveau van de data aangepast wordt voor degene die de informatie nodig heeft. Zo kan informatie zonder bewerken of navragen gebruikt worden. Daarnaast is het nodig om een koppeling te maken of een link te creëren tussen de (output van) data, hierdoor worden wijzigingen in andere modellen verrekend of ontstaat er een melding van de wijziging..”

Wanneer er voorafgaand aan een project nagedacht wordt over bovenstaande actie kunnen de criteria software, data nauwkeurigheid, model koppeling toepasbaarheid en topografische weergave hier ook van profiteren. Alle 22 acties zijn verdeeld over zeven groepen en als er een actie in de groep plaatsvindt kunnen andere criteria hier ook van profiteren, zodoende kan er efficiënter gewerkt worden. Hieronder is de actie voor het criterium 'up to date houden data' weergegeven:

“Binnen projecten dient net als binnen disciplines uniforme namen en coderingen gebruikt te worden. Anders zal level 1 niet bereikt worden. Wanneer er wijzigingen plaatsvinden in de naamgeving dient dit generiek bekend te zijn voor iedereen in het project, zodoende kan level 2 bereikt worden.”

Voor alle wegontwerp projecten zijn er zeven criteria die onder de doelstelling scoren. Dit zijn de criteria met de hoogste prioriteit want alle wegontwerp projecten moeten op level 1 komen, dit zorgt tevens voor een goede basis om in de toekomst een aantal wegontwerp projecten op level 2 te krijgen. De zeven criteria met de hoogste prioriteit zijn:

- | | |
|-----------------------------|---|
| - BIM visie en doelstelling | → Meer duidelijkheid over BIM |
| - Management ondersteuning | → Concretere betekenis takenpakket vanuit projectleider |
| - BIM stimulans | → Meer verantwoordelijkheid voor BIM implementatie |
| - Procedures | → Gehele ontwerpcyclus zelfde afspraken nodig |
| - Up to date houden data | → Uniforme namen binnen project gebruiken |
| - Grafische weergave | → Meer in 3D weergeven onderling |
| - Informatie uitwisseling | → Meer open data beschikbaar (in 3D) |

Conclusie

De BIM definitie van Arcadis wordt niet volledig gedekt door het huidige BIM volwassenheidsmodel dat gebruikt wordt binnen Arcadis. Er is daarom een aanvulling gedaan op het huidige model en zodoende is het Bew-Richards model 2.0 ontwikkeld. Aan de hand van dit model is bepaald welke acties er voor alle 22 criteria noodzakelijk zijn om de doelstelling van 2015 te bereiken. Binnen het ontwikkelde model wordt aanbevolen om kleine stapjes te zetten per project om BIM minder complex te maken voor de medewerkers. Het denken in BIM levels moet losgelaten worden omdat dit te grote stappen zijn. Daarnaast zal de grootste inhaalslag in 2015 geboekt moeten worden met de groepering strategie. De BIM visie en doelstelling maar ook de management ondersteuning scoren namelijk nog lang geen volwassenheidslevel 1.

Wanneer volwassenheidslevel 1 wel bereikt is lukt het zelden om ook volwassenheidslevel 2 te bereiken. De reden hiervoor is dat er geen link mogelijk is tussen de output van modellen of tussen de verschillende software programma's. Progressie hierin maken is erg belangrijk voor een toekomstige doelstelling waarin volwassenheidslevel 2 volledig bereikt moet worden.

Al met al kan er geconcludeerd worden dat de doelstelling voor 2015 nog niet bereikt is. Alle wegontwerp projecten op BIM level 1 lijkt haalbaar, echter dient er nog een grote stap gezet te worden om een aantal wegontwerp projecten op BIM level 2 te krijgen.

Begrip bepaling

Adviesgroep:	Als werknemer bij Arcadis val je direct onder een Adviesgroep, in dit rapport wordt vooral de Adviesgroep Wegen aangehaald. Deze Adviesgroep valt onder een Marktgroep en deze Marktgroep onder een Divisie.
BIM:	Bouwwerk Informatie Modellen. Deze zijn geïntroduceerd bij bouwprojecten om efficiënt en effectief geautomatiseerde en geïntegreerde informatie te gebruiken. Er zijn verscheidene definities van BIM, de definitie die Arcadis hanteert is leidend in dit onderzoek: 'BIM is het proces van maken en gebruiken van één of meerdere (3D) object georiënteerde databases van een bouwwerk, in zijn omgeving, relevant voor het ontwerpen, realiseren en beheren van dat bouwwerk gedurende zijn levenscyclus'.
BIM Volwassenheid:	Dit geeft aan in hoeverre er volgens de BIM gedachtegang gewerkt wordt in een project of organisatie.
Capability vs Volwassenheid	Capability geeft aan hoe goed iets gedaan wordt. Volwassenheid geeft aan in hoeverre iets geïmplementeerd is, dit heeft niks te maken met hoe goed het geïmplementeerd is maar of dit gebeurd is.
Discipline:	Een discipline is een team waarin gewerkt wordt, één of meerdere teams vormen een Adviesgroep. Binnen een discipline zitten medewerkers die samen aan projecten werken en een vergelijkbare functie hebben binnen een project. De naam van een discipline geeft deze functie beter weer dan de naam van de Adviesgroep.
Divisie:	De organisatie van Arcadis is opgedeeld in drie Divisies. Deze zijn onderverdeeld in verschillende Markt en Adviesgroepen.
Marktgroep:	Een Marktgroep is het orgaan tussen de Divisie en de Adviesgroep. Meerdere Adviesgroepen vormen samen een Marktgroep.
Volwassenheidsmodel:	Met een volwassenheidsmodel kan weergegeven worden in welke fase of in welk level van implementatie iets zich bevindt. Hier hoort een schaal bij van laag naar hoog al kan de grootte van deze schaal variëren. Meestal zijn het criteria waarvan de vordering van implementatie bekeken wordt.
SE:	System engineering is een onderdeel van een project. System engineers zorgen ervoor dat alle aspecten van een project samen komen. Ze kunnen dit doen door onder andere de eisen en functies te bepalen van een project of ze kunnen een system engineering model opzetten.
Stakeholder:	Een ander woord voor stakeholder is belanghebbende. Een opdrachtgever, een opdrachtnemer maar ook medewerkers aan het project zijn stakeholders. Het heeft betrekking op alle interne en externe partijen en personen die deelnemen aan het project.
Volwassenheidslevel:	Een volwassenheidsmodel bestaat uit verschillende fases of levels, dit wordt ook wel volwassenheidslevels genoemd. Een volwassenheidslevel geeft aan in hoeverre een criterium geprofessionaliseerd is in het project of in de organisatie. Elk volwassenheidsmodel heeft een bepaald aantal volwassenheidslevels die als weergave dienen voor de vordering van implementatie. Het woord 'level' staat in dit rapport ook veelvuldig voor het woord 'volwassenheidslevel'.
WVI:	Wegen, Verkeer en Informatiemanagement. Dit is de naam van de Marktgroep waar de Adviesgroep Wegen onder geplaatst is.

Figuren en tabellen

Figuur 1 Organisatie structuur Arcadis.....	1
Figuur 2 BIM volwassenheidsmodel. Gebaseerd op: Bew-Richards UK 2008.....	2
Figuur 3 Stappenplan ontstaan Bew-Richards model 2.0	7
Figuur 4 IU BIM Proficiency Matrix.....	11
Figuur 5 Inhoud BIMMM Siebelink criterium	13
Figuur 6 Inhoud criterium BIM visie en doelstelling	19
Figuur 7 Bew-Richards model 2.0.....	20
Tabel 1 Score van criteria in relatie tot doelstelling	iii
Tabel 2 Overzicht volwassenheidsmodellen	10
Tabel 3 Groeperingen en criteria Bew-Richards model.....	14
Tabel 4 Criteria uit de IU BIM Proficiency Matrix.....	15
Tabel 5 Criteria uit het NBIMS-ICMM	15
Tabel 6 Criteria BIMMM	15
Tabel 7 Criteria Pennstate maturity model.....	15
Tabel 8 Criteria BIMMM Siebelink	16
Tabel 9 Overzicht groeperingen en criteria.....	16
Tabel 10 Groeperingen Silver et al. en dit onderzoek.....	18
Tabel 11 Huidige criteria	18
Tabel 12 Aanvullende criteria	18
Tabel 13 Raakvlakken tussen de disciplines	21
Tabel 14 Frequentie van de disciplines per criterium.....	23
Tabel 15 Score van criteria in relatie tot doelstelling.....	28
Tabel 16 Groeperen van acties.....	29
Tabel 17 Score van criteria in relatie tot doelstelling.....	32

Voorwoord

Dit rapport beschrijft het onderzoek dat ik heb verricht bij Arcadis te Amersfoort, het dient tevens als eindopdracht van mijn bachelor Civiele Techniek aan de Universiteit Twente. Tijdens mijn zoektocht naar een leerzame en uitdagende bachelor opdracht kwam ik in contact met Joris Stroobach en Maarten Bulsink. Zij boden mij de mogelijkheid aan om een onderzoek uit te voeren naar het BIM volwassenheidslevel in wegontwerp projecten voor de Adviesgroep Wegen.

Tijdens het onderzoek kwamen veel nieuwe vragen naar boven en mijn begeleider Matthijs Kluis wil ik persoonlijk bedanken voor het richting geven aan mijn onderzoek. Ook voor de nuttige feedback elke week ben ik hem dankbaar. Door afwisselend bezig te zijn met de theorie, analyses, interviews en verslaglegging was het onderzoek erg gevarieerd. Dit in combinatie met de vriendelijke en behulpzame collega's van de Adviesgroep Wegen maakte dat mijn tijd bij Arcadis erg prettig was.

De medewerkers van Arcadis die door middel van interviews bij hebben gedragen aan mijn onderzoek waren erg flexibel en behulpzaam. Hierdoor was het onder andere mogelijk om dit onderzoek binnen de afgesproken termijn uit te voeren.

BIM is een nieuw onderzoeksveld geweest voor mij. Door de basis die tijdens mijn drie studie jaren is gecreëerd en de vrijheid en sturing vanuit Arcadis was het mogelijk om veel over dit onderwerp te leren. Ook mijn begeleiders op de Universiteit hebben ervoor gezorgd dat BIM een bekender onderzoeksveld voor mij is geworden. Aan de hand van opbouwende en positieve feedback hebben Hans Voordijk en Sander Siebelink ervoor gezorgd dat dit onderzoeksveld me steeds duidelijker werd, hiervoor mijn dank. Door de flexibele begeleiding heb ik het onderzoek de richting kunnen geven die ik wilde.

Verder wens ik u veel leesplezier toe. Hopelijk leidt dit verslag er onder andere toe dat de BIM doelstelling van 2015 voor de Adviesgroep Wegen behaald kan worden.

Enschede, februari 2015
Martijn Scheltes

Inhoudsopgave

1. Introductie	1
1.1 Organisatie Arcadis	1
1.1.1 Organisatiestructuur Arcadis	1
1.1.2 Organisatie wegontwerp project	1
1.2 Toelichting BIM	2
1.3 Aanleiding en Probleemomschrijving	3
1.4 Onderzoeksdoelen en vragen	4
1.5 Leeswijzer	5
2. Methodologie	6
2.1 Afbakening	6
2.2 Ontwikkeling Bew-Richards model 2.0	6
2.2.1 BIM volwassenheidsmodellen	6
2.2.2 Groeperingen en criteria uit modellen	7
2.2.3 Aanvullende groeperingen en criteria	7
2.2.4 Levels gelijk maken	8
2.2.5 Bew-Richards 2.0 en validatie	8
2.3 Huidige situatie wegontwerp projecten	8
2.4 Acties 2015	9
3. Theoretische kader	10
3.1 BIM volwassenheidsmodellen	10
3.2 Het Bew-Richards model	10
3.3 Overige volwassenheidsmodellen	11
3.3.1 IU BIM Proficiency matrix	11
3.3.2 NBIMS-ICMM	11
3.3.3 BIMMM	12
3.3.4 Pennstate maturity model	12
3.3.5 BIMMM Siebelink	13
3.3.6 SCMMM	14
3.4 Groeperingen en criteria uit de BIM volwassenheidsmodellen	14
3.4.1 Herkomst groeperingen en criteria	14
3.4.2 Overzicht Groeperingen en criteria	16
3.5 Aanvulling op Bew-Richards model	16
3.5.1 Controle op aanvullingen	17
3.5.2 Overzicht aanvullingen	18
3.6 Volwassenheid levels	19
3.7 Bew-Richards model 2.0	19
4. Huidig volwassenheidslevel	21

4.1	Disciplines met raakvlak	21
4.2	Interview opzet.....	22
4.3	Resultaten interview.....	22
4.3.1	Resultaat alle disciplines	22
4.3.2	Afzonderlijke disciplines	23
4.4	Huidige situatie.....	23
4.4.1	Alle groeperingen.....	23
4.4.2	Resultaat per groepering.....	24
4.4.3	Positieve aspecten.....	27
5.	Acties 2015.....	28
5.1	Huidige situatie en doelstelling	28
5.1.1	Acties	28
5.1.2	Groeperen acties.....	32
5.2	Prioritering	33
5.3	Laaghangend fruit	34
6.	Conclusies en aanbevelingen.....	35
6.1	Conclusies.....	35
6.2	Aanbevelingen	36
6.3	Discussie	38
	Bibliografie	39
	Bijlage 1: Organisatie Arcadis	40
	Bijlage 2: De BIM volwassenheidsmodellen	41
	Bijlage 3: Samenvoeging criteria.....	52
	Bijlage 4 Inhoud criteria en interview vragen	56
	Bijlage 5: Interview protocol.....	72
	Bijlage 6: Resultaten per discipline.....	73
	Bijlage 7: Project vs organisatie	83

1. Introductie

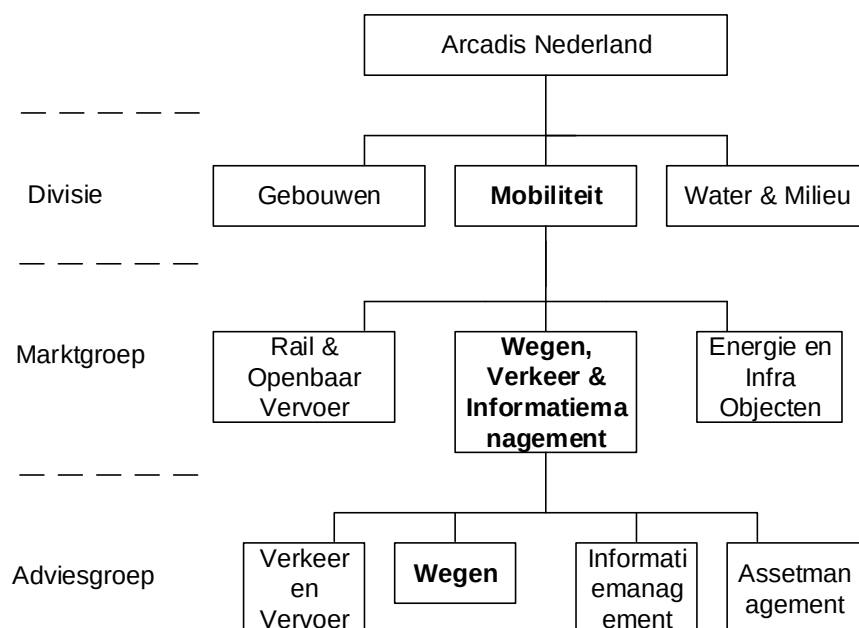
Voor het afronden van mijn Bachelor Civiele techniek aan de Universiteit Twente heb ik een onderzoek verricht naar het BIM volwassenheidslevel in de wegontwerp projecten van Arcadis. Dit eerste hoofdstuk start met achtergrond informatie over Arcadis in paragraaf 1.1, in paragraaf 1.2 is informatie verstrekt over BIM, de aanleiding en de probleembeschrijving staan in paragraaf 1.3. Het onderzoeksdoel en de onderzoeksvragen zijn te lezen in paragraaf 1.4 en dit hoofdstuk is afgesloten met een leeswijzer in paragraaf 1.5.

1.1 Organisatie Arcadis

1.1.1 Organisatiestructuur Arcadis

In 1888 ontstond in Arnhem de Nederlandsche Heidemaatschappij, met als doelstelling het adviseren bij ontginning van woeste gronden en het aanleggen van grondverbeteringswerken. In 1997 werd de naam gewijzigd in Arcadis na een overname van het NS-ingenieursbureau Articon. Arcadis is een toonaangevende advies-, ontwerp-, projectmanagement en ingenieursorganisatie die oplossingen levert op de gebieden infrastructuur, water, milieu en gebouwen. Arcadis ontwikkelt, ontwerpt, implementeert, onderhoudt en exploiteert projecten voor bedrijven en overheden. Arcadis is een internationaal bedrijf maar bedient in eerste instantie de Nederlandse markt. Bij Arcadis in Amersfoort zal ik de opdracht uitvoeren voor de Adviesgroep Wegen, deze valt onder de Marktgroep WVI. Deze Marktgroep valt bij Arcadis onder de Divisie Mobiliteit.

Arcadis Nederland bestaat uit drie Divisies: Mobiliteit, Gebouwen, Water & Milieu. De Divisie Mobiliteit is in onder andere Amersfoort gevestigd. Op de locatie in Amersfoort bestaat de Divisie Mobiliteit uit drie Marktgroepen en de Marktgroep WVI is weer opgesplitst in vier Adviesgroepen. Deze organisatiestructuur is weergegeven in Figuur 1. Een toelichting op de vier Adviesgroepen van de Marktgroep WVI is te vinden in bijlage 1.



Figuur 1 Organisatie structuur Arcadis

1.1.2 Organisatie wegontwerp project

Het BIM volwassenheidslevel bepalen van wegontwerp projecten van Arcadis is leidend in dit onderzoek. Om dit te kunnen doen moet eerst duidelijk zijn wat een wegontwerp project is. Hieronder volgt een toelichting op een wegontwerp project vanuit de Adviesgroep Wegen, het is gebaseerd op een interview met een ontwerpleider van de Adviesgroep Wegen.

Voor elk wegontwerp project kijkt men van te voren naar de situatie van het project en wat er allemaal meegenomen moet worden in het ontwerp. Hierbij kan gedacht worden aan: ontwerpers, tekenaars, kostenramingen, openbare verlichting, afwatering, verharding, etc. Er wordt voor elke Adviesgroep gekeken welke medewerker het beste ingezet kan worden en ook wordt het zwaartepunt van het project bepaald. Bij de Adviesgroep waar het financiële zwaartepunt ligt zal ook een projectleider gezocht worden. De Adviesgroep Wegen ontwerpt voornamelijk grote wegontwerp projecten, als het om een binnenstedelijk project gaat wordt dit vaak doorverwezen naar andere Arcadis disciplines. Specialisten van een wegontwerp project zitten in verschillende Adviesgroepen en werken soms ook aan meer dan één project. Er wordt regelmatig met andere Marktgroepen samengewerkt bijvoorbeeld met Kunstwerken of zelfs andere Divisies bijvoorbeeld voor de samenwerking met de Adviesgroep Milieu & Leefomgeving.

Een weg kan gezien worden als een lijn, een lijn in een natuurlijke omgeving heeft raakvlakken met verschillende disciplines. Iedere Divisie of Marktgroep heeft een eigen kijk op de situatie en raakvlakken. Veel verschillende specialisten zijn dus betrokken bij een wegontwerp project. Daarbij kan een wegontwerp een schets zijn, een voorlopig ontwerp, een definitief ontwerp of een uitvoerend ontwerp. Afhankelijk hiervan zullen er meer of minder specialisten werken aan het ontwerp. Wel wordt in elke ontwerp fase hetzelfde proces doorlopen. In elke fase wordt er een ontwerp gemaakt en volgen er enkele iteratieslagen tussen de verschillende Adviesgroepen. Al met al een complexe samenwerking tussen veel specialisten.

1.2 Toelichting BIM

Hoe groter een bouwproject is des te complexer wordt deze vaak. Een complex bouwproject wordt vaak gekenmerkt doordat er duizend documenten en tekeningen zijn die gebruikt worden. In de praktijk gebruiken de deelnemende partijen vaak 2-dimensionale (2D) informatie, dit kan echter zorgen voor miscommunicatie tijdens een complex project (Arayici et al., 2008; Jongeling, 2006). Miscommunicatie kan op meerdere manieren ontstaan en het werken aan de hand van 2-dimensionale informatie is daar een voorbeeld van aangezien men niet weet wat de hoogte is van een object. Tijdens het bouwen kan miscommunicatie leiden tot fouten in de aanleg van het ontwerp, tekeningen die niet actueel zijn, vertraging, kostenoverschrijding, slechte kwaliteit van werk en ontwerpfouten. Sebastian (2011) en Arayici et al. (2012), laten zien dat Bouwwerk Informatie Modellen(BIM) zijn geïntroduceerd bij bouwprojecten om efficiënt en effectief geautomatiseerde en geïntegreerde informatie te gebruiken. Deze BIM methodologie werd, qua impact op het ontwerpen en bouwen, ook wel vergeleken met de introductie van Computer Aided Design (CAD) in de jaren 80 (Robinson 2007). De grote innovatie die BIM beoogt te zijn, zit hem in het feit dat het alle betrokkenen in de productieketen van begin tot eind samenbrengt in één geïntegreerd proces. Met andere woorden: er is sprake van ketenintegratie. Maar wat is nu het voordeel van werken volgens één geïntegreerd proces? Hieronder volgt een korte opsomming.

Doordat de volgende aspecten gehandhaafd worden:

- Basisinformatie eenvoudig beschikbaar is.
- Informatie op een eenduidige wijze is opgeslagen.
- Informatie-uitwisseling binnen één fase eenduidig plaatsvindt.
- Informatie-uitwisseling tussen fasen eenduidig plaatsvindt.
- Standaardisatie/hergebruik mogelijk is.

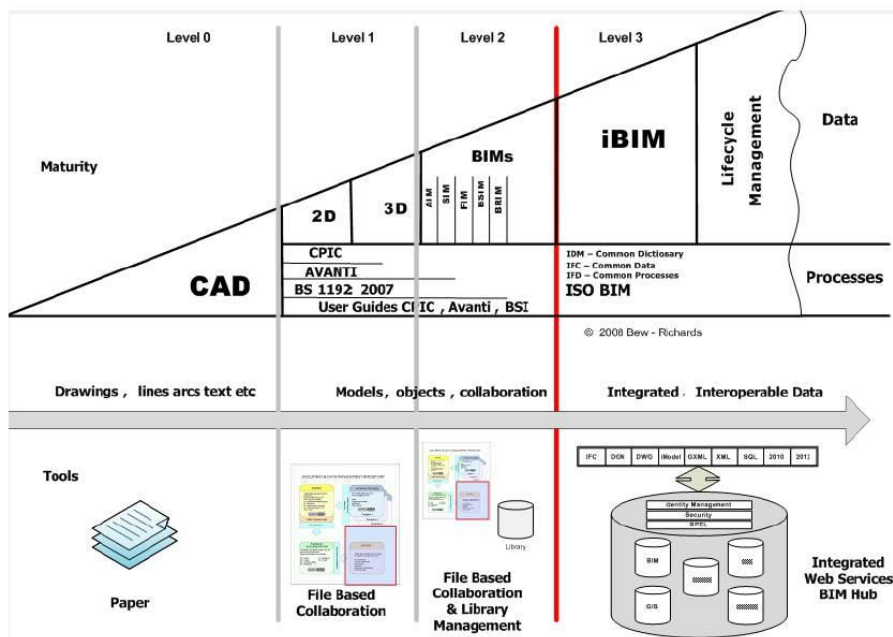
Zodat in alle projectfasen:

- Men altijd goed geïnformeerd is.
- Integratie tussen partijen bevordert is.
- Minder fouten, faalkosten en vertraging is.
- Transparantie door gehele keten aanwezig is.

Wanneer er in een project volledig volgens de BIM gedachtegang gewerkt wordt dan bevindt het project zich volgens het Bew-Richards model in level 3. Het bereiken van level 3 kost tijd en er zijn nog weinig bedrijven die hun projecten op dit level hebben (Jayasena, Weddikkara, 2013). Het is echter wel een streven van veel bedrijven om dit in de toekomst te bereiken voor (complexe) projecten.

Arcadis wil uiteraard ook zo efficiënt en effectief mogelijk werken aan zijn wegontwerp projecten. Wanneer het werken volgens de BIM gedachtegang in de wegontwerp projecten stijgt zal ook het volwassenheidslevel

toenemen in het Bew-Richards model. Het Bew-Richards BIM volwassenheidsmodel is een vaak toegepast model om het volwassenheidslevel van BIM in een organisatie weer te geven (Jayasena, Weddikkara, 2013). Het model bestaat uit 4 levels van volwassenheid, een schematische weergave is te zien in figuur 2.



Figuur 2 BIM maturity model. Gebaseerd op: Bew-Richards UK 2008

Bij level 0 vindt op het formele overdrachtsmoment vooral uitwisseling van papieren tekeningen en documenten plaats. Bij level 1 zijn er 2D of 3D objecten waarbij informatie gekoppeld kan worden aan deze objecten. Deze informatie is monodisciplinair, dit houdt in dat men binnen één discipline informatie aan een object kan koppelen. Monodisciplinaire informatie kan zijn de tekening van 2D naar 3D upgraden of aan een 2D tekening eisen uit de eigen discipline te koppelen. Bij level 2 heeft iedere discipline zijn eigen model; al deze modellen worden gecombineerd in één view model om file based samen te werken aan een project. Er zijn ook multidisciplinaire koppelingen mogelijk zoals planning (4D) en kostencalculaties (5D). Level 3 is een BIM-level waarbij informatie tussen verschillende (on)bekende partijen – dus niet alleen binnen één organisatie-eenheid – wordt gedeeld via inter-operabele open BIM-standaarden. Er wordt in dit level rekening gehouden met de gehele levenscyclus (Mommers, 2014).

1.3 Aanleiding en Probleemomschrijving

“Het is onze doelstelling om de ontwerpdisciplines binnen vier jaar volledig in BIM te laten werken”, zegt Rob Mooren (2012), algemeen directeur van Arcadis Nederland. “In de toekomst werken we niet meer met tekenaars en rekenaars, maar leveren wij onze diensten met integrale ontwerpers en modelleurs.”

Om deze doelstelling te behalen heeft elke Divisie een BIM doelstelling opgesteld. De Adviesgroep Wegen die onder de Divisie Mobiliteit valt, is na overleg bij Arcadis als uitgangspunt gekozen voor dit onderzoek. Vanuit deze Adviesgroep wordt gekeken wat er moet gebeuren om de BIM doelstelling in hun projecten te behalen. Zij hebben net als de rest van de Divisie Mobiliteit als doelstelling om eind 2015 alle projecten op BIM level 1 en een aantal op BIM level 2 te hebben (Stroobach, 2014). Deze doelstelling is geformuleerd aan de hand van het Bew-Richards model en zal in dit verslag meermaals genoemd worden.

Voor het bereiken van de doelstelling eind 2015 is het belangrijk om te weten waar Arcadis nu staat in het proces van BIM volwassenheid, vervolgens kunnen de nog te maken stappen bepaald worden. Het probleem is dat er op dit moment geen goed overzicht is van het volwassenheidslevel van de wegontwerp projecten. Zodoende is de concrete probleemstelling:

“Het is lastig om te bepalen welke acties er moeten plaatsvinden om de BIM doelstelling van 2015 voor de Adviesgroep Wegen te bereiken.”

1.4 Onderzoeksdoelen en vragen

Voor de Adviesgroep Wegen van Arcadis is de doelstelling om eind 2015 alle projecten op BIM level 1 en een aantal op BIM level 2 te hebben. Tijdens dit onderzoek dient inzichtelijk gemaakt te worden welke acties er in 2015 moeten komen om deze doelstelling te bereiken.

Concreet is de doelstelling van het onderzoek:

“Inzichtelijk maken welke acties Arcadis moet ondernemen om het werkproces voor alle wegontwerp projecten op BIM level 1 te krijgen en een aantal op BIM level 2. Door middel van interviews, literatuur onderzoek en analyses over de wegontwerp projecten zal het mogelijk zijn deze acties te bepalen.”

Voor het realiseren van deze doelstelling is er een hoofdvraag opgesteld die bestaat uit enkele deelvragen. Na elke deelvraag is toegelicht waar deze in dit onderzoek staat weergegeven.

Hoofdvraag:

“Welke acties moet Arcadis ondernemen om het werkproces voor alle wegontwerp projecten op BIM level 1 te krijgen en een aantal op BIM level 2?”

Deelvragen:

1. *Wat zijn de criteria om te bepalen op welk BIM volwassenheidslevel een wegontwerp project zich bevindt?*
In Paragrafen 3.1, 3.2 en 3.3 zijn verscheidene BIM volwassenheidsmodellen weergegeven die geschikt zijn om het BIM volwassenheidslevel van een wegontwerp project weer te geven. In paragraaf 3.4 zijn de groeperingen en criteria van andere modellen bepaald die in dit onderzoek leidend zullen zijn om het BIM volwassenheidslevel te bepalen. In paragraaf 3.5 zijn er aanvullingen gedaan op het bestaande BIM volwassenheidsmodel bij Arcadis. Dit hoofdstuk eindigt met de paragrafen 3.6 en 3.7 waar alle levels van de verschillende volwassenheidsmodellen gelijk getrokken zijn en er uiteindelijk een Bew-Richards model 2.0 ontstaat.
2. *Hoe maken de wegontwerp projecten gebruik van de principes van BIM?*
In paragraaf 4.1 is weergegeven wie er geïnterviewd zijn en in welke Adviesgroepen zij werken. In paragraaf 4.2 is de interview opzet beschreven waarna in paragraaf 4.3 de resultaten per groepering over alle disciplines met betrekking tot het BIM volwassenheidslevel in wegontwerp projecten is weergegeven. In paragraaf 4.3 zijn ook de opvallendste zaken besproken die in de interviews naar voren kwamen.
3. *Welke acties zijn er binnen de wegontwerp projecten nodig om de doelstelling voor eind 2015 te bewerkstelligen?*
Paragraaf 5.1 geeft een vergelijking van de huidige BIM situatie van de wegontwerp projecten met de doelstelling voor elk criterium. Paragraaf 5.2 geeft weer welke criteria een hoge en lage prioriteit hebben om in 2015 de pijlen op te richten. Paragraaf 5.3 geeft criteria weer die met weinig energie toch een level zouden kunnen stijgen.

In de doelstelling van de Adviesgroep Wegen wordt gesproken over alle en over een aantal wegontwerp projecten. Voor het doel van dit onderzoek is het van belang om alle en een aantal wegontwerp projecten te definiëren.

Alle wegontwerp projecten staat voor alle wegontwerp projecten waar een medewerker die geïnterviewd is aan gewerkt heeft. In totaal hebben alle geïnterviewde personen aan zo'n 20 wegontwerp projecten gewerkt de afgelopen één tot twee jaar.

Een aantal wegontwerp projecten staat voor een geïnterviewde persoon gelijk aan zijn hoogst scorende BIM project. Aangezien er 14 interviews zijn gehouden waren er ook 14 hoogst scorende BIM projecten. Sommige medewerkers hebben echter aan hetzelfde project gewerkt en daarom zijn er niet 14 hoogst scorende BIM projecten maar 4. Een aantal wegontwerp projecten staat daardoor gelijk aan 4.

1.5 Leeswijzer

Uit de onderzoeksvragen blijkt dat dit rapport grofweg een driedelige structuur kent. Deze structuur en de methodologie van het onderzoek wordt toegelicht in hoofdstuk 2. Het ontwikkelen van een BIM volwassenheidsmodel vormt de basis van dit onderzoek, hoe dit model tot stand is gekomen met behulp van een literatuur onderzoek is beschreven in hoofdstuk 3. In de tweede stap wordt de praktijk in kaart gebracht, dit gebeurt in hoofdstuk 4. In dit hoofdstuk is het huidige volwassenheidslevel van de wegontwerp projecten weergegeven in het ontwikkelde BIM volwassenheidsmodel. De laatste stap van dit onderzoek is het vergelijken van de huidige situatie met de doelstelling. In hoofdstuk 5 worden de acties weergegeven die plaats moeten vinden in 2015 om de BIM doelstelling te behalen. Dit rapport sluit af met hoofdstuk 6, hierin wordt de conclusie van het onderzoek getrokken en enkele aanbevelingen gedaan.

Om de Nederlandse taal niet verwarrend te laten zijn zal de volgende zin hopelijk voor duidelijkheid zorgen. Een BIM volwassenheidsmodel wordt gebruikt om het BIM volwassenheidslevel van een wegontwerp project weer te geven. Met volwassenheidslevel wordt bedoeld een fase/een level waarin de wegontwerp projecten zich in het BIM volwassenheidsmodel bevinden. Het woord 'level' wordt in dit rapport veelvuldig gebruikt als verkorte weergave van het woord 'volwassenheidslevel'.

2. Methodologie

In dit hoofdstuk is de onderzoeksmethodologie beschreven, het geeft een overzicht van de gemaakte stappen en keuzes in het onderzoek. In paragraaf 2.1 is de afbakening van het onderzoek weergegeven en in paragraaf 2.2 is het tot stand komen van het stappenplan voor het ontwikkelen van het Bew-Richards model 2.0 omschreven. In paragraaf 2.3 is de theorie met de praktijk vergeleken. Het BIM volwassenheidslevel in de wegontwerp projecten is in kaart gebracht en het hoofdstuk sluit af met paragraaf 2.4, hierin wordt het duidelijk wat er met de resultaten uit de interviews is gedaan.

2.1 Afbakening

De bij dit onderzoek horende geformuleerde doelstelling geldt voor de gehele Divisie Mobiliteit. Het uitgangspunt van dit onderzoek is na overleg een wegontwerp project van de Adviesgroep Wegen. De Adviesgroep Wegen werkt onder andere samen met de overige Adviesgroepen binnen de Marktgroep WVI. Ook zijn bij een wegontwerp project nog andere Adviesgroepen en disciplines betrokken die onder een andere Marktgroep of Mobiliteit vallen. Enkel de meest relevante Adviesgroepen en disciplines zijn meegenomen in het onderzoek omdat het anders een te groot onderzoek werd en sommige Adviesgroepen en disciplines slechts in enkele projecten voorkomen.

Het Bew-Richards model dat bij Arcadis gebruikt wordt is het uitgangspunt om het BIM volwassenheidslevel te meten aangezien dit binnen heel Arcadis gehanteerd wordt. Het is wellicht niet het beste model om de huidige situatie weer te geven aangezien dit model technisch georiënteerd is. Echter moet dit model als basis dienen omdat het binnen heel Arcadis gebruikt wordt. Er zijn daarom enkele toevoegingen gedaan aan dit model met criteria uit andere volwassenheidsmodellen.

Het is niet mogelijk om vanuit elke discipline of Adviesgroep die vaak betrokken is bij een wegontwerp project vier of vijf mensen te interviewen, ondanks dat dit een mooi beeld zal geven. In totaal zouden er dan zo'n 40 medewerkers geïnterviewd moeten zijn over verschillende locaties en disciplines. Er is voor gekozen om van de belangrijkste disciplines of Adviesgroepen twee medewerkers te interviewen. Wanneer er bij een discipline of Adviesgroep iemand een goed overzicht heeft van BIM in wegontwerp projecten en andere medewerkers hebben dit niet, dan is er gekozen voor één interview. Vanuit de wegontwerpers zijn drie personen geïnterviewd aangezien zij de belangrijkste groep zijn in dit proces.

2.2 Ontwikkeling Bew-Richards model 2.0

2.2.1 BIM volwassenheidsmodellen

Het Bew-Richards model dat bij Arcadis gebruikt wordt om het BIM volwassenheidslevel te bepalen wordt geanalyseerd. Om te controleren of dit model volledig is en zodoende het BIM volwassenheidslevel kan weergegeven is eerst bekeken wat BIM betekent voor Arcadis. Deze BIM definitie van Arcadis luidt:

'BIM is het proces van maken en gebruiken van één of meerdere (3D) object georiënteerde databases van een bouwwerk, in zijn omgeving, relevant voor het ontwerpen, realiseren en beheren van dat bouwwerk gedurende zijn levenscyclus.'

Het is een brede definitie en er zitten veel niet technische aspecten in deze definitie. Na een analyse van het Bew-Richards model blijkt dat de criteria die dit model gebruikt niet de volledige BIM definitie van Arcadis dekken. Het Bew-Richards model is te technisch georiënteerd. Daarom wordt er in de literatuur naar andere BIM volwassenheidsmodellen gekeken om als aanvulling op het Bew-Richards model te dienen. Zodoende kunnen ook de niet technische aspecten van BIM weergegeven worden in het volwassenheidsmodel en kan er een juiste weergave van het BIM volwassenheidslevel in wegontwerp projecten ontstaan.

Veel volwassenheidsmodellen geven weer hoe je met de aspecten van BIM kan zorgen voor efficiëntie. Veel modellen vergelijken het BIM volwassenheidslevel van de organisatie met de rest van de industrie of de modellen zijn gefocust op het verbeteren van één kenmerk van BIM. Al deze modellen zijn niet relevant om criteria aan te leveren voor het Bew-Richards model. Een volwassenheidsmodel zal enkel van toegevoegde waarde zijn om te bekijken wanneer het aan de volgende criteria voldoet:

- Het beschrijft de status van (BIM) implementatie binnen één organisatie.

- Het volwassenheidsmodel bevat ook niet technische criteria.
- De criteria van het volwassenheidsmodel dienen voorhanden te zijn.
- Het model is tot stand gekomen naar aanleiding van een literatuur onderzoek.

Aan de hand van deze vier criteria zijn onderstaande zes volwassenheidsmodellen gekozen.

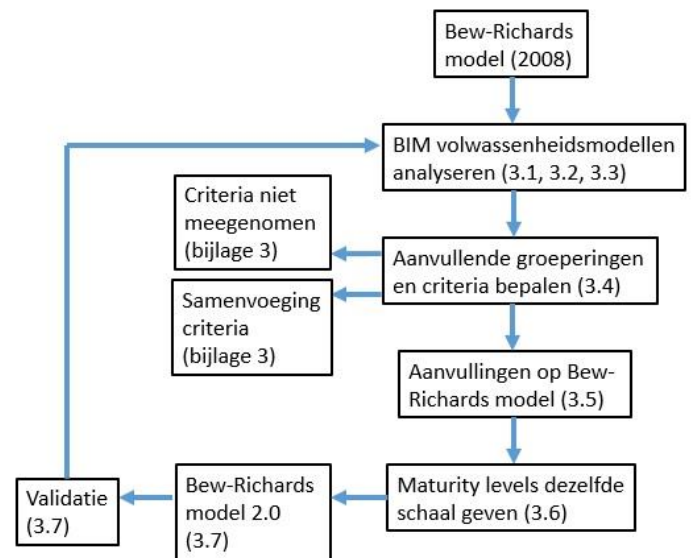
- Indiana University BIM Proficiency Matrix
- National Building Information Model Standard Interactive Capability Maturity Model
- Building Information Modelling Maturity Matrix
- Pennstate Maturity Model
- BIMM Siebelink
- Supply Chain Management Maturity Model

2.2.2 Groeperingen en criteria uit modellen

In figuur 3 is een stappenplan te zien dat leidt naar het Bew-Richards model 2.0. Uit de analyse van de zes BIM volwassenheidsmodellen is duidelijk geworden wat het doel en de inhoud is van deze modellen. Ook volgen uit de analyses van alle modellen enkele groeperingen en criteria.

De criteria zijn de meetinstrumenten van de volwassenheidsmodellen, zij worden beoordeeld. Criteria die een sterke relatie tot elkaar hebben vormen een groepering. Hierbij kan gedacht worden aan bijvoorbeeld software en hardware, deze twee criteria kunnen onder één groepering geplaatst worden. Om het overzichtelijk te maken zijn alle criteria onder een groepering geschaard dit geeft duidelijkheid over welke groeperingen en criteria als aanvulling zullen dienen op het Bew-Richards model.

Als groeperingen of criteria verschillen qua naam maar gelijk zijn qua inhoud dan zijn ze hetzelfde genoemd, de naam is bepaald door het model dat als eerste in dit onderzoek is behandeld. Hoe deze criteria zijn samengevoegd uit alle modellen is te vinden in bijlage 3, in deze bijlage is ook te vinden welke criteria uit de geanalyseerde modellen niet zijn meegenomen. Redenen hiervoor zijn dat ze geen toegevoegde waarde hebben voor de al gekozen criteria en groeperingen, ze passen ook niet bij deze criteria en groeperingen.



Figuur 3 Stappenplan ontstaan Bew-Richards model 2.0

2.2.3 Aanvullende groeperingen en criteria

Er wordt aan de hand van drie methodieken een controle uitgevoerd op de compleetheit van de groeperingen.

- Wanneer de BIM definitie van Arcadis volledig gedekt is door de groeperingen dan zijn de groeperingen van het model compleet.
- Silver et al. (1995) beschrijven waar informatie systemen uit bestaan. De groeperingen die Silver et al. hiervoor gebruiken zijn vergeleken met de groeperingen gekozen in dit onderzoek. Wanneer alle groeperingen van Silver et al. gedekt zijn door de groeperingen in dit onderzoek dan worden de groeperingen in dit onderzoek als compleet beschouwd.
- Er is gekeken in hoeveel volwassenheidsmodellen de groeperingen voorkomen, hieruit kan opgemaakt worden of een groepering door meerdere onderzoekers als relevant is beschouwd.

Voor alle criteria wordt er gekeken in welke volwassenheidsmodellen zij voorkomen. Wanneer een criteria in slechts één volwassenheidsmodel voorkomt dan kan gesteld worden dat deze niet genoeg draagvlak heeft.

Alle criteria die vaker dan één keer voorkomen zullen als aanvulling dienen op de criteria van het Bew-Richards model. De criteria die al in het Bew-Richards model voorkomen zijn uiteraard geen twee keer meegenomen.

2.2.4 Levels gelijk maken

Veel volwassenheidsmodellen hebben een verschillend aantal volwassenheidlevels. Per criterium zal er voor elk level een inhoud bepaald moeten worden. Echter is op dit moment per model de inhoud van een level verschillend doordat er een verschil in de hoeveelheid levels zit. Dit is op de volgende manier opgelost:

- Wanneer het criterium deel uitmaakt van het Bew-Richards model wordt er gekeken naar de overige modellen waar dit criterium ook in voorkomt. Vervolgens wordt er een aanvulling op de al gegeven basis informatie uit het Bew-Richards model gedaan voor ieder level. Er is gekeken welke levels inhoudelijk overeenkomen met de levels van het Bew-Richards model, zodoende dient de aanvullende informatie specifiek voor één level.
- Wanneer het criterium geen deel uitmaakt van het Bew-Richards model dan wordt er gekeken welk model het meeste uitleg geeft over dit criterium. Deze volledige uitleg van alle levels wordt ingedeeld in vier levels net als het Bew-Richards model en dient als basis informatie. Daarop volgend zijn de modellen waar dit criterium nog meer in voorkomt bekeken en wordt er een aanvulling gedaan op de basis informatie voor een specifiek level wanneer dat mogelijk is.

2.2.5 Bew-Richards 2.0 en validatie

Nu de groeperingen, criteria en de inhoud van de levels zijn bepaald wordt er een Bew-Richards model 2.0 gevormd. Om een model te valideren noemt Bergsma (2003) vier aspecten:

- Literatuur
- Interviews experts en gebruikers
- Case studie
- Feedback van respondenten

Aangezien het in het tijdsbestek van dit onderzoek niet mogelijk is om alle vier de validatie aspecten uit te voeren is de case studie niet uitgevoerd. De andere drie aspecten zijn meer in één lijn met dit onderzoek en worden daarom wel meegenomen om het model te valideren.

- Het nieuwe volwassenheidsmodel (Bew-Richards 2.0) is ontstaan naar aanleiding van een literatuur onderzoek. Er zijn verscheidene modellen bekeken met verschillende: auteurs, jaar van publicatie en aantal levels van volwassenheid. Deze verschillende dimensies in het literatuur onderzoek zorgen voor een validatie van het model.
- Aangezien het samenvoegen en niet meenemen van criteria uit de verschillende volwassenheidsmodellen enkel door mij verantwoord is, hebben Matthijs Kluis en Sander Siebelink ook hiernaar gekeken. Deze feedback is meegenomen en verwerkt in het model.
- Tijdens de interviews is om feedback gevraagd over de interpretatie en volledigheid van het model. Het is daardoor mogelijk om te achterhalen of de mening van de respondent goed begrepen is en of het volwassenheidsmodel compleet is. Deze feedback scherpt het model aan.

2.3 Huidige situatie wegontwerp projecten

Met het Bew-Richards model 2.0 kan gekeken worden in welk level alle wegontwerp projecten en een aantal wegontwerp projecten zich bevinden. De theorie kan toegepast gaan worden in de praktijk. Met iedere discipline die van hoofdzakelijk belang is voor een wegontwerp project zijn één of meerdere interviews gehouden. In totaal worden er veertien interviews gehouden met acht verschillende disciplines. Met de disciplines: verkeer, system engineering, wegontwerp, water, kunstwerken, kostenraming, geluid, natuur en landschap is gesproken. Tijdens deze interviews wordt er aan de hand van meerdere vragen over elk criterium, het level van de wegontwerp projecten bepaald. Het resultaat is weergegeven in tabel vorm en de

opvallendste resultaten worden besproken. Ook aspecten die niet direct afleidbaar zijn uit de tabel maar wel belangrijk voor de huidige situatie worden toegelicht.

2.4 Acties 2015

Er is op criteriumniveau naar het volwassenheidslevel gekeken. De actie die gemaakt moet worden voor een criterium om het een volwassenheidslevel hoger te laten scoren is toegelicht. Daarnaast is er een prioritering opgesteld over wat belangrijke acties zijn voor in 2015. De eerste prioritering is dat alle wegontwerp projecten op volwassenheidslevel 1 moeten komen. Hier is nog een prioritering in aangelegd over welke criteria het eerst opgepakt moeten worden om alle projecten op volwassenheidslevel 1 te krijgen.

Voor alle 22 criteria is een actie opgesteld en deze acties zijn gegroepeerd onder zeven generaliserende acties. Met deze groepering van acties is het mogelijk om acties die een relatie tot elkaar hebben te identificeren. Zodoende kunnen er bij het uitvoeren van één actie meerdere criteria van profiteren en kan er dus efficiënter gewerkt worden.

Daarnaast is er een onderscheid gemaakt in acties die naar aanleiding van de interviews met weinig energie al voor winst kunnen zorgen. Deze acties noemen we laaghangend fruit, het is relatief makkelijk bereikbaar en het levert op de korte termijn al winst op.

3. Theoretische kader

Voor het in kaart brengen van het BIM volwassenheidslevel bestaan er verscheidene BIM volwassenheidsmodellen. Het Bew-Richards model dat bij Arcadis gebruikt wordt is tijdens dit onderzoek als basis model gekozen aangezien het binnen heel Arcadis gehanteerd wordt. Echter is dit model te technisch georiënteerd om het volwassenheidslevel van BIM volledig weer te kunnen geven. In dit hoofdstuk zijn er aanvullende criteria bepaald om het Bew-Richards model passend te maken om de huidige BIM situatie van de wegontwerp projecten van Arcadis weer te geven. In paragraaf 3.1 is een overzicht te vinden van alle volwassenheidsmodellen, in paragraaf 3.2 is het Bew-Richards model uitgebreid toegelicht en in paragraaf 3.3 zijn de overige volwassenheidsmodellen weergegeven. In paragraaf 3.4 zijn er uit elk volwassenheidsmodel groeperingen en criteria gevormd en in paragraaf 3.5 zijn de gekozen groeperingen en criteria gecontroleerd op volledigheid. De levels van de verschillende volwassenheidsmodellen zijn gelijk geschaald in paragraaf 3.6 en dit hoofdstuk sluit af met paragraaf 3.7 waarin de validatie en het uiteindelijke Bew-Richards model 2.0 te lezen zijn.

3.1 BIM volwassenheidsmodellen

Een volwassenheidsmodel geeft aan op welk niveau de ontwikkeling in een organisatie of project zit. Deze ontwikkeling kan zijn een software ontwikkeling, business ontwikkeling, capabiliteit weergave, proces ontwikkeling of de ontwikkeling van BIM binnen een organisatie of project. Om een duidelijk overzicht te krijgen van de verschillen tussen de volwassenheidsmodellen zijn de belangrijkste aspecten van de modellen weergegeven in tabel 2.

Tabel 2 Overzicht volwassenheidsmodellen

	Bew-Richards model	IU BIM Proficiency matrix	NBIMS-ICMM	BIMMM	Pennstate maturity model	BIMMM Siebelink	SCMMM
Auteur en jaartal	M. Richards and M. Bew (2008)	Indiana University (2009)	Mc Cuenn en Suermann (2007)	B. Succar (2009)	Pennsylvania University CIC-Research Program	S. Siebelink (2014)	McCormack en Lockamy III (2004)
Beoordelings doel	Groeimodel voor BIM binnen organisatie	BIM maturity van project weergeven	BIM maturity van project weergeven	BIM Maturity van organisatie weergeven	BIM maturity van organisatie weergeven	BIM maturity van organisatie weergeven	Supply maturity van het project weergeven
Aantal maturity levels	4	4	10	5	6	6	5
Groepering/Criteria/Weging criteria	0/7/geen weging	0/8/gelijk	0/11/afhankelijk van belangrijkheid	3/10/ geen weging	6/20/gelijk	6/16/gelijk	Niet van toepassing
Manier van evaluatie	Niet gedefinieerd	Stakeholders schalen het project in op BIM level	Stakeholders schalen het project in op BIM level	Meerdere evaluatie manieren mogelijk	Stakeholders schalen het project in op BIM level	Interview stakeholder project	Stakeholders schalen het project in op supply chain level

3.2 Het Bew-Richards model

In paragraaf 1.2 is een schematische weergave te zien van het Bew-Richards model met daarbij een korte toelichting op de levels. Er wordt in dit model onderscheid gemaakt in vier levels, het doel hiervan is om de technische en samenwerkingsaspecten te categoriseren. Om op het volgende level te komen dienen de lagere levels doorlopen te zijn. Het Bew-Richards model is één van de weinige volwassenheidsmodellen zonder concrete groeperingen en criteria, in bijlage 2.1 volgt een uitgebreide toelichting op de levels.

Wanneer er kritisch gekeken wordt naar de inhoud van dit model, dan valt op dat het een technisch georiënteerd volwassenheidsmodel is. Er worden in het Bew-Richards model geen criteria of groeperingen genoemd, dit model beschrijft echter wel de inhoud van de levels. Aan de hand van deze beschrijving zijn er criteria geformuleerd waarmee dit model rekening houdt:

- Standaarden
- Procedures
- Toepassingsgebieden
- Informatie uitwisseling

- Grafische weergave
- Software
- Integratie model (Werken in één view model en het denken op een object of model niveau.)

De hierboven opgesomde criteria hebben geen van allen met bijvoorbeeld organisatiestructuur, omgeving, cultuur of open samenwerking. De BIM definitie van Arcadis laat zien dat er bij het werken volgens de BIM gedachtegang ook niet technische aspecten noodzakelijk zijn om efficiënt en effectief te werken. Het Bew-Richards model zal daarom aangevuld worden met criteria uit andere volwassenheidsmodellen die gevonden zijn in de literatuur. Wanneer er geen aanvulling op het Bew-Richards model plaatsvindt is het inzichtelijk maken van de acties voor 2015 niet van waarde voor Arcadis. Dit, aangezien er belangrijke criteria niet meegenomen worden die wel bepalend kunnen zijn bij het efficiënt en effectief werken met informatie systemen.

3.3 Overige volwassenheidsmodellen

In paragraaf 2.2.1 is toegelicht waarom deze zes volwassenheidsmodellen zijn gekozen. Aan de hand van vier criteria zijn onderstaande volwassenheidsmodellen gekozen uit de literatuur om als aanvulling te dienen op het Bew-Richards model.

3.3.1 IU BIM Proficiency matrix

De Indiana University BIM Proficiency Matrix bestaat uit 4 levels van volwassenheid en 8 criteria die een even zware weging hebben. De levels zijn verticaal weergegeven en de criteria horizontaal, zodra er volledig aan een level van het criterium is voldaan kan er gekeken worden naar het volgende level. Wanneer er een score van 32 (4x8) is behaald, is dat maximaal. Wat opvalt is dat de criteria niet onder groeperingen vallen. In een Excel sheet staat voor elke cel een toelichting wat het inhoudt. In bijlage 2.2 is een verdere toelichting te vinden op de inhoud van de levels en criteria.

IU BIM Proficiency Matrix									
Category Number	A - Physical Accuracy of Model	B- IPD Methodology	C - Calculation Mentality	D - Location Awareness	E - Content Creation	F - Construction Data	G - As-Built Modeling	H- FM Data Richness	
1	Basic Model Geometry	Creation of A BIM Execution Plan	Basic Model Information Export (Dissemination)	Site Orientation	Geometrically Correct Content	Quantity Takeoffs	Post Bid Model Documentation	Space Management Data	H.1
2	Design Requirements	Introduction of Structural and MEP Model	IPD Integration	Existing Environment Awareness	Manufacturer's Specific	Object Scheduling	Coordination Modeling	Asset Management	H.2
3	Design Side Collision Detection	Model Managers Role Defined	Interdisciplinary Calculations	Global Accuracy	Design Intent	Material Procurement	Recapturing Design Intent	Manufacturer Specific Information	H.3
4	Model Accuracy Innovation	IPD Methodology Innovation	Calculations Innovation	Location Innovation	Content Innovation	Construction Innovation	As-Built Innovation	FM Data Innovation	H.4
	Point Achieved	Point Achieved	Point Achieved	Point Achieved	Point Achieved	Point Achieved	Point Achieved	Point Achieved	Point Achieved
	0	0	0	0	0	0	0	0	0

BIM Maturity			
Category	Points Achieved	BIM Maturity Score	BIM Standard
A - Physical Accuracy of Model	0	0	BIM Score Between 0-12 = Working Towards BIM
B- IPD Methodology	0		BIM Score Between 13-18 = Certified BIM
C - Calculation Mentality	0		BIM Score Between 19-24 = Silver
D - Location Awareness	0		BIM Score Between 25-28 = Gold
E - Content Creation	0		BIM Score Between 29-32 = Ideal
F - Construction Data	0		
G - As-Built Modeling	0		
H- FM Data Richness	0		

Figuur 4 IU BIM Proficiency Matrix

3.3.2 NBIMS-ICMM

De National Building Information Model Standard (NBIMS) is in het ontwerp proces een standaard. Deze standaarden zijn gecombineerd met het Capability Maturity model (CMM) om een BIM volwassenheidsmodel te vormen, dit model is gerealiseerd door Mc Cuen en Suermann (2007). Het CMM is een benadering om de prestaties van de processen binnen een organisatie te verbeteren. In origine is het

model in 1986 ontwikkeld om het gebruik van software binnen een organisatie te verbeteren. Sindsdien is het CMM concept in verschillende industrieën gebruikt. Het NBIMS-ICMM is een interactief model om de BIM volwassenheid in een organisatie te meten. Het model bestaat uit 11 criteria die niet gegroepeerd zijn en 10 levels van volwassenheid. Deze 11 criteria zijn:

- | | | |
|---------------------------|--------------------------------|------------------------|
| - Data Richness | - Life-cycle Views | - Roles or Disciplines |
| - ITL Maturity Assessment | - Business process | - Timeliness |
| - Delivery method | - Graphical information | - Spatial capability |
| - Information accuracy | - Interoperability IFC support | |

Ook bij dit model geldt dat een level geheel doorlopen dient te zijn voordat het een level kan stijgen. De criteria kunnen redelijk breed geïnterpreteerd worden, daarom is er een basis uitleg voor elk criterium opgesteld zodat het de interpretatie discussie zal beperken. Deze is te vinden in bijlage 2.3. In deze bijlage is ook te vinden hoe de weging van de criteria werkt, deze is namelijk niet evenredig.

3.3.3 BIMMM

Het Building Information Modelling Maturity Matrix is in 2009 gepubliceerd door Bilal Succar. Het BIMMM is ontwikkeld om de tekorten van de volwassenheidsmodellen die hij al ontwikkeld had op te vangen en ook om de tekorten van andere al bestaande volwassenheidsmodellen op te vangen. Dit model geeft goed weer wat de verhouding is tussen hoe goed iets uitgevoerd wordt en wanneer het mogelijk is om iets uit te gaan voeren (Zie begrip bepaling: capability versus volwassenheid). Het BIMMM beschrijft vijf levels:

- | | |
|---|-----------------|
| a | Initieel |
| b | Gedefinieerd |
| c | Gemanaged |
| d | Geïntegreerd |
| e | Geoptimaliseerd |

Hierbij zijn drie groepering geformuleerd: technologie, processen en politiek die alle drie bijbehorende criteria hebben. Afhankelijk van de industrie waarvoor het gebruikt wordt kan er een scoringskaart naar keuze gemaakt worden, hier is nog geen gecertificeerde standaard van.

- | | |
|----------------|---|
| - Technologie: | software, hardware, netwerk |
| - Processen: | infrastructuur, product en service, personeelsbeleid, leiderschap |
| - Politiek: | regelgeving, contractueel, voorbereidend |

Voor elk criterium is er per level duidelijk weergegeven wat dit inhoudt. Voor dit model geldt ook dat wanneer een level volledig is afgerond het volgende level pas doorlopen kan worden. De weergave van de drie groeperingen met criteria en de inhoud per level van een criterium is te vinden in bijlage 2.4.

3.3.4 Pennstate maturity model

Op de Pennsylvania State University is in 2012 het “Pennstate maturity model” ontwikkeld door het computer integrated construction research program. Het model is bedoeld voor de organisatie om zijn eigen BIM level te bepalen.

Er zijn zes groeperingen opgesteld die elk bestaan uit criteria. Dit zijn de volgende criteria per groepering:

- | | |
|-------------------|--|
| - Strategie: | missie, visie, doel |
| - Gebruik: | genererend, proces, communicatie, management, uitvoerend |
| - Proces: | huidig, doelstelling, overgang |
| - Informatie: | data faciliteiten, model elementen, ontwikkelingsniveau |
| - Infrastructuur: | software, hardware, werkplek |
| - Personeel: | taken en verantwoordelijkheden, hiërarchie, opleiding, training, veranderingen |

Voor elk criterium kan nul tot vijf punten gescoord worden, deze zijn opgeteld om de totaalscore te bepalen. In bijlage 2.5 zijn alle groeperingen met criteria en inhoud per level van een criterium weergegeven. Ook een extra toelichting op het model is hier te vinden.

3.3.5 BIMMM Siebelink

In 2014 is er een BIM volwassenheidsmodel ontwikkeld door Sander Siebelink aan de Universiteit Twente, dit is ontstaan in het kader van zijn PDEng opleiding en dit volwassenheidsmodel is getoetst door de Bouwinformatieraad. Het doel van dit model is om per toepassingsgebied het volwassenheidslevel van elk criterium te bepalen en vervolgens van alle criteria in het algemeen. Het model kan gebruikt worden om de eigen organisatie te beoordelen. Door in het eerste deel van het interview het toepassingsgebied te bepalen waarvoor de BIM gedachtegang van toepassing dient te zijn, is het bepalen van het BIM level meer afgebakend en dus duidelijker. Toepassingsgebieden kunnen bijvoorbeeld zijn: uitwisseling van gegevens met ketenpartners, visualisaties via 3D-model, 3D-coördinatie.

In dit volwassenheidsmodel zijn er zes groeperingen met in totaal 16 criteria opgesteld:

- Strategie: BIM visie en doelstellingen, managementondersteuning, BIM expert/werkgroep/afdeling
- Organisatiestructuur: taken en verantwoordelijkheden
- Mens en cultuur: persoonlijke motivatie en bereidheid te veranderen, vragende actor, educatie en training en ondersteuning, samenwerkingsgerichtheid
- Processen: Procedures
- IT infrastructuur: hardware en netwerkomgeving, software, BIM faciliteiten
- Data(structuur): informatieopbouw, objectenstructuur, objectenbibliotheken en-attributen, data-uitwisseling

Aan de hand van een vragenlijst kan er in een Excel sheet bepaald worden in welk volwassenheidslevel de organisatie zich bevindt. Een voorbeeld van het criterium: “BIM visie en doelstellingen” is hieronder weergegeven. De gehele Excel sheet is te vinden in bijlage 2.6. Voor dit model geldt ook dat het voorgaande level volledig doorlopen dient te zijn om het volgende level te kunnen behalen.

Criterium/subcriterium	Omschrijving	Beschrijving maturity niveau					
		0	1	2	3	4	5
		Niet aanwezig	Initieel	Gemanaged	Gedefinieerd	Kwantitatief gemanaged	Optimaliserend
Strategie	De missie, visie en doelstellingen van de organisatie en de wijze waarop management de BIM activiteiten ondersteunt						
BIM visie en doelstellingen	De strategie op organisatieniveau kan worden geconcretiseerd voor BIM door hierin een BIM visie en bijbehorende doelstellingen op te nemen.	Geen BIM visie of doelstellingen geformuleerd	Basisvisie is gedefinieerd	BIM doelstellingen op hoofdlijnen vastgesteld	BIM visie past binnen de bredere organisatorische missie en strategie. Er is met ketenpartners overeenstemming over de BIM visie.	BIM doelstellingen zijn SMART opgesteld	BIM visie en doelstellingen worden regelmatig beoordeeld en zo nodig bijgesteld

Beoordeling toepassingsgebied			Opmerkingen
A	B	C	Bij de toepassingsgebieden A t/m C zijn als voorbeeld enkele toepassingsgebieden benoemd. Uit het eerste deel van het interview (deel A, best practices) zal moeten blijken welke toepassingsgebieden hier kunnen worden ingevuld en welke toepassing de belangrijkste is. Deze informatie is uitgangspunt voor het doorlopen van de vragen die behoren bij het maturity model.
Belangrijkste BIM toepassing, bijv. Uitwisseling van gegevens met ketenpartners, andere disciplines	Toepassing die afwijkt van A, bijv. visualisatie via 3D-model	Toepassing die afwijkt van A en B, bijv. 3D-coördinatie (clashdetectie)	
maturity niveau geldt voor alle toepassingsgebieden			

strategische drijfveren: ziet de organisatie zelf voordelen in de toepassing van BIM of wordt het min of meer gedwongen door opdrachtgevers of ketenpartners? Dit is o.a. op te maken uit de BIM visie en BIM doelstellingen. Hierbij zijn echter ook cultuuraspecten zoals 'persoonlijke motivatie' en 'bereidheid om te veranderen' van belang.

Figuur 5 Inhoud BIMMM Siebelink criterium

3.3.6 SCMMM

Het Supply Chain Management Maturity Model is ontwikkeld door Dr. McCormack en Dr. Lockamy III. Dit volwassenheidsmodel is geen BIM volwassenheidsmodel maar wel een supply chain volwassenheidsmodel. De supply chain is van belang om de processen binnen een organisatie en project weer te geven van klant tot en met leverancier, Arcadis maakt onderdeel uit van deze keten. De BIM volwassenheidsmodellen houden geen rekening met de klantvraag en samenwerkingsprocessen tussen de opdrachtnemer en klant gedurende een gehele levenscyclus. Dit is echter wel een kenmerk voor het werken volgens de BIM gedachtegang aangezien er vanaf het begin tot en met einde van de levenscyclus processen plaatsvinden tussen klant en opdrachtnemer. Daarnaast is dit ook opgenomen in de BIM definitie van Arcadis (Zie paragraaf 2.2.1), het criterium dat uit dit model is meegenomen is: supply proces. Het supply chain volwassenheidsmodel bestaat uit vijf levels en is schematisch weergegeven in bijlage 2.7 met daarbij een uitgebreide toelichting.

3.4 Groeperingen en criteria uit de BIM volwassenheidsmodellen

3.4.1 Herkomst groeperingen en criteria

In paragraaf 2.2.2 is toegelicht welke methode er is toegepast om de groeperingen en criteria een uniforme naam te geven. De kern hiervan is dat wanneer criteria een verschillende naam hebben maar dezelfde inhoud, ze dezelfde naam krijgen. Daarnaast is er een mogelijkheid dat in het ene model er een groepering is die in het andere model een criterium is. Hier is ook één lijn in getrokken, ook als twee criteria veel raakvlakken hebben is er één criterium van gemaakt. Hieronder is voor elk volwassenheidsmodel weergegeven uit welke groeperingen en criteria het bestaat. De naamgeving van de criteria en groeperingen uit de verschillende modellen is gelijk gemaakt, dit maakt het duidelijker wat de verschillen en overeenkomsten zijn. Het maken van groeperingen heeft de volgende twee voordelen:

- Door het maken van groeperingen wordt het een overzichtelijk model.
- Door de aanwezigheid van groeperingen kunnen er makkelijker relaties tussen criteria verklaard worden. Wanneer twee criteria onder dezelfde groepering vallen is het meer vanzelfsprekend dat zij dezelfde score behalen. Omgekeerd is het ook interessant om te weten dat twee criteria die een grote relatie tot elkaar hebben wellicht verschillende scores behalen.

Een uitgebreide toelichting per volwassenheidsmodel over de inhoud per volwassenheidslevel van de criteria is te vinden in bijlage 2.

Bew-Richards model

Voor dit volwassenheidsmodel zijn geen duidelijke groeperingen en criteria opgesteld, enkel beschrijvende artikelen over de inhoud van de levels zijn gepubliceerd. In deze artikelen zijn de meetbare criteria vastgesteld en onder drie groeperingen geplaatst.

Tabel 3 Groeperingen en criteria Bew-Richards model

Criteria/Groeperingen	Data	Processen	IT Infrastructuur
Criterium	Grafische weergave	Standaarden	Software
Criterium	Model koppeling toepasbaarheid	Procedures	
Criterium	Uitwisseling informatie		
Criterium	Integratie model		

IU BIM Proficiency matrix

In dit volwassenheidsmodel zijn er acht criteria opgesteld die niet onder een groepering zijn geplaatst. De criteria staan op dezelfde volgorde als in paragraaf 3.3.1 en bijlage 2.2 lezend van linksboven naar linksonder en vervolgens van rechtsboven naar rechtsonder.

Tabel 4 Criteria uit de IU BIM Proficiency Matrix

Data nauwkeurigheid	Grafische weergave
Model koppeling toepasbaarheid	Software
Hardware	Informatie uitwisseling
Topografische weergave	Data volledigheid

NBIMS-ICMM

Ook voor dit model geldt dat er duidelijke criteria zijn opgesteld maar dat deze criteria niet onder een groepering zijn geplaatst en geen relatie tot elkaar hebben. De criteria staan in dezelfde volgorde als in bijlage 2.3, met de leesrichting zoals hierboven beschreven.

Tabel 5 Criteria uit het NBIMS-ICMM

Data volledigheid	Informatie uitwisseling
Model koppeling toepasbaarheid	Grafische weergave
Taken en verantwoordelijkheden	Topografische weergave
Standaarden	Data nauwkeurigheid
Procedures	Open data
Up to date houden data	

BIMMM

In dit volwassenheidsmodel van Succar zijn duidelijk drie groeperingen zichtbaar met bijbehorende criteria.

Tabel 6 Criteria BIMMM

Criteria/Groeperingen	IT infrastructuur	Processen	Politiek
Criterium	Software	Werkomgeving	Taken
Criterium	Hardware	Product en Service	Verantwoordelijkheden
Criterium	Netwerk	Bevoegdheden	Standaarden
Criterium		Leiderschap	Training

Pennstate maturity model

Dit model van de Pennsylvania University heeft 20 criteria. Er is een duidelijk onderscheid tussen groeperingen en criteria.

Tabel 7 Criteria Pennstate maturity model

Criteria/Groeperingen	Strategie	BIM Gebruik	Processen	Informatie	IT infrastructuur	Personeel
Criterium	Missie en doel	Project BIM gebruik	Project processen	Model integratie	Software	Taken en verantwoordelijkheden
Criterium	BIM visie	Organisatie BIM gebruik	Organisatie processen	Data volledigheid	Hardware	Hiërarchie organisatie
Criterium	Management support			Standaarden	Werkomgeving	Opleiding
Criterium	BIM stimulans					Training
Criterium	BIM planning					Bereidheid te veranderen

BIMMM Siebelink

Dit model maakt onderscheid tussen de toepassingsgebieden van BIM en het volwassenheidslevel. Deze toepassingsgebieden zijn hier buiten beschouwing gelaten aangezien ze geen criterium of groepering

vormen. Vanuit het huidige model is het criterium ‘Hardware en netwerkgeving’ opgesplitst in ‘hardware’ en ‘netwerk’, op deze manier is er meer aansluiting met de criteria van de overige modellen. De criteria ‘informatieopbouw’ en ‘data-uitwisseling’ zijn juist samengevoegd om meer aansluiting te hebben met de overige criteria. In totaal zijn er dus 16 criteria gevormd uit de 16 criteria die het BIMMM Siebelink geeft.

Tabel 8 Criteria BIMMM Siebelink

Criteria/ Groepering	Strategie	Personeel	Mens en cultuur	Processen	IT infrastructuur	Data
Criterium	BIM visie	Taken en verantwoordelijkheden	Bereidheid te veranderen	Procedures	Hardware	Informatie uitwisseling
Criterium	Management ondersteuning		BIM stimulans		Netwerk	Model integratie
Criterium	BIM expert		Training		Software	Standaarden
Criterium			Samenwerkings gerichtheid		Werkomgeving	

SCMMM

Vanuit dit volwassenheidsmodel is één criterium meegenomen, supply proces. Dit geeft weer hoe de samenwerking binnen het proces is van klant tot en met ontwerper. Aspecten die hierbij horen zijn: opdrachtnemer, klanttevredenheid, uitgangspunten, proces prestaties en organisatie opbouw. Supply proces valt onder de groepering processen.

3.4.2 Overzicht Groeperingen en criteria

Een overzicht van de uiteindelijk gevormde groeperingen en criteria is te zien in tabel 9. Een overzicht van het tot stand komen van alle groeperingen en criteria en de herkomst hiervan is te vinden in bijlage 3.

Wanneer criteria uit de verschillende modellen nagenoeg dezelfde betekenis hebben maar een andere naam dragen, zijn ze samengevoegd onder één naam. De oorsprong van elk criterium in tabel 9 is te achterhalen in bijlage 3.

Tabel 9 Overzicht groeperingen en criteria

Groeperingen	Criteria	Bew-Richards model	IU BIM Proficiency matrix	NBIMS-ICMM	BIMMM	Pennstate maturity model	BIMMM Siebelink	SCMMM
Strategie	Bim visie en doelstellingen							
	Management ondersteuning							
	BIM stimulans							
Personeel	Training en opleiding							
	Taken en verantwoordelijkheden							
Cultuur	Bereidheid te veranderen							
	Samenwerkingsgerichtheid							
IT infrastructuur	Hardware							
	Software							
	Werkomgeving							
Processen	Standaarden							
	Supply proces							
	Procedures							
Data	Data nauwkeurigheid							
	Data volledigheid							
	Up to date houden data							
Weergave	Grafische weergave							
	Topo grafische weergave							
Toepassing	Model koppeling toepasbaarheid							
	Model integratie							
	Netwerk							
	Informatie uitwisseling							

3.5 Aanvulling op Bew-Richards model

Aan de hand van drie methodieken is er in deze paragraaf bepaald of de aanvullingen op het Bew-Richards model voldoende zijn. Voldoende betekent dat het model de BIM definitie van Arcadis volledig dekt, dat onbelangrijke criteria niet zijn meegenomen en dat andere onderzoeken dit model als volledig ervaren. Het controleren van de aanvullingen is tevens een manier om een deel van het model te valideren, namelijk de volledigheid van de groeperingen en criteria. Dit gebeurt op zowel groepering als criterium niveau. Tabel 9 is het resultaat van het literatuur onderzoek en dient hierbij als basis.

3.5.1 Controle op aanvullingen

Methode 1: Frequentie

Wanneer een criterium in slechts één volwassenheidsmodel voorkomt kan deze minder relevant zijn voor het BIM volwassenheidsmodel en dus niet nodig zijn om op te nemen in het model. In bijlage 3 is de herkomst en samenvoeging van de criteria uit de modellen te vinden, in de modellen hebben de criteria hun originele benaming dit in tegenstelling tot tabel 9 hierboven. Er zijn drie criteria die eenmaal voorkomen en daarom niet genoeg draagvlak hebben om meegenomen te worden in het aanvullende Bew-Richards model, dit zijn: samenwerkingsgerichtheid, up to date houden data en supply proces. Dit laatste criterium komt echter uit een model dat bewust opgenomen is in het onderzoek, het beschrijft het proces dat plaatsvindt tussen de klant en de ontwerper. Na overleg met medewerkers van Arcadis is echter besloten om ook up to date houden data en samenwerkingsgerichtheid mee te nemen. Zij verwachten dat dit relevante criteria voor een wegontwerp project kunnen zijn.

Daarnaast is er ook gekeken in hoeveel volwassenheidsmodellen de groeperingen voorkomen, hieruit kan opgemaakt worden of een groepering door meerdere onderzoekers als relevant wordt beschouwd. In tabel 9 is te zien dat elke groepering in minimaal drie volwassenheidsmodellen genoemd is, hieruit kan geconcludeerd worden dat alle groeperingen als toevoeging kunnen worden beschouwd.

Methode 2: Definitie BIM

Het doel van het literatuur onderzoek is om een Bew-Richards model 2.0 op te stellen waarmee het BIM volwassenheidslevel kan worden bepaald bij wegontwerp projecten van Arcadis. Enkele niet technische criteria en groeperingen zijn toegevoegd om dit mogelijk te maken, er is aan de hand van de definitie van BIM gekeken of er voldoende is toegevoegd. Allereerst is er gekeken of de groeperingen de definitie van BIM vanuit Arcadis dekken, deze definitie luidt:

'BIM is het proces van maken en gebruiken van één of meerdere (3D) object georiënteerde databases van een bouwwerk, in zijn omgeving, relevant voor het ontwerpen, realiseren en beheren van dat bouwwerk gedurende zijn levenscyclus.'

Met de acht groeperingen die tijdens dit onderzoek zijn ontstaan wordt niet alleen bovenstaande definitie gedekt, er wordt zelfs nog meer mee gedekt. Zo komen de groeperingen personeel en strategie niet direct voor in de definitie. Aan de hand van methode 1 en methode 3 blijkt dat ze echter wel relevant zijn voor dit onderzoek en daarom zijn zij niet geschrapt.

Methode 3: Silver et al.

Een derde methodiek die is toegepast is het controleren op volledigheid met de groeperingen vanuit Silver et al.(1995). Een informatiesysteem bestaat volgens Silver et al. uit de volgende componenten: Hardware, Software, Data, Procedures en People. Er is in het artikel gekeken in wat voor organisatiestructuur deze informatiesysteem componenten zijn geplaatst. Een organisatie structuur bestaat uit: external environment, strategy, structure and culture, business processes and IT infrastructure. In tabel 10 is te zien dat alle componenten die Silver et al. benoemen ook zijn gedekt door de groeperingen gevonden in dit onderzoek.

Tabel 10 Groeperingen Silver et al. en dit onderzoek

Groeperingen Silver et al. (1995)	Gedekt door groeperingen in dit onderzoek
Hardware	IT infrastructuur
Software	IT infrastructuur, Weergave
Data	Data
Procedures	Processen
People	Personeel
External environment	Processen, Strategie
Strategy	Strategie
Structure and culture	Personeel, Cultuur
Business processes	Processen
IT infrastructure	IT infrastructuur, Toepassing, Strategie

Na deze drie methodieken kan er geconcludeerd worden dat de groeperingen en criteria na de aanvulling van dit onderzoek volledig zijn om het BIM volwassenheidslevel te bepalen.

3.5.2 Overzicht aanvullingen

De groeperingen van het Bew-Richards model waren: data, processen en IT infrastructuur.

Deze zijn aangevuld met de groeperingen: strategie, personeel, cultuur, weergave en toepassing

De criteria van het Bew-Richards model waren:

Tabel 11 Huidige criteria

Grafische weergave	Standaarden
Model koppeling toepasbaarheid	Procedures
Informatie uitwisseling	Software
Model integratie	

Het Bew-Richards model is aangevuld met de volgende criteria:

Tabel 12 Aanvullende criteria

BIM visie en doelstelling	Supply proces
Management ondersteuning	Samenwerkingsgerichtheid
BIM stimulans	Data nauwkeurigheid
Taken en verantwoordelijkheden	Data volledigheid
Bereidheid te veranderen	Up to date houden data
Training en opleiding	Topografische informatie
Hardware	Netwerk
Werkomgeving	

In totaal zijn er 22 criteria in het Bew-Richards model 2.0. Sommige criteria zijn een graadmeter voor de BIM gedachtegang in de organisatie en sommige criteria zijn een graadmeter voor het toepassen van de BIM gedachtegang binnen een project. Veel criteria hebben veel met project aspecten te maken een minder met organisatorische aspecten, waar een criterium op deze schaal is geplaatst is te zien in bijlage 7.

Het criterium 'life cycle' krijgt in de bekeken volwassenheidsmodellen geen aandacht. Arcadis acht dit echter wel relevant, hoe dit toch meegenomen is in het onderzoek is te vinden in bijlage 3.

3.6 Volwassenheid levels

In paragraaf 2.2.4 is toegelicht hoe de inhoud van elk level voor elk criterium is ingevuld. Het getal tussen haakjes in figuur 6 geeft aan uit welk level van het volwassenheidsmodel de aanvulling die specifiek voor dat level geldt afkomstig is. Wanneer er geen aanvulling is gedaan op de informatie van het model dat als basis is gekozen dan heeft dat drie mogelijke redenen:

- Het model zegt hetzelfde over het criterium als het basis model
- Het model geeft minder informatie dan het basis model
- Het model heeft een ander inzicht in het criterium dan het basis model

Figuur 6 is een voorbeeld van een criterium waarin het Bew-Richard model niet voorkomt. In bijlage 4 zijn alle criteria te vinden met daarbij de inhoud per level.

BIM visie en doelstelling	Levels			
	0	1	2	3
Modellen				
Bew-Richards				
BIMMM	Basis	Basis	Basis	Basis
Pennstate		Aanvulling(2)		Aanvulling(5)
BIMMM Siebelink			Aanvulling(4)	

Figuur 6 Inhoud criterium BIM visie en doelstelling

Betekenis per level:

- Level 0: Er is geen BIM visie of doelstelling gedefinieerd, BIM gedachtegangen worden toegepast zonder enige strategie en visie. Algemene doelstellingen zijn wel gedefinieerd.
- Level 1: Er is een BIM visie die de projectleiders en het grootste gedeelte van de werknemers delen. Voor BIM implementatie zijn gedetailleerde plannen aanwezig en doelstellingen zijn met regelmaat behaald. BIM mogelijkheden zijn bekend onder de medewerkers maar zijn nog niet volledig benut.
- Level 2: Een gelijke BIM visie wordt door het gehele bedrijf of het gehele project gehanteerd en de BIM doelstellingen zijn SMART geformuleerd. Innovatieve processen zijn meegenomen in de visie. Doelstellingen zijn met hoge regelmaat behaald.
- Level 3: BIM visie en doelstellingen zijn door een ieder nagestreefd, vervolgens beoordeeld door de BIM experts in de organisatie en bijgesteld. Deze cirkel blijft zich herhalen en nieuwe BIM mogelijkheden op de markt zijn onderzocht voor intern en extern gebruik.

3.7 Bew-Richards model 2.0

In paragraaf 2.2.5 is toegelicht hoe het model dat ontstaan is uit dit onderzoek gevalideerd is. De drie aspecten waarmee de validatie is uitgevoerd zijn: een literatuur onderzoek, interviews experts en gebruikers, het verwerken van feedback van de respondenten. Het uiteindelijke Bew-Richards model 2.0 is op de volgende pagina zichtbaar. Een uitgebreidere omschrijving van de inhoud per level is weergegeven in bijlage 4.

Groeperingen	Criteria	Niet aanwezig Level 0	Initieel Level 1	Gemanaged level 2	Optimalisatie Level 3
Strategie	Bim visie en doelstellingen	Geen BIM visie	BIM implementatie	SMART doelstellingen	life-cycle doelstellingen
	Management ondersteuning	Geen BIM ondersteuning	BIM beperkt ondersteunt	Volledige BIM ondersteuning	In-externe BIM ondersteuning
	BIM stimulans	Geen BIM stimulans	BIM stimulans in project	BIM experts met tijd in project	BIM aanstuurder als projectleider
Personeel	Taken en verantwoordelijkheden	Inconsequent verdeeld	Consequent verdeeld	BIM functies verdeeld	Continue updaten functies
	Training en opleiding	Geen BIM training	Trainingen wanneer nodig	Strategie neemt training mee	Training wordt geëvalueerd
Cultuur	Bereidheid te veranderen	Verandering is onvoorspelbaar	Motivatie niet gestimuleerd	BIM stimulans in de omgeving	Organisatie open voor verandering
	Samenwerkingsgerichtheid	Intern georiënteerd	Reactieve samenwerking	Proactieve samenwerking	Externe samenwerking
IT infrastructuur	Hardware	Geen hardware BIM software	Hardware draait BIM software	Investering in hardware	Hardware up to date in sector
	Software	Geen BIM software	Software voor inlezen BIM data	Geavanceerde koppelingen	Software wordt geëvalueerd
	Werkomgeving	Geen bijdrage aan productiviteit	Invloed op productiviteit	BIM werkomgeving	Alle werkplekken voor BIM geschikt
Processen	Standaarden	Geen standaarden	Standaarden voor processen	BIM standaarden bekend	BIM standaarden up to date
	Supply proces	Lage klant tevredenheid	Standaard richtlijnen	Stijging klant tevredenheid	Processen zijn efficiënt
	Procedures	Geen BIM processen	Standaard procedures	Gedetailleerde procedures	BIM processen geüpdatet
Data	Data nauwkeurigheid	Frame geldt als basis data	Alle punten is data bekend	Data ontwerp is gedetailleerd	Data continue gecheckt
	Data volledigheid	Onduidelijk model volledig	Duidelijk model volledig	Standaarden voor volledig model	Standaarden in sector gelijk
	Up to date houden data	Geen vaste methodiek	Uniforme naam intern gebruik	In-extern afspraak data updaten	Actief onderzoek in sector
Weergave	Grafische weergave	2D weergave	3D weergave	4D-5D weergave	Richtlijnen
	Topo grafische weergave	Noorden bekend	Gehele omgeving bekend	Modellen weten ruimte van elkaar	Gegevens worden geüpdate
Toepassing	Model koppeling toepasbaarheid	Geen koppeling tussen	Info koppeling aan object	Zelfde model werken	Zelfde model tegelijkertijd
	Model integratie	Geen interactie tussen objecten	Objecten koppeling	Model koppelingen	Netwerk-cycle koppelingen
	Netwerk	Eigen manier van communiceren	Informatie delen bekend	Netwerk voor informatie opslag	Gebruik nieuwste mogelijkheden
	Informatie uitwisseling	Overdracht met papieren	Uitwisseling met 3D objecten	Informatie tussen modellen gedeeld	Tegelijkertijd info uitwisselen

Figuur 7 Bew-Richards model 2.0

4. Huidig volwassenheidslevel

Een wegontwerp project kan vrij complex zijn aangezien een weg vaak veel raakvlakken heeft met verschillende omgevingsaspecten. Door deze vele raakvlakken bestaat een wegontwerp project uit een samenwerking tussen verschillende disciplines. In dit hoofdstuk zijn alle belangrijke disciplines voor een wegontwerp project die geïnterviewd zijn weergegeven. Het doel hiervan is om te concluderen op welk volwassenheidslevel de wegontwerp projecten zich bevinden volgens alle disciplines. In paragraaf 4.1 zijn de disciplines besproken waarmee een wegontwerp raakvlakken heeft, in paragraaf 4.2 is de opzet van het interview besproken. Paragraaf 4.3 geeft de resultaten van de interviews weer en het hoofdstuk sluit af met paragraaf 4.4 waarin het volwassenheidslevel van de wegontwerp projecten bepaald is.

4.1 Disciplines met raakvlak

In dit onderzoek is het BIM volwassenheidslevel bepaald vanuit een wegontwerp project. De disciplines waarmee het wegontwerp contact heeft zijn dus allen van belang om mee te nemen in dit onderzoek. Volgens verscheidene wegontwerpers zijn de disciplines die weergegeven staan in kolom 1 van tabel 13 van hoofdzakelijk belang voor een wegontwerp project. Al deze disciplines hebben een relatie tot de wegontwerpers maar zij hebben ook een relatie onderling.

Enkel de disciplines verkeer en wegontwerp staan in de organisatieboom weergegeven op pagina 1. De overige disciplines vallen onder de volgende Advies-, Marktgroepen en Divisies:

Tabel 13 Raakvlakken tussen de disciplines

Discipline	Adviesgroep	Marktgroep	Divisie
Wegontwerp	Wegen	Wegen, Verkeer en Informatie management	Mobiliteit
Verkeer	Verkeer & Vervoer	Wegen, Verkeer en Informatie management	Mobiliteit
Kunstwerken	Tunnels en Geotechnische constructies	Energie en infra objecten	Mobiliteit
Kostenraming	Infra consult en Asset-management	Energie en infra objecten	Mobiliteit
Geluid	Milieu & leefomgeving	Milieu	Water en Milieu
Water	Stedelijk water en riolering	Waterbeheer	Water en Milieu
Natuur en landschap	Watermanagement en Landschap	Waterbeheer	Water en Milieu

De gehele organisatiestructuur is te vinden in bijlage 1, de relatie tussen de disciplines en groepen is hiermee makkelijk te achterhalen. De Adviesgroepen die deel hebben genomen aan de interviews zijn hierin vet gedrukt. Kort samengevat is de relatie tussen de verschillende disciplines als volgt:

De discipline verkeer komt met een vraagstuk dat neer wordt gelegd bij de Adviesgroep Wegen. De wegontwerpers maken een ontwerp en als dit compleet is gaat het naar de overige disciplines. Deze disciplines leveren hun input aan het ontwerp en dit proces kent vervolgens enkele iteratieslagen. Discipline water kijkt naar de watergangen in het wegontwerp. Kunstwerken kijkt onder andere naar viaducten, tunnels en bruggen. De discipline kostenraming kijkt naar de financiële kant van het ontwerp en de discipline geluid kijkt naar het aantal decibel aan geluidsproductie dat verwacht wordt bij dit ontwerp. Vervolgens bepalen zij of er geluidswallen of schermen noodzakelijk zijn in verband met geluidsoverlast. De discipline natuur en landschap kijkt hoe het wegontwerp in de omgeving past.

Hier bovenstaand zijn de disciplines weergegeven waarmee een wegontwerp te maken heeft. Binnen een wegontwerp project zijn er echter ook system engineers werkzaam. Zij zorgen ervoor dat de verschillende disciplines op elkaar aansluiten voor een compleet wegontwerp. Dit werkproces is van zodanig belang dat er ook system engineers benaderd zijn om deel te nemen aan het onderzoek. Vanaf heden vallen zij in dit onderzoek ook onder de term ‘disciplines’.

Voor alle disciplines zijn na overleg enkele medewerkers gevraagd die vaak deel uitmaken van een wegontwerp project. Welke medewerkers dit zijn is te vinden in bijlage 1, in totaal zijn er veertien interviews gehouden.

4.2 Interview opzet

Het doel van het interview met de specialisten is het BIM volwassenheidslevel van een wegontwerp project bepalen. De interviews hebben een standaard protocol, deze is te vinden in bijlage 5. Dit protocol bestaat uit vijf fases, in één van deze fases zijn vragen gesteld over de criteria om zodoende het volwassenheidslevel te bepalen in wegontwerp projecten.

De doelstelling van Arcadis is om eind 2015 alle projecten op BIM level 1 te hebben en een aantal projecten op BIM level 2, de huidige situatie zal dus ook hierop teruggekoppeld moeten worden. De vragen in het interview gaan over alle wegontwerp projecten waaraan zij gewerkt hebben. Wanneer een vraag met 'nee' beantwoord is dan is de vervolg vraag of dit wel in een aantal wegontwerp projecten het geval is.

De vragen over de criteria zijn bij elk interview in een andere volgorde gesteld, dit is gedaan voor transparantie in het onderzoek. Er is gekozen voor een interview met vragen in plaats van de respondent de inhoud van de criteria te laten lezen en het volwassenheidslevel per criterium te laten bepalen. Door vragen te stellen zal de specialist meer nadenken over het onderwerp, daarnaast is het toegankelijker om verdere vragen te stellen over een onderwerp om het juiste antwoord boven tafel te krijgen.

Voorafgaand aan het eerste interview zijn de interview vragen met Matthijs Kluis doorlopen en vervolgens is er een proef interview gehouden met een wegontwerper. Naar aanleiding van dit interview zijn de vragen verder aangescherpt, dit is ook na de eerste twee echte interviews gedaan om een zo hoog mogelijk rendement uit de interviews te halen. De uiteindelijke interview vragen zijn te vinden in bijlage 4.

4.3 Resultaten interview

4.3.1 Resultaat alle disciplines

In dit onderzoek is onderscheid gemaakt tussen *alle projecten* en een *aantal projecten*. De definitie hiervan is weergegeven in paragraaf 1.4. Tijdens de interviews kwam naar voren dat het merendeel van de medewerkers aan zo'n 4 wegontwerp projecten gewerkt hebben de afgelopen 1-2 jaar. Er zijn 14 interviews gehouden maar het is niet zo dat er 56 (4 X 14) projecten besproken zijn. Medewerkers hebben aan dezelfde projecten gewerkt dus in totaal zijn er 20 projecten besproken, dit zijn *alle projecten*. Aangezien er 14 interviews zijn gehouden waren er ook 14 hoogst scorende BIM projecten. Sommige medewerkers hebben echter aan hetzelfde project gewerkt en daarom zijn er niet 14 hoogst scorende BIM projecten maar 4. *Een aantal wegontwerp* projecten staat daardoor gelijk aan 4. Het verschil tussen 20 en 4 is een belangrijke oorzaak waarom er bij een *aantal projecten* een grotere diversiteit is dan bij *alle projecten*.

Het uiteindelijke resultaat bestaat uit een samengevoegd gelijk gewaardeerd gemiddelde van alle acht disciplines, deze is te zien in tabel 14. Des te meer disciplines het criterium in een bepaald level vinden passen dan wordt het vakje donkerder blauw. Wanneer een rij niet sommeert tot acht dan komt dat doordat voor een discipline dit criterium niet van toepassing is. Binnen sommige discipline zijn meerdere interviews teruggebracht naar één resultaat. Per vraag zijn alle antwoorden binnen een discipline naast elkaar gelegd en vergeleken, zodoende is per criterium het level bepaald vanuit iedere discipline. Er is dus niet met gemiddeldes gewerkt maar er is gekeken naar de antwoorden. De resultaten van alle acht disciplines op zichzelf zijn te vinden in bijlage 6.

Tabel 14 Frequentie van de disciplines per criterium

Groepering	Score groepering		Criteria	Alle projecten				Aantal projecten				
	Alle	Aantal		Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	
Strategie	0,08	0,71	Bim visie en doelstellingen	8				4	4			1
			Management ondersteuning	7	1			2	6			2
			BIM stimulans	7	1			2	5	1		3
Personeel	0,81	1,01	Taken en verantwoordelijkheden	2	6				7	1		4
			Training en opleiding	1	7				7			5
Cultuur	0,88	1,31	Bereidheid te veranderen	1	7							6
			Samenwerkingsgerichtheid	1	7				4	3	1	7
IT infrastructuur	1,5	1,92	Hardware		2	6			1	6	1	8
			Software		4				5	3		7
			Werkomgeving		2	6				5	3	8
Processen	0,75	1,59	Standaarden	2	6				4	4		6
			Supply proces		4				3	5		7
			Procedures	4	4				4	4		8
Data	0,78	1,09	Data nauwkeurigheid	2	5	1			7	1		6
			Data volledigheid	1	4	1		1	4	1		7
			Up to date houden data	4	4			1	5	2		8
Weergave	0,42	1,00	Grafische weergave	6					5	1		7
			Topo grafische weergave	1	5			1	5			6
Toepassing	0,97	1,33	Model koppeling toepasbaarheid		7				7			7
			Model integratie		7				4	3		7
			Netwerk		6	2			2	6		8
			Informatie uitwisseling	3	5				7	1		8

1:Licht
blauw

8:Donker
blauw

4.3.2 Afzonderlijke disciplines

In bovenstaande tabel is de huidige situatie weergegeven over alle disciplines gemeten, het resultaat per discipline is echter ook relevant. Wanneer één discipline op level 0 zit en andere disciplines op level 1 of 2, dan zit het gehele wegontwerp project nog steeds op level 0. Uit tabel 14 blijkt dat er tussen disciplines met regelmaat 1 level verschil zit maar nooit 2 verschil. In bijlage 6 is het resultaat per discipline weergegeven. Ook is hier per discipline een overzicht van:

- De rol die de geïnterviewden hadden in het wegontwerp project.
- De wegontwerp projecten waaraan de geïnterviewden gewerkt hebben.
- De opvallendste zaken die tijdens het interview naar voren kwamen met betrekking tot de knelpunten voor het behalen van een hoger BIM volwassenheidslevel.

4.4 Huidige situatie

De resultaten van de interviews geven weer hoe BIM wordt ervaren op de werkvloer, het betekent niet dat dit ook daadwerkelijk zo is. Er zou bijvoorbeeld best een BIM visie en doelstelling gedefinieerd kunnen zijn, echter is deze op de werkvloer onbekend.

Wanneer er eind 2015 gekeken wordt of de doelstelling behaald is, moet het mogelijk zijn om de voortgang ten opzichte van nu te meten. Daarom is er een gemiddeld level van alle projecten en een gemiddelde van een aantal projecten bepaald. Wanneer als voorbeeld bij het criterium ‘taken en verantwoordelijkheden’ alle projecten nu 2x level 0 scoort en 6x level 1 is het gemiddelde: $(2 \times 0 + 6 \times 1) / 8 = 0,75$. Deze berekening is uitgevoerd voor alle groeperingen. Een stijging is op deze manier makkelijk te meten aan het eind van 2015.

4.4.1 Alle groeperingen

Kijkend naar de resultaten van de interviews is de belangrijkste conclusie dat nog niet alle criteria op level één zitten. Dit betekent niet dat er geen enkel project op minimaal level één heeft gedraaid. Wanneer de visie en ondersteuning ontbrak kan de rest van het project wel op level één hebben gedraaid. Het is naar aanleiding van tabel 14 in ieder geval duidelijk dat niet alle wegontwerp projecten op minimaal level één hebben gedraaid maar dit in 2015 wel haalbaar lijkt. Een aantal wegontwerp projecten hebben voor een klein deel van de criteria op level 2 gedraaid, maar nog lang niet voor alle criteria. Ook is het erg opvallend dat de groepering strategie erg laag scoort.

Met een gelijk gewogen gemiddelde van de criteria en de disciplines is over alle criteria het gemiddelde voor alle wegontwerp projecten 0,80 en voor een aantal wegontwerp projecten 1,26.

Uit tabel 14 zijn de volgende zaken te concluderen:

- Dat de acht verschillende disciplines over alle projecten vrij veel op één lijn zitten bij de groeperingen: strategie, personeel, IT infrastructuur, weergave en toepassing. Bij de groeperingen processen en data is er vanuit de verscheidene disciplines veel diversiteit over het BIM volwassenheidslevel van alle wegontwerp projecten.
- Voor een aantal wegontwerp projecten hebben de disciplines een grotere diversiteit over het BIM volwassenheidslevel. Dit is waarschijnlijk ontstaan doordat een aantal wegontwerp projecten gelijk is aan vier en alle wegontwerp projecten gelijk aan twintig. Ook tussen de groeperingen zit een groot verschil in het behaalde volwassenheidslevel.

Het verschil in resultaat tussen de disciplines is van nevenbelang, dit is te achterhalen in bijlage 6. Het is belangrijker om per groepering het gehele wegontwerp project op een bepaald level te krijgen dan per discipline. De disciplines hebben veel raakvlakken en zijn daardoor erg afhankelijk van elkaar.

Om de resultaten overzichtelijk weer te geven, is er in de volgende paragraaf per groepering een weergave van het resultaat. De opvallendste oorzaken waarom een level is behaald en ook waarom een hoger level niet is behaald zijn daarbij opgesomd. Een weergave hiervan per discipline is te vinden in bijlage 6. De doelstelling vanuit Arcadis is om alle wegontwerp projecten op level 1 te hebben en een aantal op level 2, dit is dus ook het doel voor elke groepering.

4.4.2 Resultaat per groepering

In deze paragraaf wordt toegelicht waarom een groepering een bepaald volwassenheidslevel heeft gehaald en wat de oorzaak is van het niet hoger scoren qua volwassenheidslevel.

Strategie

Voor deze groepering zitten alle wegontwerp projecten op level 0, een aantal projecten varieert tussen level 0 en level 1. De belangrijkste resultaten die tijdens de interviews naar voren kwamen zijn hieronder opgesomd. Dit zijn tevens de redenen dat de groepering strategie deze score behaalt en niet hoger scoort. De score van deze groepering is voor alle projecten 0,08 en voor een aantal projecten 0,71.

- BIM is nog een onbekend begrip op de werkvloer, het is zelfs zo dat enkele disciplines dachten volledig op BIM level 0 te zitten voorafgaand aan de interviews. Dit is een voorbeeld van het feit dat BIM als een 'te grote' verandering wordt ervaren en er geen concrete betekenis is voor het takenpakket van de werknemers met betrekking tot BIM. BIM is in bijna alle projecten als doel gezien in plaats van een middel. Het doel was bijvoorbeeld een project op level 1, het was echter onduidelijk welke aspecten van BIM kunnen bijdragen om een project op level 1 te krijgen.
- Het wegontwerp project en de medewerkers zijn twee aspecten die erg bepalend zijn voor het tot stand komen van een 'BIM' project. De wens en eis met betrekking tot BIM van de opdrachtgever speelt een cruciale rol in het volwassenheidslevel van BIM. Ook moeten er medewerkers in het project aanwezig zijn die BIM stimuleren. Wanneer de opdrachtgever BIM niet nodig acht gebeurt dit ook niet. Daarnaast is het zo dat wanneer er tijdsdruk ontstaat in het project de projectleiders en medewerkers het werken volgens de BIM gedachtegang als eerste laten varen. In een aantal projecten is er niet vanaf het begin aan de hand van de BIM gedachtegang gewerkt, wanneer hier later mee begonnen wordt heeft het weinig nut.
- Wanneer de opdrachtgever een BIM project wil is het zo dat dit enkel richting de klant gebruikt is en niet onderling. De belangrijkste oorzaak is dat er een integraal model ontbreekt. De disciplines zijn op zichzelf bezig om volgens de BIM gedachtegang te werken, er is echter geen stimulans voor een integraal model waarin alle disciplines ook bijvoorbeeld dezelfde standaarden, data of detailniveau gebruiken. Hierdoor is het werken volgens de BIM gedachtegang van de disciplines inefficiënt.

Personeel

Voor deze groepering zitten alle wegontwerp projecten op level 1 en een aantal wegontwerp projecten ook op level 1. Onderstaande opsomming geeft aan waarom deze groepering zich in level 1 bevindt. De score van deze groepering voor alle projecten is 0,81 en voor een aantal projecten 1,01.

- Er zijn presentaties die je bij mag wonen over het werken met de BIM gedachtegang, er zijn echter geen BIM opleidingen of trainingen beschikbaar. Hierdoor kunnen de werknemers niet voldoende voorzien worden in extra kennis over BIM, ook omdat BIM presentaties vaak als onduidelijk en te complex worden beschreven.
- In nagenoeg alle projecten zijn de taken en verantwoordelijkheden van iemand bij iedereen bekend. BIM taken en verantwoordelijkheden zijn echter niet zodanig gedefinieerd dat ze bij iedereen bekend zijn als BIM taken en verantwoordelijkheden. BIM taken of verantwoordelijkheden kunnen bijvoorbeeld zijn: integraal ontwerp waarborgen, standaarden opstellen of het gebruik van 3/4D ontwerpen stimuleren.

Cultuur

Voor deze groepering zijn alle wegontwerp projecten op level 1 en een aantal wegontwerp projecten ook op level 1 met voor samenwerkingsgerichtheid uitschieters naar level 2. Onderstaande twee opsommingen zijn de belangrijkste oorzaak waarom de groepering cultuur deze score behaalt. De score van deze groepering voor alle projecten is 0,88 en voor een aantal projecten 1,31.

- Over het algemeen wordt de werkhouding tussen medewerkers als proactief ervaren. Er zijn echter voorafgaand aan het project geen BIM samenwerkingsaspecten besproken. Hoe zijn de benamingen uniform gehouden en hoe wordt er concreet actief samengewerkt met alle projectpartners, deze samenwerkingsaspecten zijn slechts bij een aantal projecten meegenomen.
- Een aantal medewerkers hebben een behoefte om meer volgens de BIM gedachtegang te werken voor de overige medewerkers is BIM nog te 'onbekend', de projectleiders moeten dit meer en harder stimuleren.

IT infrastructuur

Deze groepering scoort bij uitstek het beste van allemaal. Alle projecten zitten tussen level 1 en 2, een aantal projecten zitten gemiddeld op level 2. De drie belangrijkste resultaten zijn hieronder weergegeven en ook de reden waarom deze groepering deze score behaalt. Deze score is voor alle projecten van deze groepering 1,5 en voor een aantal projecten 1,92.

- Er kan informatie gekoppeld worden aan objecten echter is het tot op heden niet mogelijk om een koppeling te maken tussen de verschillende software die gebruikt wordt. Dit is wel noodzakelijk voor het bereiken van level 2. Wanneer er een wijziging wordt gemaakt dan is dit niet direct aan andere software gelinkt en er is ook geen melding van de wijziging zichtbaar. De output van de software kan niet ingelezen worden in andere software, dit dient handmatig te gebeuren. De meeste software is specialistisch en dus lastig handmatig aan te passen voor degene die informatie van een andere discipline nodig heeft.
- Een belangrijke oorzaak van het ontbreken van een integraal model is dat niet alles geprogrammeerd is in de computers. Hierdoor kunnen ook niet alle gegevens aan elkaar gekoppeld worden. Dit is wel noodzakelijk om een integraal model te krijgen. Software als GIS en MX maken het echter lastig om in 3D te modelleren.
- De werkomgeving en hardware is van een hoog niveau, echter door deze te evalueren bij de werknemers zal het nog een level kunnen stijgen. Ook is het van belang dat voor alle medewerkers een laptop gekozen wordt die zo goed mogelijk past bij hun werkzaamheden, in nog niet alle gevallen is dat zo.

Processen

Deze groepering heeft een aantal wegontwerp projecten tussen level 1 en level 2 zitten, alle projecten zitten op level 1 met enkele negatieve uitschieters naar level 0. Hieronder zijn de belangrijkste resultaten weergegeven van deze groepering. Het resultaat van deze groepering voor alle projecten is 0,75 en voor een aantal projecten 1,59.

- Er zijn vaak wel afspraken gemaakt over standaarden of procedures, echter worden deze af en toe geschonden. Afspraken nakomen is een essentieel aspect om efficiënt en effectief te werken, dit gebeurt niet vaak generiek voor alle disciplines.
- Voor een nieuwe versie is het onbekend wie, wat en wanneer een aanpassing heeft gemaakt. Daarnaast zijn er veel versies en is het niet altijd duidelijk welke het meest recent is. Het werken zal efficiënter gaan wanneer deze aspecten opgepakt worden. Het gebruiken van vaste naamgevingen en coderingen bij e-mails, versies van modellen of objecten zou hier ook aan bijdragen.
- Het is van belang dat standaarden en procedures in een wegontwerp project generiek zijn opgesteld, dit gebeurt met regelmaat maar niet altijd. Wanneer er vervolgens een wijziging ontstaat omdat bijvoorbeeld het detailniveau toeneemt dient een wijziging in bijvoorbeeld raakvlakken wederom generiek bekend te zijn. Dit gebeurt vaak niet.

Data

Voor deze groepering zijn alle wegontwerp projecten bijna op level 1, een aantal projecten bevindt zich op level 1. De belangrijkste redenen hiervoor zijn hieronder opgesomd. De score die alle projecten behalen bij deze groepering is 0,78, voor een aantal is dit 1,09.

- Data dient soms nog bewerkt te worden voordat het nuttige informatie oplevert voor een andere specialist. Dit kan te maken hebben met een te hoog of te laag detailniveau, dit komt beide voor bij de disciplines. Het kan ook te maken hebben met het feit dat de output van verscheidene software niet te koppelen is aan elkaar, hierdoor bestaat een model niet up to date qua waardes.
- Het detailniveau per ontwerpfase is vaak lastig te bepalen, binnen een discipline lukt dit wisselend, maar integraal is het lastig om een gelijk detailniveau te krijgen. Dit zorgt voor veel discussie en dus inefficiëntie. Een nadeel van een te laag detailniveau is dat er vaak geen invulling gegeven kan worden aan de onderhoudsfase. Er is vaak wel nagedacht over de onderhoudsfase, dit is echter nog onderbelicht qua concrete invulling.
- Om alle projecten van deze groepering op level 1 te krijgen is het belangrijkste dat er meer uniforme naamgevingen en coderingen gebruikt worden. Dit is integraal gezien in de helft van de projecten niet het geval.

Weergave

Deze groepering scoort nog niet op het niveau van de doelstelling. Alle wegontwerp projecten scoren tussen level 0 en 1, een aantal wegontwerp projecten scoort level 1. De belangrijkste resultaten die tijdens de interviews naar voren kwamen zijn hieronder weergegeven. De score voor deze groepering van alle wegontwerp projecten is 0,42 en voor een aantal is deze score 1,00.

- Een grafische weergave in 3D in plaats van 2D wordt door veel disciplines omschreven als een toegevoegde waarde. Bij het uitwisselen van informatie tussen disciplines zijn er echter zelden 3D weergaves beschikbaar. Uit 3D weergaves valt meer informatie te halen en zou dus een bijdrage leveren aan het efficiënter werken.
- Voor een aantal disciplines is het van belang om een deel van de omgeving te zien rond de nieuw aan te leggen weg. Deze omgevingsaspecten zijn vaak niet zichtbaar in de tekening die zij van de wegontwerpers krijgen en moeten zelf achterhaald worden. Wanneer de disciplines op dit vlak meer rekening met elkaar houden is het mogelijk om efficiënter te werken.
- De belangrijkste oorzaak dat een aantal wegontwerp projecten level 2 niet haalt heeft te maken met de ontbrekende link tussen de weergaves. Modellen hebben van elkaar geen idee waar de ander zich bevindt en hoe ze op elkaar aan moeten sluiten. Daarnaast verandert de weergave op je scherm niet wanneer een ontwerp door iemand anders op hetzelfde moment is aangepast.

Toepassing

Deze groepering zit voor alle projecten bijna op de doelstelling van 2015. Een aantal wegontwerp projecten bevindt zich echter op level 1 met uitschieters naar level 2. De belangrijkste oorzaken waarom dit het resultaat is staat hieronder opgesomd. De score van deze groepering voor alle wegontwerp projecten is 0,97, voor een aantal wegontwerp projecten is de score 1,33.

- In slechts een aantal projecten is er gewerkt met het programma Revit, dit is een goede basis om 4-5D koppelingen te maken. In Revit zijn 3D weergaves zichtbaar van het ontwerp, iets wat te weinig voorkomt in de meeste wegontwerp projecten. Echter zijn er zelfs in de Revit projecten geen 4/5D koppelingen. Daarnaast is het voor een aantal disciplines ook niet relevant om in 4/5D te werken. Ook is het niet voor alle projecten rendabel in verband met de duur van het project, alle modelleren en programmeren kost toch tijd. Op dit moment is er nog geen enkele koppeling tussen de software, output kan niet aan elkaar gelinkt worden.
- Om het volwassenheidslevel te laten stijgen is het ook relevant om in één groot view model te gaan werken. Wanneer iemand werkt aan een onderdeel van het model en deze wijzigt wordt vervolgens dit onderdeel terug gezet in het view model en worden de wijzigingen verwerkt voor alles wat in het model hieraan gelinkt is.
- Netwerk platformen als Relatics, Imandra of METT worden gebruikt maar nog niet altijd op de juiste manier. De grote hoeveelheid informatie zorgt ervoor dat het onoverzichtelijk wordt en er moet ook constant gebruik van gemaakt worden. Wanneer enkele wijzigingen per mail besproken worden dan missen andere disciplines deze wijziging, dit gebeurt tot op heden nog wel.

4.4.3 Positieve aspecten

Positieve aspecten komen bij het resultaat overzicht niet naar voren. Het resultaat van de interviews is in welk volwassenheidslevel de wegontwerp projecten staan en wat de oorzaak is waarom er niet hoger gescoord wordt. Wat er allemaal goed gaat is daarbij van minder belang. Hieronder worden de meest positieve aspecten beschreven zodat duidelijk is dat deze niet aangepakt hoeven te worden en het nuanceert daarmee paragraaf 4.4.2.

- De disciplines zijn op zichzelf goed bezig om volgens de BIM gedachtegang te werken. In één discipline wordt er bijvoorbeeld voor aanvang van het project het nieuwe nog 'onbekende' BIM stapje generiek besproken.
- De IT infrastructuur is goed geregeld, hardware en werkomgeving scoren beide boven de doelstelling. De randvoorwaarden voor het optimaal werken zijn dus gecreëerd door Arcadis.
- De algemene taken en verantwoordelijkheden van een medewerker zijn bij alle andere in het project bekend. Wanneer er een vraag is over het onderwerp is het duidelijk wie deze op moet pakken.
- De samenwerking tussen Arcadis en de opdrachtgever wordt over het algemeen als actief en prettig ervaren. In een aantal projecten wordt er zelfs efficiënt gewerkt om de projectkosten te besparen.
- De platformen waarop data gedeeld kan worden zijn algemeen bekend en iedereen in het project gebruikt deze.

5. Acties 2015

In het vorige hoofdstuk zijn de resultaten van de interviews weergegeven per groepering omdat dit een overzichtelijk totaal beeld geeft van de huidige situatie. Daarnaast zijn de opvallendste zaken binnen een groepering vaak gelinkt aan elkaar. Om de doelstelling met de huidige situatie te vergelijken zijn de resultaten echter per criterium bekeken. Zodoende is het mogelijk om concretere acties te ontwikkelen, om het BIM volwassenheidslevel in wegontwerp projecten te doen stijgen en de acties voor in 2015 duidelijk te krijgen. In paragraaf 5.1 is per criterium de huidige situatie met de doelstelling vergeleken en hierbij is ook een plan van aanpak gegeven om het criterium een BIM volwassenheidslevel te doen stijgen. In paragraaf 5.2 is de prioritering van de 22 criteria besproken en dit hoofdstuk sluit af met paragraaf 5.3. In deze paragraaf is weergegeven welke stappen weinig energie kosten en toch winst opleveren voor het BIM volwassenheidslevel in wegontwerp projecten.

5.1 Huidige situatie en doelstelling

5.1.1 Acties

De doelstelling voor alle criteria is gelijk, alle projecten moeten op level 1 zijn en een aantal projecten moeten op level 2 zijn. Deze doelstelling is vanuit de Divisie Mobiliteit van Arcadis gedefinieerd en deze is voor alle criteria hetzelfde. Aan de hand van de interviews is per criterium het huidige volwassenheidslevel bepaald, deze is weergegeven in een tabel. Er zijn acht disciplines geïnterviewd, wanneer er tussen twee levels een verhouding is van 4-4 of 5-3 dan zijn beide levels als huidig weergegeven. Bij een andere verhouding is het gemiddelde level bepalend voor de huidige situatie van het criterium, een score van 1,50 tot en met 2,49 staat dus gelijk aan level 2. Per criterium is dus in de tabel af te lezen of het voorloopt op de doelstelling, gelijk loopt met de doelstelling of achterloopt op de doelstelling. In de tabel is verder een actie beschreven waarin staat wat er moet veranderen om het criterium één level te laten stijgen in volwassenheidslevel. Dit is voor elk criterium gedaan en in een aantal gevallen kan het criterium hierdoor gelijk komen met de doelstelling en in andere gevallen boven de doelstelling eindigen voor eind 2015. Dit is afhankelijk van het huidige volwassenheidslevel.

Er is besloten om geen actoren te koppelen aan de actie die voor elk criterium is weergegeven. Dit is niet gedaan omdat het erg project afhankelijk is wie de actie gaat uitvoeren.

Onderstaande tabel 15 geeft weer hoeveel criteria boven, gelijk of onder de doelstelling zitten. Dit is gedaan voor alle 22 criteria, waarbij de doelstelling voor alle projecten level 1 is en voor een aantal projecten level 2. Pas wanneer een criterium volledig op level 1 zit bij alle projecten is hij gelijk aan zijn doelstelling, een criterium dat tussen level 0-1 scoort voor alle projecten zit onder de doelstelling en wanneer een criterium level 1-2 of hoger scoort voor alle wegontwerp projecten zit het boven de doelstelling. Dezelfde methodiek is toegepast voor een aantal projecten maar dan een level hoger als uitgangswaarde.

Tabel 15 Score van criteria in relatie tot doelstelling

	Boven doelstelling	Gelijk aan doelstelling	Onder doelstelling
Alle projecten	2	13	7
Aantal projecten	1	4	17

Groepering strategie:

Criterium: BIM visie en doelstelling

Huidig: Alle projecten Level: 0 Aantal projecten Level: 0-1	Doel: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 2
Actie: Het formuleren van een BIM visie en doelstelling tijdens projecten zorgt voor <u>duidelijkheid</u> bij de werknemers. Ook is er een concreet BIM implementatie plan voor elk project nodig waarin voor de werknemers bekend wordt hoe en wat er met betrekking tot BIM van hen verwacht wordt.	

Criterium: Management ondersteuning

Huidig: Alle projecten Level: 0 Aantal projecten Level: 1	Doel: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 2
Actie: De werknemers in de projecten hebben meer kennis nodig over BIM, wat betekent BIM <u>concreet</u> voor hun takenpakket. Wanneer er volgens de BIM gedachtegang gewerkt wordt en er ontstaat een geld of tijd tekort moet de projectleider aangeven dat ondanks deze <u>druk</u> BIM niet ondergeschoven moet worden en er op andere aspecten tijd en geld bespaard moet worden.	

Criterium: BIM stimulans

Huidig: Alle projecten Level: 0 Aantal projecten Level: 1	Doel: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 2
Actie: Personen dienen <u>verantwoordelijk</u> gesteld te worden voor de BIM implementatie zodat daadwerkelijk alle aspecten geprogrammeerd en gemodelleerd worden. Ook is een integrale BIM leider noodzakelijk om het werken op <u>eilandjes</u> te voorkomen. Deze BIM verantwoordelijke(n) zijn in alle fases van het ontwerpproces noodzakelijk en dragen het belang van BIM uit.	

Groepering personeel:**Criterium: Taken en verantwoordelijkheden**

Huidig: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 1	Doel: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 2
Actie: <u>BIM taken en verantwoordelijkheden</u> die bij een wegontwerp project horen moeten generiek worden verdeeld. Deze BIM taken en verantwoordelijkheden moeten daarvoor eerst bekend zijn en worden verdeeld onder de werknemers.	

Criterium: Training en opleiding

Huidig: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 1	Doel: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 2
Actie: Het moet mogelijk zijn om naast openbare presentaties ook <u>opleidingen of trainingen</u> te volgen die men meer kennis geeft over het werken volgens de BIM gedachtegang. Ook zouden presentaties verplicht kunnen worden om bij aanwezig te zijn.	

Groepering cultuur:**Criterium: Bereidheid te veranderen**

Huidig: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 1	Doel: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 2
Actie: Met meer <u>kennis van BIM</u> onder de werknemers ontstaat er ook sneller bij iedereen de behoefte om volgens de BIM gedachtegang te werken. Met voldoende stimulans vanuit de projectleider zullen de werknemers ook alles gaan programmeren. Hierdoor kan data makkelijker aan elkaar gelinkt worden en dit maakt het werken volgens de BIM gedachtegang makkelijker.	

Criterium: Samenwerkingsmogelijkheid

Huidig: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 2	Doel: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 2
Actie: Voorafgaand aan een project dienen er <u>samenwerkingsafspraken</u> met betrekking tot communicatie en pro actieve houding besproken worden. Hieronder kunnen bijvoorbeeld afspraken over standaarden of een integraal ontwerp vallen. Hierdoor kan er meer proactief gereageerd worden op wijzigingen in het ontwerp die van belang zijn voor het (BIM) model.	

Groepering IT infrastructuur:

Criterion: Hardware

Huidig: Alle projecten Level: 2 Aantal projecten Level: 2	Doel: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 2
Actie: Wanneer er in het <u>plan van aanpak</u> nagedacht wordt over de hardware mogelijkheden en het verbeteren ervan en er daarnaast constant ICT hulp is wanneer dit noodzakelijk is, dan zal dit criterium stijgen naar level 3.	

Criterion: Software

Huidig: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 1-2	Doel: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 2
Actie: Er dient meer aandacht te ontstaan voor het kunnen <u>koppelen van software</u> . Output van software aan elkaar koppelen of een wijziging in het ontwerp zichtbaar maken voor elkaar zijn belangrijke stappen in dit proces. Wanneer dit gebeurt kan er efficiënter gewerkt worden.	

Criterion: Werkomgeving

Huidig: Alle projecten Level: 2 Aantal projecten Level: 2-3	Doel: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 2
Actie: Dit criterium komt volledig op volwassenheidslevel drie wanneer er aan de <u>werknemers feedback</u> wordt gevraagd over de werkomgeving. Op deze manier worden nieuwe behoeftes geïdentificeerd.	

Groepering processen:**Criterion: Standaarden**

Huidig: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 1-2	Doel: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 2
Actie: Wanneer er wijzigingen ontstaan tijdens een project in bijvoorbeeld afspraken, raakvlakken of versies dient dit generiek bekend gemaakt te worden. Vaak gebeurt dit nog <u>onderling</u> . Ook moet men waarborgen dat afspraken worden nageleefd, dit kan door hier streng op te zijn of programma's te gebruiken als 'last planner system'.	

Criterion: Supply proces

Huidig: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 2	Doel: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 2
Actie: Een intensievere afstemming met meer richtlijnen vooraf, tussen het projectteam en de opdrachtgever zal zorgen dat de klant een beter beeld krijgt van het eindresultaat van het ontwerp. Aanpassingen zullen zodoende <u>beter voorspelbaar</u> worden en minder voorkomen.	

Criterion: Procedures

Huidig: Alle projecten Level: 0-1 Aantal projecten Level: 1-2	Doel: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 2
Actie: Om alle projecten op level één te krijgen is het van belang dat afspraken, standaarden, en procedures van <u>begin tot en met het einde</u> van het ontwerp aanwezig zijn. Om een aantal projecten op level 2 te krijgen dienen medewerkers zich verantwoordelijker te voelen voor hun eigen taken en dient iedereen zich aan de procedures te houden tijdens het gehele ontwerp project.	

Groepering data:**Criterion: Data nauwkeurigheid**

Huidig: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 1	Doel: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 2
---	---

Actie: Voor level 2 is het nodig dat het detailniveau van de data aangepast wordt voor degene die de informatie nodig heeft. Zo kan informatie zonder bewerken of navragen gebruikt worden. Daarnaast is het nodig om een koppeling te maken of een link te creëren tussen de (output van) data, hierdoor worden wijzigingen in andere modellen verrekend of ontstaat er een melding van de wijziging.

Criterium: Data volledigheid

Huidig: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 1	Doel: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 2
Actie: Om volledig op level 2 te komen dient de <u>onderhoudsfase</u> concreet te worden. Er moet meer data bekend worden over de omgeving en het uiteindelijke resultaat om in het ontwerp al rekening te houden met de onderhoudsfase. Deze data komt voornamelijk van externe partijen, er moet op dit vlak intensiever samengewerkt worden.	

Criterium: Up to date houden data

Huidig: Alle projecten Level: 0-1 Aantal projecten Level: 1	Doel: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 2
Actie: Binnen projecten dient net als binnen disciplines <u>uniforme namen</u> en coderingen gebruikt te worden. Anders zal level 1 niet bereikt worden. Wanneer er wijzigingen plaatsvinden in de naamgeving dient dit generiek bekend te zijn voor iedereen in het project, zodoende kan level 2 bereikt worden.	

Groepering weergave:

Criterium: Grafische weergave

Huidig: Alle projecten Level: 0 Aantal projecten Level: 1	Doel: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 2
Actie: Om alle projecten een level te laten stijgen dient er vaker in <u>3D</u> informatie uitgewisseld te worden onderling. Voor nagenoeg elke discipline betekent dit een meerwaarde. Om een aantal projecten te laten stijgen dient er een koppeling te ontstaan tussen de software, wel moet hierbij aangetekend worden dat een 4-5D koppeling niet voor elke discipline relevant is.	

Criterium: Topografische weergave

Huidig: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 1	Doel: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 2
Actie: Er is een <u>link</u> noodzakelijk tussen de modellen zodat ze van elkaar weten waar ze zich bevinden. Ook is het voor het model nodig dat het weet hoe de omgeving eruit ziet en wat de invloed is van de omgeving op het model, dit is voor een aantal disciplines zeer relevant. GIS werkt in 2D en er is een behoefte om de mogelijkheden voor 3D te bekijken om efficiënter te werken.	

Groepering toepassing:

Criterium: Model koppeling toepasbaarheid

Huidig: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 1	Doel: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 2
Actie: Om alle en een aantal projecten op level 2 te krijgen dienen er multidisciplinaire <u>koppelingen</u> gemaakt te worden en dit gebeurt nog niet. Voor een aantal disciplines draagt dit bij aan de efficiëntie, zij hoeven dan niet zelf aanpassingen te verwerken in hun eigen model vanuit andere disciplines.	

Criterium: Model integratie

Huidig: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 1-2	Doel: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 2
---	---

Actie: Er dient meer in één groot view model gewerkt te worden om level 2 volledig te bereiken. Wanneer een wijziging klaar is gaat het naar het view model en wordt de wijziging in een klein stukje van het model verwerkt in het geheel.

Criterium: Netwerk

Huidig: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 2	Doel: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 2
Beschrijving: Alle informatie overdracht dient via de netwerkplatformen van het project te verlopen, zo zal er geen <u>informatie ontbreken</u> . Er zal strikt op toe moeten worden gezien dat deze platformen op de juiste manier gebruikt worden om ze overzichtelijk te houden.	

Criterium: Informatie uitwisseling

Huidig: Alle projecten Level: 0-1 Aantal projecten Level: 1	Doel: Alle projecten Level: 1 Aantal projecten Level: 2
Actie: Informatie zal wanneer het een bijdrage levert, meer in <u>3D uitgewisseld</u> moeten worden om alle projecten op level 1 te krijgen. Om een aantal projecten op level 2 te krijgen is het belangrijkste dat de data meer open wordt. Gegevens, data en andere zaken dienen zonder na bellen of mailen achterhaald en gebruikt te kunnen worden. Dit kan bereikt worden doormiddel van een 'cloud' of het constant duidelijk opslaan van data.	

5.1.2 Groeperen acties

Voor elk criterium zijn acties opgesteld, sommige acties hebben echter een relatie tot elkaar. Van een actie van één criterium kunnen meerdere criteria profiteren en soms zelfs een volwassenheidslevel stijgen. De acties van alle criteria zijn gegroepeerd in onderstaande tabel en vallen allen onder een generaliserende actie. Wanneer er in een project een actie wordt uitgevoerd is het aan de hand van onderstaande tabel eenvoudiger om meerdere criteria van elkaars actie te laten profiteren en kan er dus efficiënter gewerkt worden. Alle acties zijn in zeven groepen weergegeven. Er kan in onderstaande tabel achterhaald worden welke criteria ook van die actie zouden kunnen profiteren. Een aantal acties zijn omcirkeld, dit wordt in de volgende paragraaf toegelicht.

Tabel 16 Groeperen van acties

Acties	Criterium	Criterium	Criterium	Criterium	Criterium
Output van data aan elkaar linken.	Software kan dit mogelijk maken.	Data nauwkeurigheid zal hoger zijn doordat wijzigingen worden meegenomen.	De topografische weergave koppelt het model aan de omgeving.	Voor een model koppeling toepasbaarheid is een link nodig tussen verschillende modellen.	
Duidelijkheid over BIM in projecten.	Een BIM visie en doelstelling maakt BIM voor de werknemers duidelijker.	Management ondersteuning moet de concrete betekenis van BIM verhogen voor het takenpakket.	Opleiding en training zal de werknemers een basis geven om BIM projecten te draaien.	Met meer duidelijkheid over BIM zal de bereidheid te veranderen groter zijn.	Er dient verantwoordelijkheid te ontstaan voor BIM stimulans .
Generieke bekendheid vergroten.	BIM taken en verantwoordelijkheid dienen generiek bekend te zijn in het project.	Voorafgaand aan een project dienen samenwerkingsmogelijkheden om pro actief te communiceren generiek bekend te zijn.	Wijzigingen in afgesproken standaarden dienen generiek bekend te zijn.	Binnen projecten dienen uniforme namen gebruikt te worden om data up to date te houden .	Netwerk platform dienen altijd en generiek gebruikt te worden.

Uitgebreidere inventarisatie bij medewerkers of klanten.	De hardware verbeteringen dienen voorafgaand aan het project besproken te worden.	Er dient bij de werknemers gevraagd te worden of de werkomgeving uitgebreid moet worden voor de werkzaamheden.	Wanneer vooraf meer over het ontwerp wordt gesproken tussen klant en opdrachtgever is het supply proces efficiënter.		
Alle fases van project in beschouwing nemen.	Alle procedures dienen van de eerste ontwerp fase tot en met de laatste vastgelegd te zijn.	De data volledigheid van de onderhoudsfase dient te stijgen.			
Meer onderlinge weergaves in 3D.	Informatie dient onderling vaker in 3D uitgewisseld te worden voor een nuttigere grafische weergave .	Informatie moet meer open zijn en wanneer mogelijk in 3D, zo zal de informatie uitwisseling efficiënter verlopen.			
Het gebruiken van één view model.	Een wijziging in het ontwerp wordt door een geïntegreerd model in het gehele view model verwerkt.				

5.2 Prioritering

De doelstelling van de Divisie Mobiliteit bestaat uit twee delen. Alle projecten op level 1 en een aantal projecten op level 2. Het eerste deel van deze doelstelling is als hoogste prioriteit gesteld. Met een basis van alle wegontwerp projecten op level 1 is het makkelijker om een aantal wegontwerp projecten op level 2 te krijgen dan omgekeerd.

Alle zeven criteria die nog niet op level 1 zitten zijn omcirkeld in tabel 16, deze criteria zijn binnen de hoogste prioriteit het belangrijkste om te stijgen. Er is dus binnen de hoogste prioriteit (level 1) een prioritering in criteria bepaald. Het is aan de hand van tabel 16 mogelijk om alle criteria met de hoogste prioriteit te vergelijken met acties die een relatie tot elkaar hebben, zodoende kan er efficiënt met de juiste prioriteit actie ondernomen worden. De criteria die niet alle wegontwerp projecten op level 1 hebben en dus eerst verbeterd moeten worden zijn:

- BIM visie en doelstelling → Meer duidelijkheid over BIM
- Management ondersteuning → Concretere betekenis takenpakket vanuit projectleider
- BIM stimulans → Meer verantwoordelijkheid voor BIM implementatie
- Procedures → Gehele ontwerpcyclus zelfde afspraken nodig
- Up to date houden data → Uniforme namen binnen project gebruiken
- Grafische weergave → Meer in 3D weergeven onderling
- Informatie uitwisseling → Meer open data beschikbaar (in 3D)

Bovenstaande criteria dienen door alle disciplines zodanig verbeterd te worden dat ze overal op level 1 zitten. Bij het tweede deel van de doelstelling met een aantal projecten op level 2 is dat ook het geval. Tijdens het interview hebben de disciplines aangegeven hoe zij de criteria ervaren in een wegontwerp project, dit betekent niet dat het betrekking heeft op het volwassenheidslevel van hun eigen discipline. Het is van belang dat bij de acties rekening gehouden wordt met alle disciplines waar een wegontwerp project raakvlakken heeft. Op deze manier kan het volwassenheidslevel in de toekomst hoger ervaren worden. Er zijn 5 criteria die voldoen aan de doelstelling om een aantal projecten op level 2 te hebben. De 17 criteria die niet voor een aantal projecten het volwassenheidslevel van de doelstelling hebben bereikt staan hieronder:

- | | | |
|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| - BIM visie en doelstelling | - Management ondersteuning | - BIM stimulans |
| - Taken en verantwoordelijkheden | - Training en opleiding | - Bereidheid te veranderen |
| - Software | - Standaarden | - Procedures |
| - Data nauwkeurigheid | - Data volledigheid | - Up to date houden data |
| - Grafische weergave | - Topografische weergave | - Model integratie |
| - Model koppeling toepasbaarheid | - Informatie uitwisseling | |

Er dient dus veel vooruitgang geboekt te worden, maar door te beginnen met alle projecten op level 1 te krijgen zal er indirect ook al een grote stap gemaakt worden naar level 2. Veel acties hebben een verband met elkaar zoals beschreven is in paragraaf 5.1.2. In welke volgorde de zeven gegroepeerde acties uitgevoerd worden is aan Arcadis om te bepalen omdat het project afhankelijk is en de zeven gegroepeerde acties ook van elkaar afhankelijk zijn dus het maakt niet veel uit in welke volgorde dit gebeurt. Wel wordt aangeraden om met de 'duidelijkheid over BIM in projecten' te beginnen aangezien in tabel 16 zichtbaar is dat deze actie de meeste criteria met hoogste prioriteit heeft. Ook zal hiermee de groepering strategie stijgen die zoals te zien is in tabel 14 een lage score behaalt.

5.3 Laaghangend fruit

Er is tijdens de interviews gevraagd aan de medewerkers welke aspecten makkelijk aan te pakken zijn met relatief weinig energie. Dit zogenoemde laaghangend fruit zijn aspecten die op korte termijn voor efficiënte verhogingen kunnen zorgen. Er zijn vier aspecten die meermaals naar voren kwamen tijdens de interviews. Hieronder zijn de vier aspecten omgezet in vier acties.

Standaard benamingen

Het opstellen van standaard benamingen voor versies, modellen, objecten, een email of eisen die generiek gebruikt worden in het project. Het invoeren hiervan is iets wat weinig tijd hoeft te kosten en makkelijk te bereiken is. Dit zal ervoor zorgen dat verschillende disciplines makkelijk elkaars data kunnen uitwisselen tijdens een project.

Afspraken nakomen

Afspraken die gemaakt worden tijdens een project dienen altijd nagekomen te worden. Dit zijn onder andere afspraken met betrekking tot standaarden en coderingen, betrouwbaarheid en nauwkeurigheid van data en het plaatsen van data in bepaalde mappen. Het nakomen van afspraken wordt als logisch beschouwd door veel werknemers, echter gebeurt dat niet altijd. Hier zou meer op gehamerd kunnen worden of de verantwoordelijkheid kan meer bij de werknemers gelegd worden zodat ze erop afgerekend kunnen worden. Ook is het invoeren van een programma als bijvoorbeeld 'last planner system' een optie.

Pro actief communiceren

Er kan meer pro actief met elkaar gecommuniceerd worden. Hierbij is het vooral van belang om andere medewerkers of disciplines in te lichten, wanneer een gemaakte wijziging invloed op het ontwerp gaat hebben die relevant is voor hen. Wat hierbij zou helpen is één centrale raakvlak manager in het project die hier sturing aan geeft. Ook is het van belang om het project eerder integraal te maken, hierdoor wordt het bij wijzigingen in het ontwerp eerder duidelijk of dit ook relevant is voor andere disciplines.

Duidelijkheid over BIM

Meer duidelijkheid over BIM op de werkvloer zal het werken volgens de BIM gedachtegang stimuleren. Hierbij is het van belang dat de BIM mogelijkheden bekend zijn, dus de concrete betekenis van BIM voor iemands werkpakket. Maar ook de theorie achter BIM is relevant, wat houden de verschillende levels bijvoorbeeld in of hoe werkt het koppelen van informatiesystemen. Een mogelijkheid is om voorafgaand aan elk project integraal te bespreken welk nieuw BIM stapje er gemaakt wordt ten opzichte van voorgaande projecten.

6. Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de hoofdvraag van dit onderzoek: “Welke acties moet Arcadis ondernemen om het werkproces voor alle wegontwerp projecten op BIM level 1 te krijgen en een aantal op BIM level 2?”. In paragraaf 6.1 zal antwoord gegeven worden op deze vraag, in paragraaf 6.2 zijn een aantal aanbevelingen gedaan die het werkproces verder kunnen bevorderen en ten slotte is in paragraaf 6.3 een discussie weergegeven over de validiteit van de uitkomsten.

6.1 Conclusies

De belangrijkste conclusie van het onderzoek is dat nog niet alle wegontwerp projecten op BIM level 1 draaien en dat BIM level 2 nog niet in een wegontwerp project is bereikt. Wel zijn er al veel criteria op BIM level 1 maar dit geldt nog niet voor alle criteria.

Criteria BIM volwassenheidslevel bepalen

Het Bew-Richards model dat bij Arcadis gehanteerd wordt om het volwassenheidslevel van een wegontwerp project weer te geven is onvolledig. Het model kan niet de gehele definitie van BIM dekken zoals Arcadis deze heeft omschreven. Er is in dit onderzoek een aanvulling gedaan op dit model om zodoende wel het volwassenheidslevel van de wegontwerp projecten te kunnen bepalen. In de literatuur zijn uit zes geanalyseerde volwassenheidsmodellen 15 aanvullende criteria bepaald, zij vormen een aanvulling op het Bew-Richards model. In totaal bestaat het ontwikkelde Bew-Richards model 2.0 uit 22 criteria die het volwassenheidslevel van een wegontwerp project bepalen. Deze criteria zijn gegroepeerd onder acht groeperingen om het overzichtelijker te maken en onderlinge relaties eerder zichtbaar te maken.

Huidig volwassenheidslevel

Van alle belangrijke disciplines voor een wegontwerp project zijn medewerkers geïnterviewd. Hiermee is het BIM volwassenheidslevel in wegontwerp projecten bepaald. Met een gelijk gewogen gemiddelde van de 22 criteria en de 8 geïnterviewde disciplines ontstaat er een BIM volwassenheidslevel voor *alle wegontwerp* projecten van 0,80 en voor een *aantal wegontwerp* projecten van 1,26. De groepering strategie heeft de grootste inhaalslag te maken in 2015 maar ook de groeperingen processen, data en weergave hebben een inhaalslag te maken in 2015 om op BIM volwassenheidslevel 1 te komen. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de score van alle criteria.

Tabel 17 Score van criteria in relatie tot doelstelling

	Boven doelstelling	Gelijk aan doelstelling	Onder doelstelling
Alle projecten	2	13	7
Aantal projecten	1	4	17

Acties 2015

Om alle wegontwerp projecten op BIM volwassenheidslevel 1 te krijgen zijn er zeven acties nodig, er zijn namelijk zeven criteria die nog niet voor alle wegontwerp projecten op volwassenheidslevel 1 zitten. Deze acties hebben de hoogste prioriteit in 2015. Alle projecten op level 1 heeft een hogere prioriteit dan een aantal projecten op level 2. Kort weergegeven zijn deze zeven acties:

- BIM visie en doelstelling → Meer duidelijkheid over BIM
- Management ondersteuning → Concretere betekenis takenpakket vanuit projectleider
- BIM stimulans → Meer verantwoordelijkheid voor BIM implementatie
- Procedures → Gehele ontwerpcyclus zelfde afspraken nodig
- Up to date houden data → Uniforme namen binnen project gebruiken
- Grafische weergave → Meer in 3D weergeven onderling
- Informatie uitwisseling → Meer open data beschikbaar (in 3D)

Voor alle criteria zijn acties inzichtelijk gemaakt om het BIM volwassenheidslevel te doen stijgen. Wanneer één actie wordt opgepakt is het mogelijk dat twee à drie criteria hiervan profiteren en wellicht stijgen in volwassenheidslevel. Zo profiteren de criteria software, data nauwkeurigheid, model koppeling

toepasbaarheid en topografische weergave wanneer er een link mogelijk wordt tussen de output van modellen. Alle 22 acties zijn onder 7 generaliserende acties geplaatst, binnen een groep van acties kunnen criteria van elkaars actie profiteren. Wanneer dit meegenomen wordt bij het uitvoeren van een actie kan er efficiënter gewerkt worden.

Uit de interviews komen vier acties naar voren die weinig energie hoeven te kosten om te implementeren. Toch zorgen deze vier acties voor winst in het werken volgens de BIM gedachtegang. Deze vier acties zijn:

- Het gebruiken van standaard benamingen van objecten in het gehele project, dus niet alleen per discipline.
- Het nakomen van gemaakte afspraken, er dient altijd aan proces afspraken gehouden te worden.
- Door meer pro actief met elkaar te communiceren kunnen wijzigingen makkelijker integraal verwerkt worden.
- Er dient meer concrete duidelijkheid te ontstaan in het takenpakket van de werknemers over het werken volgens de BIM gedachtegang.

6.2 Aanbevelingen

Deze paragraaf is opgesplitst in twee delen. Het eerste deel geeft aanbevelingen die ontstaan zijn uit dit onderzoek, het tweede deel geeft aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

Aanbeveling uit huidig onderzoek

De reden dat veel criteria niet verder reiken dan level 1 is omdat er geen link mogelijk is tussen de output van modellen of tussen de verschillende software programma's. Het stapje van level 1 naar level 2 is op dit moment nog niet van de hoogste prioriteit maar zal dat in de toekomst wel worden. Het multidisciplinair koppelen van data is hierbij essentieel ooit volledig een wegontwerp project op level 2 te draaien.

Voor alle 22 criteria is een actie opgesteld om ieder criterium te verbeteren qua BIM volwassenheidslevel. Al deze acties zijn teruggebracht naar zeven groepen, alle acties binnen een groep hebben een sterke relatie tot elkaar. Van een actie van één criterium kunnen overige criteria binnen dezelfde groepering ook profiteren. Er dient daarom voorafgaand aan de actie gekeken te worden hoe criteria die een sterke relatie tot dit criterium hebben daar ook van kunnen profiteren. De zeven gegroepeerde acties zijn:

- Output van data aan elkaar linken.
- Duidelijkheid over BIM in wegontwerp projecten.
- Generieke bekendheid vergroten.
- Uitgebreidere inventarisatie bij medewerkers of klanten.
- Alle fases van een wegontwerp project in beschouwing nemen.
- Meer onderlinge informatie uitwisseling in 3D weergeven.
- Het gebruiken van één view model bij een wegontwerp project.

Wanneer de generaliserende actie 'duidelijkheid over BIM in wegontwerp projecten' als eerste wordt opgepakt zullen de criteria: BIM visie en doelstelling, management ondersteuning, opleiding en training, bereidheid te veranderen en BIM stimulans hiervan kunnen profiteren. Hiermee kunnen tevens drie van de zeven criteria met hoogste prioriteit verbeterd worden. Om als eerste één van zojuist genoemde criteria op te pakken kan dus een goede basis gelegd worden. Ook verbetert hiermee de groepering strategie, dit is zoals te zien in tabel 14 ook de laagst scorende groepering.

Om de concrete betekenis van BIM duidelijk te krijgen bij de werknemers zou het helpen om kleine stapjes vooruit te boeken. Per project kunnen er een paar nieuwe stapjes gezet worden in plaats van dat gelijk een heel BIM volwassenheidslevel bereikt moet worden in het project. Het stijgen van één BIM volwassenheidslevel heeft erg veel invloed op het werkproces en zorgt voor veel complexiteit. Er wordt nog teveel in BIM levels gedacht en dit moet losgelaten worden.

In dit onderzoek was vanaf het begin duidelijk dat het Bew-Richards model als uitgangspunt zou dienen, er zijn aanvullingen gedaan op dit BIM volwassenheidsmodel. Om een kloppend BIM volwassenheidsmodel te hebben zou het idealistischer zijn om een ander BIM volwassenheidsmodel als uitgangspunt te laten dienen of zelf een model te ontwikkelen aan de hand van de BIM definitie. Het ontwikkelde Bew-Richards model 2.0 is meer dan volledig, het is echter geen één op één vertaling van de BIM definitie van Arcadis.

Aanbeveling vervolgonderzoek

Er zijn een aantal factoren die bepalen of een wegontwerp project geschikt is om als BIM project te draaien. Er dient tijd te zijn, een projectleider die het stimuleert en een opdrachtgever die het stimuleert. Dit laatste is iets waar Arcadis minder invloed op heeft. Het kan interessant zijn om te kijken welke criteria vanuit Bew-Richards 2.0 Arcadis helemaal zelf in de hand kan hebben en voor welke criteria de instelling van de opdrachtgever relevant is. Door het scheiden van interne en externe processen kan het voor Arcadis duidelijker worden waar het zich op moet focussen.

In de interviews die zijn gehouden zijn wegontwerp projecten voorbij gekomen die al afgerond zijn maar ook projecten die nog in de ontwerpfase zitten. Er kan gekeken worden naar de fase waarin het project zich bevindt en de relevantie van het werken volgens de BIM gedachtegang. In de ontwerpfase kan BIM handig zijn maar geldt dit ook voor latere stadia?

Ook is het interessant om te kijken naar het moment van inhaken bij een project. Wanneer je als ontwerpleider niet vanaf het begin betrokken bent bij het project is het lastig om nog volgens de BIM gedachtegang te werken. Het gebeurt echter vaak dat medewerkers van Arcadis slechts aan een deel van de ontwerpfase werken. Medewerkers eerder of later bij een project betrekken kan zorgen voor een hogere efficiëntie.

Per project kan er een afweging gemaakt worden of het rendabel is om volgens de BIM gedachtegang te werken. Het kost tijd om op deze manier te werken en bij grote projecten is dit efficiënt maar bij kleinere projecten hoeft dat niet het geval te zijn. Een onderzoek dat hier richtlijnen voor opstelt kan voor Arcadis veel tijd en dus geld opleveren. Een uitgebreider onderzoek zou wellicht kunnen kwantificeren wanneer het werken volgens de BIM gedachtegang een meerwaarde heeft voor een wegontwerp project.

In Groot-Brittannië zet de overheid druk achter het werken volgens de BIM gedachtegang. Tragavlini et al. (2014) laten zien dat Groot-Brittannië binnen Europa na Finland het verst gevorderd is in het werken volgens de BIM gedachtegang. Wanneer Arcadis zich wil verbeteren in het werken aan de hand van BIM is het noodzakelijk dat andere bedrijven en instanties dit ook gaan doen. Een mogelijke manier is om met enkele grote bedrijven te kijken naar de manier van werken in Groot-Brittannië of Finland, een plan van aanpak hiervoor dient goed onderzocht en opgesteld te zijn.

Een criterium dat achteraf mist, doch relevant blijkt te zijn, is de life-cycle. De inhoud hiervan is verdeeld over verscheidene criteria. De criteria: data volledigheid, BIM visie en doelstelling, management ondersteuning en model integratie hebben een aspect van life-cycle als inhoud. Wanneer er echter een criterium life-cycle bestaat zal het duidelijker naar voren komen. Het is echter een lastig criterium om meetbaar te krijgen, een belangrijke oorzaak hiervan is dat het een criterium breed geïnterpreteerd kan worden en er veel facetten bij komen kijken. Een heldere invulling van de life-cycle in het BIM volwassenheidsmodel zou gewenst zijn.

Dit onderzoek verschaft een beeld van het BIM volwassenheidslevel aan de hand van meerdere wegontwerp projecten. Hierdoor is een globale situatie ontstaan van de wegontwerp projecten met daarbij acties die het behalen van de doelstelling voor 2015 stimuleren. Deze acties zouden echter kunnen stijgen in detailniveau wanneer er gefocust wordt op zo'n 2 wegontwerp projecten. Het beeld is dan wellicht minder globaal maar kan wel een concreter resultaat opleveren om het BIM volwassenheidslevel in wegontwerp projecten te laten stijgen.

6.3 Discussie

De technische mogelijkheden veranderen vandaag de dag snel, zo heeft de term BIM de afgelopen jaren een grote verandering en uitbreiding ondergaan. BIM kan over enkele jaren een andere betekenis hebben, op dit moment dienen de uitkomsten van dit onderzoek als basis voor de wegontwerp projecten van Arcadis.

Aan de hand van een zelf uitgevoerd literatuur onderzoek zijn verscheidene BIM volwassenheidsmodellen bekeken en hieruit zijn aanvullende criteria gehaald om het Bew-Richards model volledig te maken. In het uiteindelijke Bew-Richards model 2.0 zijn criteria samengevoegd, niet meegenomen en is de inhoud van elk criterium per level bepaald. Dit literatuur onderzoek is enkel gecontroleerd door Matthijs Kluis (Arcadis) en Sander Siebelink (Universiteit Twente) om het model te valideren. Wanneer er meer BIM experts het model valideren zal de inhoud als meer betrouwbaar beschouwd kunnen worden.

BIM heeft een bredere betekenis gekregen de afgelopen jaren. De zes volwassenheidsmodellen die als aanvulling dienen zijn gekozen aan de hand van vier criteria. Er is echter geen criterium dat aangeeft dat een model pas wordt gekozen wanneer het nieuwer is dan bijvoorbeeld 2010. Er zouden bij het toevoegen van dit criterium slechts twee modellen overblijven als aanvulling en het aandragen van niet technische criteria is relevanter in verband met de Arcadis definitie van BIM dan dat een model nieuw is. Toch zou er een criterium toegevoegd kunnen worden dat aangeeft dat een aanvullend model nieuwer dan bijvoorbeeld 2010 dient te zijn omdat BIM de afgelopen jaren een breder begrip is geworden.

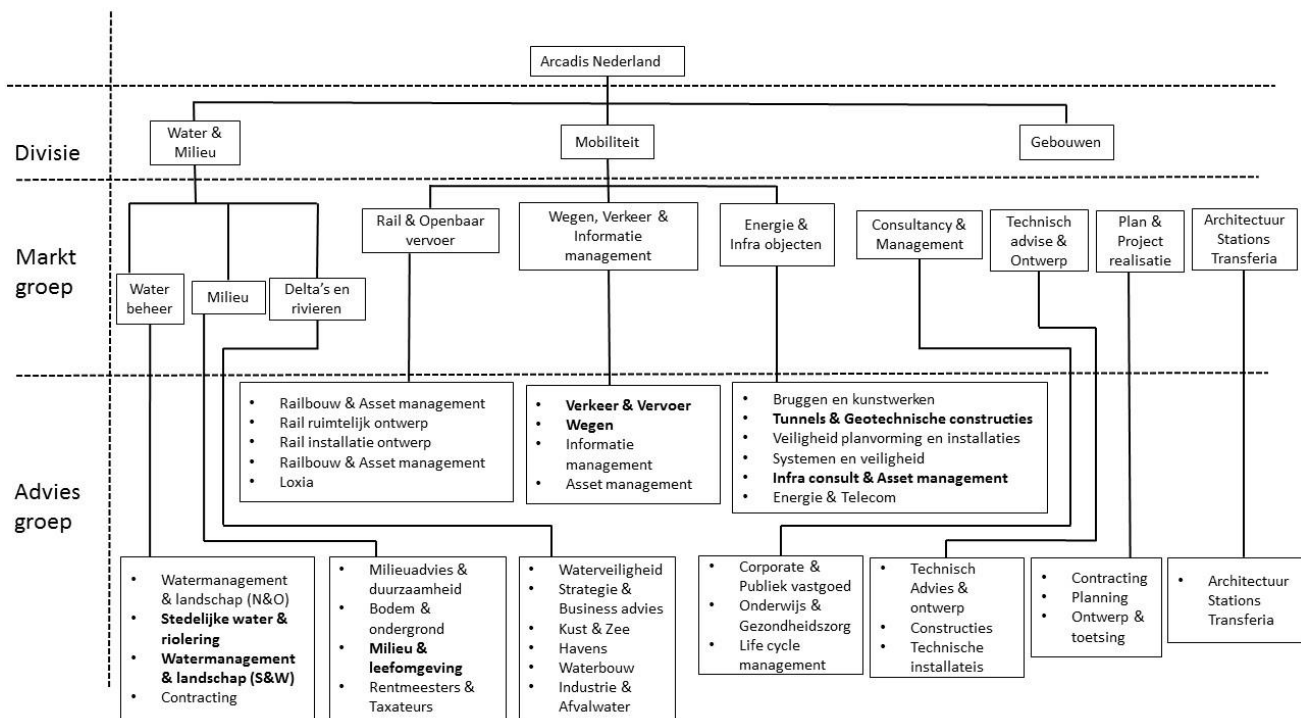
De geïnterviewde personen werkten gemiddeld aan zo'n 4 wegontwerp projecten de afgelopen 1-2 jaar. Alle wegontwerp projecten staat daarbij gelijk aan ongeveer 20, een aantal wegontwerp projecten staat gelijk aan ongeveer 4. Een grotere diversiteit ontstaat hierdoor bij een aantal wegontwerp projecten dan bij alle wegontwerp projecten. Hierdoor kan het resultaat voor een aantal wegontwerp projecten als minder betrouwbaar worden beschouwd dan het resultaat voor alle projecten.

Het resultaat van dit onderzoek geeft de mening van de medewerkers op de werkvloer weer aangezien er specifiek voor gekozen is om ontwerp medewerkers te interviewen. Er werd vanuit Arcadis gevraagd om te onderzoeken hoe medewerkers op de werkvloer BIM ervaren, dit betekent niet dat het daadwerkelijk zo is. Medewerkers die een rol spelen in het werken volgens de BIM gedachtegang in de ontwerpfases zijn geïnterviewd, echter kunnen projectleiders het anders ervaren net als overige medewerkers die niet zijn geïnterviewd. Zo kan men meer met de strategie bezig zijn dan dat de mensen op de werkvloer ervaren.

Bibliografie

- Adriaanse, A., Siebelink, S., 2014, *BIM Maturity model* verkregen op 18 oktober 2014, via Universiteit Twente, Enschede.
- Arayici, Y., Tah, J., 2008, *Towards Building Information Modeling for Existing Structures*, Structural Survey, vol. 26, nr. 3, pp. 210-222.
- Arayici, Y., Coates, P., Egbu, C., 2012, *Building Information Modeling implementation and remote construction projects: issues, challenges and critiques*, Journal of information technology in constructions, vol. 17, pp. 76.
- Bergsma, M. 2003. *Betrouwbaarheid en Validiteit van Kwalitatief georiënteerde Operational Audits*.
- Bew, M., and Richards, M., 2008. Bew-Richards BIM Maturity Model.
- BIM Industry working group, 2011, *A strategy report for the Government construction client group*.
- Computer Integrated Construction Research Program, 2011, *BIM Project Execution Planning Guide – Version 2.1*, verkregen op 25 oktober 2014, via The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA.
- Indiana University Architect's Office, 2009, *Indiana University BIM Proficiency Matrix*, Verkregen op 27 oktober via Indiana University web site: <http://www.iu.edu/~vpcpf/consultant-contractor/standards/bim-standards.shtml>.
- Jayasena, H.S., Weddikkara, C., 2013., *Assessing the BIM maturity in a BIM infant industry*, gepresenteerd tijdens: The Second World Construction Symposium 2013.
- Jongeling, R., 2006, *A process model for work-flow management in construction*. PhD Thesis, Department of Civil and Environmental Engineering, Luleå University of Technology, Sweden.
- McCormack, K., Lockamy III, A., 2004, *The development of a supply chain management process maturity model using the concepts of business process orientation*, Supply Chain Management journal.
- Mc Cuen, T.L., 2007, *Building Information Modeling and the Interactive Capability maturity model*, verkregen op 26 oktober 2014, via University of Oklahoma, Norman, Oklahoma.
- Mommers, B., 2014, *Nederlandse BIM levels*, <http://www.bouwinformatieraad.nl/wp-content/uploads/2014/04/Kenniskaart001.pdf>, geraadpleegd op 07-10-2014.
- Robinson, C., 2007, *Structural bim: Discussion, case studies and latest developments*, Structural Design of Tall and Special Buildings, vol. 16, nr. 4, pp. 519-533.
- Sebastian, R., 2011, *Changing Roles of the Clients, Architects and Contractors Through BIM*. Engineering construction and Architectural Management, vol.18, nr. 2, pp. 176-187.
- Silver, M.S., Markus, L., Beath, C.M., 1995, *The Information Technology Interaction Model: A Foundation for the MBA Core Course*, MIS Quarterly, vol. 19, nr. 3, pp. 361-383.
- Succar, B., Sher, W., Williams, A., 2012, *Measuring BIM performance: Five metrics*, Architectural Engineering and Design Management, vol. 8, nr. 2, pp. 120-142.
- Tragavlini, A., Radujković, M., Mancini, M., 2014, *Building Information Modelling (BIM) and Project Management: a Stakeholders Perspective*, Organization, technology and management in construction, vol. 6, nr. 2, pp. 1058-1065.

Bijlage 1: Organisatie Arcadis



Overzicht medewerkers per discipline:

Verkeer:	Maarten Bultink, Jaap Tiggelaar
System engineering:	Harmen Kievit, Ivo Walta
Wegontwerp:	Karel Kroese, Juda van Moolenbroek, Gijs van Schip
Water:	Erwin de Jong
Kunstwerken:	Gerard Bijvank, Jasper Leuveld
Kostenraming:	Jacqueline Schlagwein, Roel Arts
Geluid:	Hans de Haan
Natuur en Landschap:	Kees Neven

De Marktgroep WVI bestaat uit de volgende vier Adviesgroepen:

- Adviesgroep Verkeer en Vervoer: Zij verbeteren de bereikbaarheid en zorgen voor handhaving bij werk in uitvoering op (snel) wegen. Daarnaast waarborgen zij de ruimtelijke inpassing bij verkeerskundige problemen en zorgen ze voor een betere benutting van bestaande infrastructuur.
- Adviesgroep Wegen: Met interactieve ontwerpessies versnellen ze processen en zorgen voor draagvlak bij het ontwerpen, optimaliseren en aanleggen van wegen. Burgers en klanten worden geholpen bij het verbeteren van de doorstroming op het wegennet. Van verkenning tot realisatiefase begeleiden de adviseurs het project om aan alle kwaliteits- en veiligheidseisen te voldoen.
- Adviesgroep Informatiemanagement: Informatiemanagement adviseert en levert de informatie en techniek voor up to date en toegankelijke gegevenshuishouding voor overheden en bedrijfsleven. Betrouwbare, ruimtelijke informatie wordt aangeleverd en zorgt voor optimalisatie van de planning, bouw en beheer van de leefomgeving en infrastructuur.
- Adviesgroep Asset Management: Deze adviesgroep zorgt voor de basis van een toegespitst programma voor ontwikkeling, realisatie, aanpassing, exploitatie (beheer en onderhoud) en periodieke heroriëntatie op nieuwe behoeften. Op deze wijze draagt de Adviesgroep gedurende de gehele levenscyclus bij aan de bedrijfsdoelstellingen.

Bijlage 2: De BIM volwassenheidsmodellen

2.1 Bew-Richards model

Een extra toelichting op de inhoud van de levels van het Bew-Richards model.

Level 0:

In dit level wordt er gewerkt met teksten, lijnen en bogen in 2D tekeningen. Deze worden digitaal verwerkt op document niveau, bijvoorbeeld tekeningen in CAD-programmatuur of calculaties in Excel. Het betreft 'niet-intelligente' informatie, er worden geen digitale objecten toegepast. Op het formele overdrachtmoment vindt vooral uitwisseling van papieren tekeningen en documenten plaats.

Level 1:

De eerste stap in de implementatie van BIM is het werken met objecten. Dit wordt vaak geassocieerd met het werken met 3D-objecten die in een ontwerpprogramma in een virtuele omgeving worden geplaatst. 3D is echter geen uitgangspunt, bij grote infrastructuur projecten is het gebruik van 3D ook nog gelimiteerd. Kenmerkend voor dit level is de toepassing van eenduidige objecten waaraan informatie (intelligentie) is te koppelen. In level 1 is het nodig om management en ontwerp processen te scheiden aangezien zij verschillend zijn. Voor het ontwerp en management proces zijn methodes, standaarden en procedures opgesteld die gespecificeerd zijn voor level 1. De betekenis hiervan is te vinden onderaan de bijlage.

Level 2:

In dit level is het mogelijk om de in level 1 opgebouwde objectmodellen te delen. Er wordt samengewerkt op basis van een federatie (verzameling autonome) databases: ieder heeft zijn eigen model maar kan dus nog niet in elkaars model werken tegelijkertijd; al deze modellen worden gecombineerd in één view model om samen te werken aan de bestanden binnen aan een project. Ook toepassingen als planning (4D) en kostencalculaties (5D) zijn aan het model te koppelen. De partijen die de informatie delen bevinden zich veelal binnen één controleer- of beheersbare organisatie-eenheid. Standaarden en processen zijn opgesteld en gespecificeerd voor level 2, deze zijn te vinden onderaan de bijlage.

Level 3:

Dit is het BIM-level waarbij informatie tussen verschillende (on)bekende partijen dus niet alleen binnen één organisatie-eenheid wordt gedeeld via inter-operabele Open BIM-standaarden. Dit kan bijvoorbeeld in een geïntegreerde webservices-omgeving, er wordt tegelijk gewerkt aan de bestanden. Het bouwproces is volledig geïntegreerd in de keten en aan het eind van level 3 wordt informatie gedeeld over de lifecycle in de geïntegreerde omgeving. Hierbij is er een sterke relatie met facility management en Asset Management, aanpassingen worden gelijk in het model verwerkt in plaats van eerst in het bestand. In level 3 is het ook mogelijk om enkele toepassingsgebieden al in de ontwerpfase weer te geven.

Bew-Richards model, betekenis van standaarden, procedures en methodieken.

Level 1:

BS7000-4: Het management kijkt mee bij de ontwerp fase.

BS 1192:2007: Richtlijn, samenwerking tussen ontwerp, technische en bouw informatie

BS 8451-1,3,4: Bibliotheek voor Architectuur, Techniek en constructie voor vormen, afmetingen, specificaties, simulaties en identificaties.

CPIC/PIX protocol: Informatie gids om de implementatie van standaarden te stimuleren.

Level 2:

BS 1192:2007: Richtlijn, samenwerking tussen ontwerp, technische en bouw informatie

BS 1192-2: Processen en gegevens voor de ontwerp eisen per ontwerpfase.

BS 1192-3: Processen en gegevens bij data overdracht.

BS 8451-1,3,4: Bibliotheek voor Architectuur, Techniek en constructie voor vormen, afmetingen, specificaties, simulaties en identificaties.

Level 3:

Data integratie in de vorm van IFC, IDM of IFD.

Bronnen kunnen opgevraagd worden en zijn:

- PAS 1192-2:2013
- Strategy Paper for the Government Construction Client Group From the BIM Industry Working Group – March 2011 (Literatuurlijst)
- Five metrics”, geschreven door Succar et al. (2012). (Literatuurlijst)

2.2 IU BIM Proficiency Matrix

Een verdere toelichting op de hoofdtekst volgt hieronder:

Wat betreft inhoud per level geeft cel A1 bijvoorbeeld de volgende toelichting: “Het model bevat precieze meetgegevens van de omgeving, grote bouw objecten worden gemodelleerd als componenten en niet als 2D weergave. Secties, afmetingen en details worden met lijnen in een 2D veld weergegeven.” Overige toelichtingen zijn te vinden in de “IU BIM Proficiency Matrix”, deze kan op verzoek getoond worden en de link is ook in de literatuurlijst te vinden. De bedoeling van het model is dat stakeholders het invullen en de eigenaar zijn eigen BIM gebruik kan beoordelen, het is ontwikkeld in 2009 aan de Universiteit van Indiana (USA).

IU BIM Proficiency Matrix									
Category Number	A - Physical Accuracy of Model	B- IPD Methodology	C - Calculation Mentality	D - Location Awareness	E - Content Creation	F - Construction Data	G - As-Built Modeling	H- FM Data Richness	
1	Basic Model Geometry	Creation of A BIM Execution Plan	Basic Model Information Export (Disciplined)	Site Orientation	Geometrically Correct Content	Quantity Takeoffs	Post Bid Model Documentation	Space Management Data	H.1
2	Design Requirements	Introduction of Structural and MEP Model	IPD Integration	Existing Environment Awareness	Manufacturer's Specific	Object Scheduling	Coordination Modeling	Asset Management	H.2
3	Design Side Collision Detection	Model Managers Role Defined	Interdisciplinary Calculations	Global Accuracy	Design Intent	Material Procurement	Recapturing Design Intent	Manufacturer Specific Information	H.3
4	Model Accuracy Innovation	IPD Methodology Innovation	Calculations Innovation	Location Innovation	Content Innovation	Construction Innovation	As-Built Innovation	FM Data Innovation	H.4
	Points Achieved	Points Achieved	Points Achieved	Points Achieved	Points Achieved	Points Achieved	Points Achieved	Points Achieved	Points Achieved
	0	0	0	0	0	0	0	0	0

BIM Maturity			
Category	Points Achieved	BIM Maturity Score	BIM Standard
A - Physical Accuracy of Model	0	0	BIM Score Between 0-12 = Working Towards BIM
B- IPD Methodology	0		BIM Score Between 13-18 = Certified BIM
C - Calculation Mentality	0		BIM Score Between 19-24 = Silver
D - Location Awareness	0		BIM Score Between 25-28 = Gold
E - Content Creation	0		BIM Score Between 29-32 = Ideal
F - Construction Data	0		
G - As-Built Modeling	0		
H- FM Data Richness	0		

2.3 NBIMS-ICMM

Toelichting NBIMS-ICMM criteria:

Capability Maturity Model Category Descriptions

Title	Description
Data Richness	Identifies the completeness of the building Information Model from initially very few pieces of unrelated data to the point of it becoming valuable information and ultimately corporate knowledge about a facility
Life-cycle Views	Views refer to the phases of the project and identifying how many phases are to be covered by the BIM. One would start as individual stove pipes of information and then begin linking those together and taking advantage of information gathered by the authoritative source of the information. This category has high cost reduction, high value implications based on the elimination of duplicative data gathering. The goal would be to support functions outside the traditional facility management roles, such as first responders.
Roles Or Disciplines	Roles refer to the players involved in the business process and how the information flows. This is also critical to reducing the cost of data re-collection. Disciplines are often involved in more than one view as either a provider or consumer of information. Our goal is to involve both internal and external roles as both providers and consumers of the same information so that data does not have to be re-created and that the authoritative source is the true provider of the information.
ITIL Maturity Assessment	Information Technology Infrastructure Library provides a set of best practice approaches to information management. Using these business processes as your basis will help ensure that everyone is working to converge their efforts and information will flow. If it does not then there are procedures to rectify the problems.
Business process	The business process defines how business is accomplished. If the data and information is gathered as part of the business process then data gathering is a no cost requirement. If data is gathered as a separate process then the data will likely not be accurate. The goal is to have data both collected and maintained in a real time environment, so as physical changes are made they are reflected for others to access in their portion of the business process.
Timeliness/ Response	While some information is more static than other information it all changes and up to the minute accuracy may be critical in emergency situations. The closer to accurate real time information you can be the better quality the decisions that are made. Some of those decisions may be life saving in nature.
Delivery Method	Data delivery is also critical to success. If data is only available on one machine then sharing can not occur other than by email or hard copy. In a structured networked environment if information is centrally stored or accessible then some sharing will occur. If the model is a systems oriented architecture (SOA) in a web enabled environment the nentocentricity will occur and information will be available in a controlled environment to the appropriate players. Information assurance must be engineered into all phases.
Graphical Information	Often the starting point is a non-graphical environment. The advent of graphics helps paint a clearer picture for all involved. As standards are applied then information can begin to flow as the provider and receiver must have the same standards in place. As 3D images come into play more consumers of the information will have a common view and a higher level of understanding will occur. As time and cost are added then the interfaces can be expanded significantly.
Spatial Capability	Understanding where something is in space is significant to many information interfaces and the richness of the information. Energy calculations must know where the heat gains will come from, first responders need to know where water supplies and utility cutoffs are located in relation to the facility.
Information Accuracy	Having a way to ensure that information remains accurate is only possible through some mathematical ground truth capability. Having a mathematical product will also allow for better management by supporting difficult to game metrics. These numbers can be used for occupancy, information collection completeness and overall inventory calculations.
Interoperability/ IFC Support	Our ultimate goal is to ensure interoperability of information. Getting accurate information to the party requiring the information. There are many ways to achieve this, however the most effective is to use a standards based approach to ensure that information is a form that it can be shared and products are available that can read that standard for of information.

Al deze bovenstaande criteria zijn opgesplitst in 10 volwassenheidslevels. De inhoud van zo'n level is per criterium weergegeven in onderstaande afbeelding.

Tabular BIM Capability Maturity Model											5/30/2006
Maturity Level	A Data Richness	B Life-cycle Views	C Roles Or Disciplines	ITIL Maturity Assessment	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 ITIL Implementation	Separate Processes Not	Most Response Info manually re-	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	Initiation	Few Bus Processes Collect Info	Most Response Info manually re-	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	Limited Awareness	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	Full Awareness	Most Bus Processes Collect Info	Limited Response Info Available In	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	Limited Control	All Business Process(BP) Collect Info	Most Response Info Available In	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 & Warrant	Plan, Design & Construction Supported	Full Control	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 & Warrant	Partial Ops & Sustainment Supported	Limited Integration	Some BP Collect & Maintain Info	All Response Info From BIM & Timely	Full Web Enabled Services	3D - Intelligent Graphics	Part of a limited GIS	Limited Comp Areas & Ground	Limited Info Uses IFC's For Interoperability
8	Completely Authoritative Information	Add Financial	Operations & Sustainment Supported	Full Integration	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 & Metrics	Expanded Info Uses IFC's For Interoperability
9	Limited Knowledge Management	Full Facility Life-cycle Collection	All Facility Life-cycle Roles Supported	Limited Optimization	Some BP Collect&Main t In Real Time	Full Real Time Access From BIM	Netcentric SOA Based CAC	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	Full Optimization	All BP Collect&Main t 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	All Info Uses IFC's For Interoperability

© NIBS 2006

Zoals in de hoofdttekst aangegeven hebben alle criteria geen gelijke weging. Elk criterium heeft tien levels en elk criterium heeft een eigen weging zoals te zien is in kolom 2 in de figuur hieronder. Het volwassenheidslevel is in de volgende kolom weergegeven. In onderstaand figuur is te achterhalen wat de score voor dit volwassenheidslevel is, voor het criterium genoemd in kolom 1. Het getal van het volwassenheidslevel wordt vermenigvuldigd met de weging en dit levert de score per criterium op. Wanneer je als bedrijf het niet eens bent met deze weging kan deze aangepast worden. Bijvoorbeeld is in onderstaand figuur 'Data Richness' beoordeeld met level 2, de weging is 84%. $0.84 \times 2 = 1.68 \approx 1.7$.

De score van alle criteria wordt bij elkaar opgeteld en vervolgens kan er gekeken worden in welk volwassenheidslevel een project of organisatie zich bevindt. Onderstaande afbeelding heeft een minimum BIM level.

The Interactive BIM Capability Maturity Model			
Area of Interest	Weighted Importance	Choose your perceived maturity level	Credit
Data Richness	84%	Expanded Data Set	1.7
Life-cycle Views	84%	No Complete Project Phase	0.8
Change Management	90%	No ITIL Implementation	0.9
Roles or Disciplines	90%	Two Roles Partially Supported	2.7
Business Process	91%	Few Bus Processes Collect Info	1.8
Timeliness/ Response	91%	Most Response Info manually re-collected	1.8
Delivery Method	92%	Network Access w/ Basic IA	2.8
Graphical Information	93%	NCS 2D Non-Intelligent As Designed	2.8
Spatial Capability	94%	Not Spatially Located	0.9
Information Accuracy	95%	Initial Ground Truth	1.9
Interoperability/ IFC Support	96%	Forced Interoperability	1.9
Credit Sum			20.1
Maturity Level			Minimum BIM
ADMINISTRATION			
Points Required for Certification Levels			
Low		High	
20		29.9	Minimum BIM
30		39.9	Minimum BIM
40		49.9	Minimum BIM
50		69.9	Certified
70		79.9	Silver
80		89.9	Gold
90		100	Platinum

2.4 BIMMM

BIMMM bestaat uit drie groeperingen, proces, technologie en politiek. De inhoud per criterium voor de vijf volwassenheidslevels zijn hieronder besproken.

Toelichting groepering Proces:

BIM Competency Areas at Granularity level 1		a	b	c	d	e
		INITIAL	DEFINED	MANAGED	INTEGRATED	OPTIMISED
PROCESS	Infrastructure: physical and knowledge-related	The work environment is either not recognised as a factor in staff satisfaction or may not be conducive to productivity. Knowledge is not recognised as an asset; BIM knowledge is typically shared informally between staff (through tips, techniques and lessons learned).	The work environment and workplace tools are identified as factors affecting motivation and productivity. Similarly, knowledge is recognised as an asset; shared knowledge is harvested, documented and thus transferred from tacit to explicit.	The work environment is controlled, modified and it's criteria managed to enhance staff motivation, satisfaction and productivity. Also, documented knowledge is adequately stored.	Environmental factors are integrated into performance strategies. Knowledge is integrated into organisational systems; stored knowledge is made accessible and easily retrievable [refer to the 4 levels of knowledge retention (Arif et al., 2009)].	Physical workplace factors are reviewed constantly to insure staff satisfaction and an environment conducive to productivity. Similarly, knowledge structures responsible for acquisition, representation and dissemination are systematically reviewed and enhanced.
	Products & Services specification, differentiation, project delivery approach and R&D	3D models deliverables (a BIM product) suffer from too high, too low or inconsistent levels of detail.	A "statement defining the object breakdown of the 3D model" (Bouygues, 2007) is available.	Adoption of product/ service specifications similar to Model Progression Specifications (AIA, 2008), BIPS 'information levels' (BIPS, 2008) or similar.	Products and services are specified and differentiated according to Model Progression Specifications or similar.	BIM products and services are constantly evaluated; feedback loops promote continuous improvement.
	Human Resources: competencies, roles, experience and dynamics	There is an absence of defined processes; roles are ambiguous and team structures/dynamics are inconsistent. Performance is unpredictable and productivity depends on individual heroics. A mentality of 'working 'around the system' flourishes.	BIM roles are informally defined and teams are formed accordingly. Each BIM project is planned independently. BIM competency is identified and targeted; BIM heroism fades as competency increases but productivity is still unpredictable.	Cooperation within organisations increases as tools for cross-project communication are made available. Flow of information steadies; BIM roles are visible and targets are achieved more consistently.	BIM roles and competency targets are imbedded within the organisation. Traditional teams are replaced by BIM-oriented ones as new processes become part of organisation's / project team's culture. Productivity is now consistent and predictable.	BIM competency targets are continuously upgraded to match technological advances and align with organisational objectives. Human resource practices are proactively reviewed to insure intellectual capital matches process needs.
TECHNOLOGY	Leadership: innovation and renewal, strategic, organisational, communicative and managerial attributes	Senior leaders/ managers have varied visions about BIM. BIM implementation (according to BIM Stage requirements) is conducted without a guiding strategy. At this maturity level, BIM is treated as a technology stream; innovation is not recognised as an independent value and business opportunities arising from BIM are not acknowledged.	Senior leaders/managers adopt a common vision about BIM. BIM implementation strategy lacks actionable details. BIM is treated as a process-changing, technology stream. Product and process innovations are recognised; business opportunities arising from BIM are identified but not exploited.	The vision to implement BIM is communicated and understood by most staff. BIM implementation strategy is coupled with detailed action plans and a monitoring regime. BIM is acknowledged as a series of technology, process and policy changes which need to be managed without hampering innovation. Business opportunities arising from BIM are acknowledged and used in marketing efforts.	The vision is shared by staff across the organisation and/or project partners. BIM implementation, its requirements and process/ product innovation are integrated into organisational, strategic, managerial and communicative channels. Business opportunities arising from BIM are part of team, organisation or project-team's competitive advantage and are used to attract and keep clients.	Stakeholders have internalised the BIM vision and are actively achieving it (Nightingale & Mize, 2002). BIM implementation strategy and its effects on organisational models are continuously revisited and realigned with other strategies. If alterations are needed, they are proactively implemented. Innovative product/ process solutions and business opportunities are sought-after and followed through relentlessly.

Toelichting groepering Technologie:

BIM Competency Areas at Granularity level 1		a	b	c	d	e
		INITIAL	DEFINED	MANAGED	INTEGRATED	OPTIMISED
TECHNOLOGY	Software: applications, deliverables and data	Usage of software applications is unmonitored and unregulated. 3D Models are relied on to mainly generate accurate 2D representations/deliverables. Data usage, storage and exchanges are not defined within organisations or project teams. Exchanges suffer from a severe lack of interoperability.	Software usage/introduction is unified within an organisation or project teams (multiple organisations). 3D Models are relied upon to generate 2D as well as 3D deliverables. Data usage, storage and exchange are well defined within organisations and project teams. Interoperable data exchanges are defined and prioritised.	Software selection and usage is controlled and managed according to defined deliverables. Models are the basis for 3D views, 2D representations, quantification, specification and analytical studies. Data usage, storage and exchanges are monitored and controlled. Data flow is documented and well-managed. Interoperable data exchanges are mandated and closely monitored.	Software selection and deployment follows strategic objectives, not just operational requirements. Modelling deliverables are well synchronised across projects and tightly integrated with business processes. Interoperable data usage, storage and exchange are regulated and performed as part of an overall organisational or project-team strategy.	Selection/use of software tools is continuously revisited to enhance productivity and align with strategic objectives. Modelling deliverables are cyclically being revised/ optimised to benefit from new software functionalities and available extensions. All matters related to interoperable data usage storage and exchange are documented, controlled, reflected upon and proactively enhanced.
	Hardware: equipment, deliverables and location/mobility	BIM equipment is inadequate; specifications are too low or inconsistent across the organisation. Equipment replacement or upgrades are treated as cost items and performed only when unavoidable.	Equipment specifications – suitable for the delivery of BIM products and services – are defined, budgeted-for and standardised across the organisation. Hardware replacements and upgrades are well-defined cost items.	A strategy is in place to transparently document, manage and maintain BIM equipment. Investment in hardware is well-targeted to enhance staff mobility (where needed) and extend BIM productivity.	Equipment deployments are treated as BIM enablers. Investment in equipment is tightly integrated with financial plans, business strategies and performance objectives.	Existing equipment and innovative solutions are continuously tested, upgraded and deployed. BIM hardware become part of organisation's or project team's competitive advantage.
	Network: solutions, deliverables and security/ access control	Network solutions are non-existent or ad-hoc. Individuals, organisations (single location/ dispersed) and project teams use whatever tools found to communicate and share data. Stakeholders lack the network infrastructure necessary to harvest, store and share knowledge.	Network solutions for sharing information and controlling access are identified within and between organisations. At project level, stakeholders identify their requirements for sharing data/information. Dispersed organisations and project teams are connected through relatively low-bandwidth connections.	Network solutions for harvesting, storing and sharing knowledge within and between organisations are well managed through common platforms (e.g. intranets or extranets). Content and asset management tools are deployed to regulate structured and unstructured data shared across high-bandwidth connections.	Network solutions enable multiple facets of the BIM process to be integrated through seamless real-time sharing of data, information and knowledge. Solutions include project-specific networks/portals which enable data-intensive interchange (interoperable exchange) between stakeholders.	Network solutions are continuously assessed and replaced by the latest tested innovations. Networks facilitate knowledge acquisition, storing and sharing between all stakeholders. Optimisation of integrated data, process and communication channels is relentless.

Toelichting groepering Politiek:

BIM Competency Areas at Granularity level 1		a	b	c	d	e
		INITIAL	DEFINED	MANAGED	INTEGRATED	OPTIMISED
POLICY	Regulatory: rules/ directives, standards/ classifications, guidelines/ benchmarks and codes/ regulations	There are no BIM guidelines, documentation protocols or modelling standards. There is an absence of documentation and modelling standards. There is informal or no quality control plans; neither for 3D models nor for documentation. There are no performance benchmarks for processes, products or services.	Basic BIM guidelines are available (e.g. training manual and BIM delivery standards). Modelling and documentation standards are well defined according to market-accepted standards. Quality targets and performance benchmarks are set.	Detailed BIM guidelines are available (training, standards, workflow, exceptions...). Modelling, representation, quantification, specifications and analytical properties of 3D models are managed through detailed modelling standards and quality plans. Performance against benchmarks is tightly monitored and controlled.	BIM guidelines are integrated into overall policies and business strategies. BIM standards and performance benchmarks are incorporated into quality management and performance improvement systems.	BIM guidelines are continuously and proactively refined to reflect lessons learned and industry best practices. Quality improvement and adherence to regulations and codes are continuously aligned and refined. Benchmarks are repetitively revisited to insure highest possible quality in processes, products and services
	Contractual: responsibilities, rewards and risks	Dependence on pre-BIM contractual arrangements. BIM risks related to model-based collaboration (differ in each market) are not recognised or are ignored.	BIM requirements are recognised. "Statements defining the responsibility of each stakeholder regarding information management" (Bouygues, 2007) are now available.	There is a mechanism to manage shared BIM intellectual property, confidentiality, liability and a system for BIM conflict resolution.	Organisation are aligned through trust and mutual dependency beyond contractual barriers.	Responsibilities, risks and rewards are continuously revisited and realigned to effort. Contractual model are modified to achieve best practices and highest value for all stakeholders.
	Preparatory: research efforts/ deliverables, educational programmes/ deliverables and training programmes	Very little or no training available to BIM staff. Educational/ training mediums are not suitable to achieve the results sought.	Training requirements are defined and are typically provided only when needed. Training mediums are varied allowing flexibility in content delivery.	Training requirements are managed to adhere to pre-set broad competency and performance objectives. Training mediums are tailored to suit trainees and reach learning objectives in a cost-effective manner.	Training is integrated into organisational strategies and performance targets. Training is typically based on staff roles and respective competency objectives. Training mediums are incorporated into knowledge and communication channels.	Training is continuously evaluated and improved upon. Training availability and delivery methods are tailored to allow multi-modal continuous learning.

2.5 Pennstate maturity model

Om BIM effectief te integreren in een project is er een uitvoeringsplan opgesteld voor BIM implementatie en de stappen die daarvoor doorlopen dienen te worden. Deze stappen zijn weergegeven in een volwassenheidsmodel dat is opgezet door het research program en geeft weer op welk niveau BIM geïmplementeerd is in het project. Het model is bedoeld voor de organisatie om zijn eigen BIM level te bepalen tijdens het project. Er is door het CIC research program team vastgesteld dat er voorafgaand, tijdens en na afloop van het project een algemene vergadering moet zijn om het werken volgens de BIM gedachtegang gestructureerd te laten verlopen. Hieronder volgen de zes groeperingen met criteria.

Toelichting groepering Strategie:

Planning Element	Description	Level of Maturity						Current Level	Target Level	Total Possible
Strategy	the Mission, Vision, Goals, and Objectives, along with management support, BIM Champions, and BIM Planning Committee.	0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	0	0	25
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.	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)	0	0	5
BIM Vision and Objectives	A vision is a picture of what an organization is striving to become 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)	0	0	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	0	0	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	0	0	5
BIM Planning Committee	The BIM Planning Committee is responsible for developing the BIM strategy of the organization	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	0	0	5

Toelichting groepering Gebruik en proces:

Planning Element	Description	Level of Maturity						Current Level	Target Level	Total Possible
BIM Uses	The specific methods of implementing BIM	0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	0	0	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	0	0	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	0	0	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	0	0	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	0	0	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	0	0	5

Toelichting groepering Informatie en IT infrastructuur

Planning Element	Description	Level of Maturity						Current Level	Target Level	Total Possible
Information	Information Needs refer to Model Level of Development and Facility Data requirements	0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	0	0	15
Model Element Breakdown (MEB)	Model Element Breakdown Structure are identifiers assigned to each physical or functional element in the breakdown of the facility model.	No consistent Organizational Model Element Breakdown	Organizational Model Element Breakdown defined but not uniform within entire organization	Organizational Model Element Breakdown is uniform within the organization	Organizational Model Element Breakdown aligned with industry standards	Organizational Model Element Breakdown updated along with industry standards	Organizational modifications to industry standard model element breakdown are balloted for inclusion in industry standards	0	0	5
Level of Development (LOD)	The Level of Development (LOD) describes the level of completeness to which a Model Element developed	No consistent Level of Development	LOD defined but not standardized within the entire organization	LOD standardized within the organization	Organizational LOD standards aligned with industry standards	Model View Definitions & Information Delivery Manuals are used to define Level of Development	Organizational modification to MVDs and IDMs are balloted for inclusion in industry standards	0	0	5
Facility Data	Facility Data is non-graphical information that can be attached to objects within the Model that defines various characteristics of the object	No consistent facility data requirement	Facility Data defined but not internally standardized	Facility data defined and standardized within the organization	Organizational Facility Data attributes aligned with industry standards	Facility data attributes aligned with open standards	Facility data attributes updated with open standards	0	0	5
Infrastructure	Technological and physical systems needed for the operation of BIM with the organization.	0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	0	0	15
Software	the programs and other operating information used by a computer to implement BIM	No BIM Software	Software capable of accepting BIM data	Facility data defined and standardized within the organization	Advanced BIM software systems	All software systems available to all personnel	Program established for continuous updating of BIM software systems	0	0	5
Hardware	physical interconnections and devices required to store and execute (or run) BIM software	No Hardware capable of running BIM software	Some hardware capable of running basic BIM software	Facility data defined and standardized within the organization	Some advanced hardware systems with the organization	All organization hardware is capable of running advanced BIM Software	Program established for continuous updating of BIM hardware systems	0	0	5
Physical Spaces	Functional areas within a facility used to properly implement BIM within the organization	No dedicated BIM space	Single workstation for viewing BIM data	Facility data defined and standardized within the organization	BIM room for collaborating with large screen viewing capability	Multiple collaborative workspaces within regular workspace	Program established for continuous updating of BIM spaces	0	0	5

Toelichting personeel:

Planning Element	Description	Level of Maturity						Current Level	Target Level	Total Possible
Personnel	Human resources of an organization	0 Non-Existent	1 Initial	2 Managed	3 Defined	4 Quantitatively Managed	5 Optimizing	0	0	25
Roles and Responsibilities	Roles are the primary function assumed by a person within the organization and Responsibilities are the tasks or obligations that one is required to do as part of that role.	No roles and responsibilities documented	BIM is the responsibility of the BIM Champion	BIM is the responsibility of the interdisciplinary BIM Group	BIM responsibility lies with each operating unit	BIM responsibility lies with each person	BIM Responsibilities are regularly reviewed to ensure they are properly distributed	0	0	5
Organizational Hierarchy	An arrangement of personnel and group into functional groups within the organization	Organizational Hierarchy does not address BIM	BIM Champion outside of typical organizational hierarchy	Small BIM Implementation Team outside the typical organization hierarchy	Large interdisciplinary BIM Group created	BIM Champion defined within each operating unit	BIM Implementation Team supports BIM Use within operating units	0	0	5
Education	Education is to formally instruct about a subject	No Education Program	Ad hoc education as needed	Formal Presentations on what is BIM and the Benefits is has for the organization	Regularly conducted employee education sessions	On-Demand education program established for the organization	Education is seamlessly improved through lessons learned within the organization	0	0	5
Training	Train is to teach so as to make fit, qualified, or proficient in a specific task or process	No Training Program	Training program run by vendors - only for necessary personnel	Internal Training program for all personnel that may interact with BIM	Regularly conducted and routine training programs	On-Demand training program established for the organization	Training is seamlessly improved through lessons learned within the organization	0	0	5
Change Readiness	The willingness and state preparedness of an organization to integrate BIM	No Change Readiness Awareness	Established Need for BIM	Upper Management Buy-in	Operating Unit Buy in	All individuals buy in	Willingness to change is part of the culture of the organization	0	0	5
Totals	This is the total for all the categories. Note this does reflect maturity in all sections. While the organization could score high, there could be some key areas not implemented that could hinder the organizations BIM Implementation.							0	0	90

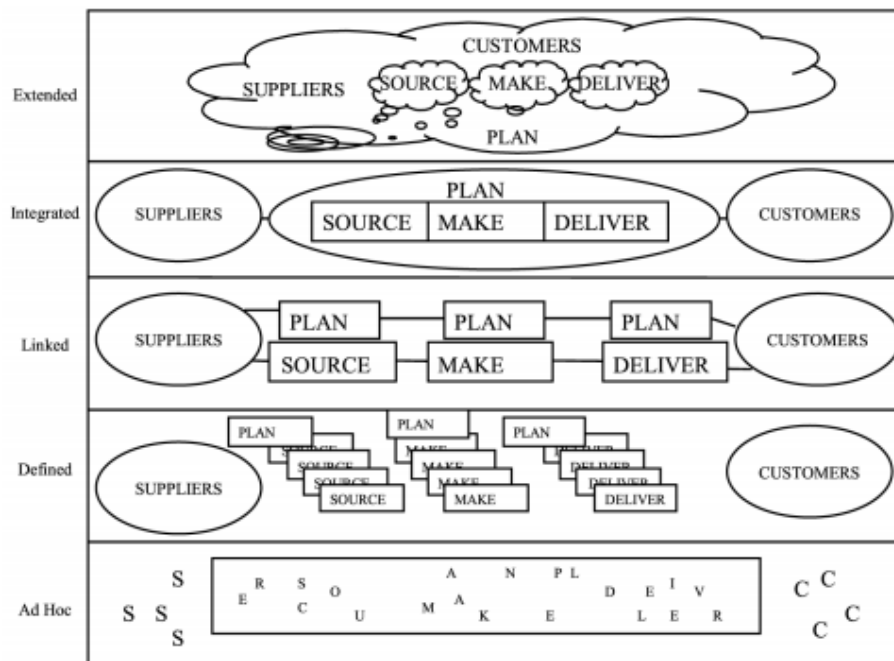
2.6 BIMMM Siebelink

Criterium/subcriterium	Omschrijving	Beschrijving maturity niveau						Beoordeling toepassingsgebied		
		0 Niet aanwezig	1 Initieel	2 Gemanaged	3 Gedefinieerd	4 Kwantitatief gemanaged	5 Optimaliserend	A Belangrijkste BIM toepassing, bijv. Uitwisseling van gegevens met ketenpartners, andere disciplines	B Toepassing die afwijkt van A, bijv. visualisatie via 3D-model	C Toepassing die afwijkt van A en B, bijv. 3D-coördinatie (clashdetectie)
Strategie	De missie, visie en doelstellingen van de organisatie en de wijze waarop management de BIM activiteiten ondersteunt									
BIM visie en doelstellingen	De strategie op organisatieniveau kan worden geconcretiseerd voor BIM door hierin een BIM visie en bijbehorende doelstellingen op te nemen.	Geen BIM visie of doelstellingen geformuleerd	Basisvisie is gedefinieerd	BIM doelstellingen op hoofdlijnen vastgesteld	BIM visie past binnen de bredere organisatorische missie en strategie. Er is met ketenpartners overeenstemming over de BIM visie.	BIM doelstellingen zijn SMART opgesteld	BIM visie en doelstellingen worden regelmatig beoordeeld en zo nodig bijgesteld	maturity niveau geldt voor alle toepassingsgebieden		
Managementondersteuning	De mate waarin het management ondersteuning biedt aan de BIM implementatie (operationalisering van de BIM visie en doelstellingen).	Geen ondersteuning van het management	Beperkte, ongestructureerde ondersteuning (bijv. onderzoeken haalbaarheid BIM). Middelen worden ad hoc beschikbaar gesteld.	Voldoende ondersteuning voor implementatie BIM, maar met beperkte middelen	Volledige ondersteuning voor implementatie BIM met passende middelen	Er worden voldoende middelen ter beschikking gesteld om BIM verder te ontwikkelen en nieuwe toepassingen te implementeren.	Volledige ondersteuning voor continue inspanningen om BIM verder te ontwikkelen. Deze ondersteuning is ook voor de toekomst gewaarborgd.			
BIM expert / werkgroep / afdeling	Mede afhankelijk van de organisatiegrootte kan een BIM expert en/of BIM werkgroep/afdeling zijn aangesteld. De BIM experts hebben een adviserende en ondersteunende rol binnen het implementatieproces	Geen BIM expert, werkgroep of afdeling	BIM expert met weinig tijd voor BIM initiatieven / Een aantal BIM geïnteresseerden komen samen (op onregelmatige basis) om BIM implementatie te bespreken.	BIM expert met voldoende tijd voor BIM ondersteuning en initiatieven / Werkgroep waarin niet alle bedrijfsonderdelen zijn opgenomen.	BIM expert werkt nauw samen met alle onderdelen uit de organisatie. Multidisciplinair e werkgroep met vertegenwoordiging uit alle operationele divisies.	BIM expert maakt onderdeel uit van het (hoger) management / Alle niveaus van de organisatie zijn vertegenwoordigd in een BIM groep, incl. hoger management	BIM gerelateerde besluitvorming van de expert/groep wordt meegenomen in de strategische planning van de organisatie om te kunnen bijsturen o.b.v. ervaringen en ontwikkelingen.			
Organisatiestructuur	Formele opbouw van de organisatie, zoals verdeling van arbeid, hiërarchische structuur, functiesomschrijvingen.	0 Niet aanwezig	1 Initieel	2 Gemanaged	3 Gedefinieerd	4 Kwantitatief gemanaged	5 Optimaliserend	A	B	C
Taken en verantwoordelijkheden	De mate waarin de taken en verantwoordelijkheden m.b.t. BIM processen zijn geformaliseerd en de wijze waarop deze worden ingevuld.	Geen taken en verantwoordelijkheden gedocumenteerd	BIM taken en verantwoordelijkheden zijn slecht of in beperkte mate vastgesteld.	Basistaken m.b.t. BIM processen zijn vastgesteld, maar zijn beperkt geïntegreerd in de verantwoordelijkheden en taakomschrijvingen van de reguliere functies.	Verantwoordelijkheid voor BIM processen ligt bij de projectteams / operationele units. De BIM activiteiten zijn geïntegreerd in taak- of rolomschrijvingen.	Structuur, functies en bijbehorende taken en verantwoordelijkheden zijn zodanig gewijzigd dat de BIM processen optimaal worden ondersteund, zowel gericht op interne als externe toepassingen.	Taken en verantwoordelijkheden worden regelmatig beoordeeld, zodat ze goed afgestemd blijven op de veranderende BIM omgeving	Verschillende maturity niveaus per toepassingsgebied mogelijk		
Mens en cultuur	De eigenschappen en competenties van personen, hebben grote invloed op het algehele functioneren van BIM in een organisatie. De culturele gewoontes zijn daarbij verankerd in de organisatie en bepalen mede de motivatie om met BIM te werken of nieuwe ontwikkelingen te ondersteunen	0 Niet aanwezig	1 Initieel	2 Gemanaged	3 Gedefinieerd	4 Kwantitatief gemanaged	5 Optimaliserend	A	B	C
Persoonlijke motivatie & bereidheid te veranderen	Persoonlijke drijfveren om BIM implementatie te accepteren en te ondersteunen. De organisatie moet hierbij bereid zijn een 'verandertraject' te ondergaan dat betrekking heeft op de gehele manier van werken. De heersende organisatiestructuur heeft grote invloed op de mate en snelheid waarmee veranderingen worden doorgevoerd.	Organisatiecultuur werkt demotiverend voor implementatie van BIM	Organisatiecultuur ondersteunt de transitie naar BIM niet, persoonlijke drijfveren bepalen op projectbasis of BIM kan worden toegepast.	De persoonlijke motivatie voor BIM wordt nog onvoldoende ondersteund door de cultuur, ondanks de inspanningen vanuit de top van de organisatie om dit te veranderen.	De motivatie voor gezamenlijke BIM doelen zorgt steeds meer voor een eenheid binnen de organisatie t.a.v. BIM en een grotere bereidheid om de manier van werken te veranderen.	Cultuur in de organisatie stimuleert BIM processen en werkwijzen, waardoor het mogelijk is om traditionele functies en processen aan te passen in het belang van BIM (samenwerking).	Door de sterke motivatie voor het gebruik van BIM en de bereidheid zich voortdurend aan te passen aan de BIM ontwikkelingen, kan de organisatie snel reageren op de veranderende omgeving			
Vragende actor (intern)	Een vragende actor fungeert als aanjager voor het BIM implementatieproces. Deze zogenaamde BIM champion, stuurt en stimuleert andere mensen in de organisatie t.a.v. BIM	Geen vragende actor (BIM champion)	BIM champion geïdentificeerd, maar beperkte tijd toegewezen aan BIM initiatief	BIM champion met (net) voldoende toegewezen tijd	Meerder vragende actoren binnen de organisatie (vanuit verschillende lagen/divisies)	ER is een BIM champion binnen de directie/leidinggevenden van de organisatie. Deze staat in nauw contact met de operationeel verantwoordelijk en	BIM champion binnen de directie werkt nauw samen met BIM champions vanuit andere organisaties of instanties			
Educatie, training en ondersteuning	Dit bepaalt de bekendheid van mensen om met BIM software en conform BIM procedures te kunnen werken. Onder educatie, training en ondersteuning vallen zowel de algemene voorlichting als de gerichte instructies en begeleiding m.b.t. de uitvoering van BIM taken.	Geen educatie of specifieke training voor BIM processen	Educatie en training ongestructureerd, slechts individuen hierop aandringen	Educatie en training voor mensen die met BIM te maken hebben. Zij hebben de beschikking over bedieningsvoorshriften met instructies omtrent het werken met BIM software.	Algemene voorlichting over BIM wordt organisatiebreed gegeven. Uitgebreide educatie en trainings sessies voor mensen die met BIM werken.	Educatie- en trainingsprogramma voor de organisatie is afgestemd op de persoonlijke behoefte met een belangrijke plaats voor begeleiding en ondersteuning in de praktijk: 'training on the job'.	Educatie en training wordt continu verbeterd o.b.v. de lessen die geleerd worden binnen de organisatie (good/bad practices)			
Samenwerkingsgerichtheid	De mate waarin de houding en instelling van mensen is gericht op samenwerking. Dit wordt onder meer bepaald door aspecten binnen de bedrijfscultuur, zoals openheid en transparantie t.o.v. partners. Externe motivatie door bijv. contractuele verplichtingen kan ook een belangrijke rol spelen.	Organisatie is sterk intern georiënteerd. BIM processen zijn slechts intern	samenwerking tussen ketenpartners is ad hoc en meer reactief dan proactief	Belang van samenwerking wordt onderkend. De samenwerking via BIM wordt meegenomen in de contractbesprekingen.	Gezamenlijke activiteiten met ketenpartners om structuren, taken en processen af te stemmen.	Externe samenwerking is onderdeel van de organisatie-strategie. Onderling vertrouwen tussen ketenpartners bevordert samenwerking.	Intensieve samenwerking met ketenpartners, waarbij processen continu worden verbeterd. Vertrouwen en besef van onderlinge afhankelijkheid liggen hieraan ten grondslag.			

Processen en procedures	een verzameling van activiteiten die gezamenlijk een BIM toepassing vormen. Procedures zijn erop gericht om deze processen te stroomlijnen en te standaardiseren.	0 Niet aanwezig	1 Initieel	2 Gemanaged	3 Gedefinieerd	4 Kwantitatief gemanaged	5 Optimaliserend	A	B	C
Procedures en werkinstructies	De mate waarin organisatorische en projectmatige processen zijn gedefinieerd, bijv. in procedures en werkinstructies. Dit bepaalt de consistentie en de prestatie van de processen.	Geen BIM procedures/ werkinstructies gedocumenteerd	BIM processen zijn beperkt gedefinieerd. Indien aanwezig worden de instructies niet consistent gebruikt, waardoor processen onvoorspelbaar zijn en afhangen van persoonlijke competenties.	Instructies/ procedures zijn vastgesteld voor belangrijke BIM processen, wat ten goede komt aan de voorspelbaarheid en herhaalbaarheid van processen.	Voor de belangrijkste BIM toepassingen zijn gedetailleerde werkinstructies opgesteld. Hierin zijn goede practices verwerkt en is steeds meer aandacht voor externe processen.	Gedetailleerde procesdocumentatie met het oog op het waarborgen van kwaliteit. Door de gedetailleerde procedures zijn geavanceerde BIM toepassingen mogelijk. Prestaties blijven binnen acceptabele grenzen en de voorspelbaarheid van processen is groot.	De gedetailleerde procesdocumentatie wordt regelmatig onderhouden en geüpdatet o.b.v. grondige evaluaties. Hierdoor kan optimaal worden geleerd over projecten heen.			
IT infrastructuur / ICT	De technische middelen die BIM faciliteren, waaronder hardware en software	0 Niet aanwezig	1 Initieel	2 Gemanaged	3 Gedefinieerd	4 Kwantitatief gemanaged	5 Optimaliserend	A	B	C
Hardware en netwerkomgeving	De fysieke elementen en systemen die benodigd zijn om de BIM software te kunnen opslaan en te kunnen gebruiken. De netwerkomgeving maakt het mogelijk om een bouwmodel en hieraan gekoppelde data intern en extern uit te wisselen. Indien er real time netwerkoplossingen worden toegepast, kan er tevens gelijktijdig aan een BIM worden gewerkt.	Geen hardware die in staat is om de BIM software te laten draaien	Hardware is gedeeltelijk in staat om basis BIM software te laten draaien. De netwerkomgeving is slechts geschikt voor intern dataverkeer / benodigde infrastructuur is niet aanwezig bij partners.	Mensen die met BIM werken beschikken over hardware die in staat is om basis BIM software te laten draaien. De netwerkomgeving faciliteert de uitwisseling van (deel)modellen.	Geavanceerde hardware systemen zijn gedeeltelijk aanwezig binnen de organisatie. De toewijzing van deze systemen is afhankelijk van de behoefte en BIM toepassing.	Alle hardware is in staat om geavanceerde BIM software te laten draaien. De netwerkomgeving ondersteunt het gelijktijdig werken aan een bouwmodel door meerdere partijen.	Er is een programma opgesteld om de BIM hardware-systemen up-to-date te houden			
Software	Besturings- en toepassingsprogramma's waarmee BIM toepassingen worden gefaciliteerd.	Geen BIM software	Er is software aanwezig waarmee BIM data kan worden ingezien.	Er zijn basis BIM software-systemen	Geavanceerde BIM toepassingen worden ondersteund door het softwarepakket.	Uitwisseling van gegevens wordt probleemloos gefaciliteerd door de software	Er is een programma opgesteld om de BIM software-systemen up-to-date te houden			
BIM faciliteiten	Fysieke voorzieningen en functionele ruimten die worden gebruikt om BIM processen binnen de organisatie te bevorderen.	Geen BIM werkplek of ruimte aanwezig	Eén of enkele werkplekken aanwezig die geschikt zijn om BIM data te bekijken	Er is een ruimte of werkplek aanwezig met een scherm die groot genoeg is om met meerdere personen samen te werken	Er is een ruimte / er zijn ruimtes beschikbaar voor samenwerken en vergaderen met de mogelijkheid om via een groot scherm, bijv. een smartboard, te communiceren	Onder de normale werkplekken zijn meerdere werkplekken ingericht t.b.v. BIM samenwerking	Er is een beleid opgesteld om de (veranderende) behoeften van BIM ruimtes te managen en hierop aanpassingen te doen.			
Data(structuur)	De verzameling en opbouw van alle (project)gegevens, documenten, tekeningen, etc in een Bouw Informatie Model	0 Niet aanwezig	1 Initieel	2 Gemanaged	3 Gedefinieerd	4 Kwantitatief gemanaged	5 Optimaliserend	A	B	C
Informatieopbouw	Gebruik van een documentmanagementsysteem (bijv. SharePoint) om projectgegevens gestructureerd op te slaan en toegankelijk te maken.	Geen systeem voor opslag en management van data	Gebruik van het documentmanagementsysteem is ongestructureerd en afhankelijk van behoefte en competentie binnen het projectteam	Gebruik van het documentmanagementsysteem is voorgeschreven in procedures. Het systeem is niet gekoppeld aan het bouwmodel.	Voor de belangrijke BIM toepassingen is het documentmanagementsysteem gekoppeld aan het Bouw Informatie Model	Het documentmanagementsysteem is volledig gekoppeld aan het Bouw Informatie Model. Ook gegevens van ketenpartners zijn in het systeem geïntegreerd.	Alle projectgebonden gegevens worden vanuit een organisatie-overkoepelend systeem beheerd. Een datamanager is verantwoordelijk voor het continu waarborgen van de consistentie en kwaliteit van de gegevens.			
Objectenstructuur / objectdecompositie	Een methodiek voor naamgeving en codering van objecten (bijv. een System Breakdown Structure). Er ontstaat een structuur van coderingen die worden toegekend aan een fysiek of functioneel element op verschillende detailniveaus van een bouwwerk.	Geen vaste methodiek voor naamgeving en codering van objecten	Objectdecompositie wordt op projectbasis vastgesteld, maar is niet uniform binnen de gehele organisatie	Uniforme objectdecompositie (coderingsmethodiek) vastgesteld voor de gehele organisatie, maar dit wordt niet gedeeld met projectpartners.	Organisatorische objectdecompositie wordt afgestemd en gedeeld met andere partijen en/of standaarden in de sector.	Organisatorische objectdecompositie wordt consistent geüpdatet o.b.v. richtlijnen binnen de sector. Duidelijke afspraken met ketenpartners over te hanteren objectenstructuur.	De organisatie is actief betrokken bij inspanningen in de sector om de objectdecompositie te standaardiseren en te verbeteren.			
Objectbibliotheken en -attributen	Het is mogelijk gebruik te maken van gestandaardiseerde objecten vanuit een objectbibliotheek. De objectattributen vormen een toevoeging van niet grafische informatie aan objecten in het bouwmodel, waarmee onder meer kenmerken en eigenschappen van een object worden gedefinieerd.	Er wordt geen gebruik gemaakt van een objectbibliotheek. Er wordt geen (niet grafische) informatie toegevoegd aan de objecten	Binnen de organisatie worden verschillende onderling niet afgestemde objectbibliotheken gehanteerd. Toevoeging van	Uniforme objectbibliotheek vastgesteld voor de hele organisatie. Niet geometrische basisgegevens worden gekoppeld.	Objecten uit de objectbibliotheek en niet geometrische informatie worden in lijn gebracht met sectorstandaarden.	Standaard objecten en objectinformatie kunnen worden opgehaald uit beschikbare bibliotheken via open standaarden.	De organisatie houdt zich voortdurend op de hoogte van ontwikkelingen met betrekking tot standaardisatie van de objectbibliotheek			

2.7 SCMMM

Een schematische weergave van het Supply Chain Management Maturity Model



Bovenstaande figuur maakt gebruik van de volgende begrippen:

- Suppliers: Opdrachtnemer, in dit geval dus Arcadis.
- Customers: Klant, dit kan bijvoorbeeld Rijkswaterstaat zijn.
- Source: Bron, uitgangspunten voor een begin van het ontwerp.
- Make: Ontwikkelen, het ontwerp wordt gemaakt.
- Deliver : Afleveren, het ontwerp wordt aan de klant geleverd.
- Plan: De fase tussen een idee met uitgangspunten en het afleveren van het ontwerp.

Bijlage 3: Samenvoeging criteria

Elk criterium heeft een herkomst in minimaal één van de modellen en elk criterium uit de modellen is meegenomen bij een samenvoeging. Er zijn nog extra mogelijkheden:

- Criteria uit eenzelfde model kunnen samen bij een criterium horen, dit is gedaan wanneer ze beide raakvlakken hebben met dit criterium.
- Een criterium uit een model heeft raakvlakken met meerdere criteria dus komt vaker voor.
- Criteria zijn in deze samenvoegingen in de originele schrijfwijze weergegeven net als in de afbeeldingen van de volwassenheidsmodellen. In de hoofdtekst zijn deze vertaald.

Wat het criterium betekent in een volwassenheidsmodel kan in de hoofdtekst en voorgaande bijlages herleid worden.

Samenvoeging 1	B-R Model	IU BIM Matrix	NBIMS-ICCM	BIMMM	Pennstate maturity model	BIMMM Siebelink	SCMMM
BIM visie en doelstellingen				Leadership	Organizational mission and goals. & BIM vision and objectives	BIM visie en doelstellingen	

Samenvoeging 2	B-R Model	IU BIM Matrix	NBIMS-ICCM	BIMMM	Pennstate maturity model	BIMMM Siebelink	SCMMM
Management ondersteuning					Management support	Management ondersteuning	

Samenvoeging 3	B-R Model	IU BIM Matrix	NBIMS-ICCM	BIMMM	Pennstate maturity model	BIMMM Siebelink	SCMMM
BIM stimulans					BIM Champion & BIM planning	Vragende actor & BIM expert	

Samenvoeging 4	B-R Model	IU BIM Matrix	NBIMS-ICCM	BIMMM	Pennstate maturity model	BIMMM Siebelink	SCMMM
Taken en verantwoordelijkheden			Roles or disciplines	Human resources	Roles and responsibilities	Taken en verantwoordelijkheden	

Samenvoeging 5	B-R Model	IU BIM Matrix	NBIMS-ICCM	BIMMM	Pennstate maturity model	BIMMM Siebelink	SCMMM
Training en opleiding				Preparatory	Education. & training	Educatie, training en ondersteuning	

Samenvoeging 6	B-R Model	IU BIM Matrix	NBIMS-ICCM	BIMMM	Pennstate maturity model	BIMMM Siebelink	SCMMM
Bereidheid te veranderen					Change readiness	Bereidheid om te veranderen	

Samenvoeging 7	B-R Model	IU BIM Matrix	NBIM S-ICCM	BIMMM	Pennstate maturity model	BIMMM Siebelink	SCMMM
Samenwerkingsgerichtheid						Samenwerkingsgerichtheid	

Samenvoeging 8	B-R Model	IU BIM Matrix	NBIMS-ICCM	BIMMM	Pennstate maturity model	BIMMM Siebelink	SCMMM
Hardware		Calculation mentality		Hardware	Hardware	Hardware en netwerkomgeving	

Samenvoeging 9	B-R Model	IU BIM Matrix	NBIMS-ICCM	BIMMM	Pennstate maturity model	BIMMM Siebelink	SCMMM
Software	Software	Construction data		Software	Software	Software	

Samenvoeging 10	B-R Model	IU BIM Matrix	NBIMS-ICCM	BIMMM	Pennstate maturity model	BIMMM Siebelink	SCMMM
Werkomgeving				Infrastructure	Physical space	BIM faciliteiten	

Samenvoeging 11	B-R Model	IU BIM Matrix	NBIMS-ICCM	BIMMM	Pennstate maturity model	BIMMM Siebelink	SCMMM
Standaarden	Standaarden		ITIL volwassenheid	Regulatory	Facility data	Objecten bibliotheek	

Samenvoeging 12	B-R Model	IU BIM Matrix	NBIMS-ICCM	BIMMM	Pennstate maturity model	BIMMM Siebelink	SCMMM
Supply proces							Supply proces

Samenvoeging 13	B-R Model	IU BIM Matrix	NBIMS-ICCM	BIMMM	Pennstate maturity model	BIMMM Siebelink	SCMMM
Procedures	Procedures		Business process	Contractual	Project processes. & Organizational processes	Procedures en werkinstructies	

Samenvoeging 14	B-R Model	IU BIM Matrix	NBIMS-ICCM	BIMMM	Pennstate maturity model	BIMMM Siebelink	SCMMM
Data nauwkeurigheid		Physical accuracy of model	Information accuracy				

Samenvoeging 15	B-R Model	IU BIM Matrix	NBIMS-ICCM	BIMMM	Pennstate maturity model	BIMMM Siebelink	SCMMM
Data volledigheid		Data richness	Data richness		Level of development		

Samenvoeging 16	B-R Model	IU BIM Matrix	NBIMS-ICCM	BIMMM	Pennstate maturity model	BIMMM Siebelink	SCMMM
Up to date houden data			Timeliness				

Samenvoeging 17	B-R Model	IU BIM Matrix	NBIMS-ICCM	BIMMM	Pennstate maturity model	BIMMM Siebelink	SCMMM
Grafische weergave	Grafische weergave	Content creation	Graphical information	Product and service			

Samenvoeging 18	B-R Model	IU BIM Matrix	NBIMS-ICCM	BIMMM	Pennstate maturity model	BIMMM Siebelink	SCMMM
Topografische weergave		Location awareness	Spatial capability				

Samenvoeging 19	B-R Model	IU BIM Matrix	NBIMS-ICCM	BIMMM	Pennstate maturity model	BIMMM Siebelink	SCMMM
Model koppeling toepasbaarheid	Toepassings gebied	IPD methodology	Life cycle views				

Samenvoeging 20	B-R Model	IU BIM Matrix	NBIMS-ICCM	BIMMM	Pennstate maturity model	BIMMM Siebelink	SCMMM
Model integratie	Integratie model				Project use & organizational use & Model element breakdown	Informatie opbouw & Objecten structuur	

Samenvoeging 21	B-R Model	IU BIM Matrix	NBIMS-ICCM	BIMMM	Pennstate maturity model	BIMMM Siebelink	SCMMM
Netwerk				Network		Hardware en Netwerkomgeving	

Samenvoeging 22	B-R Model	IU BIM Matrix	NBIMS-ICCM	BIMMM	Pennstate maturity model	BIMMM Siebelink	SCMMM
Informatie uitwisseling	Informatie uitwisseling	As-built modell ing	Delivery method & IFC support			Informatieo pbouw & Data-uitwisseling	

Niet meegenomen criterium

Uit de zes geanalyseerde volwassenheidsmodellen is één criterium die niet bij een groepering of ander criterium geplaatst konden worden omdat er geen raakvlakken zijn. Ook is het geen toevoeging op de bestaande criteria in tabel 8. Dit criterium is:

- Organizational hierarchy (Pennstate maturity model)

Life cycle

Het criterium 'life cycle' krijgt in de bekeken volwassenheidsmodellen geen aandacht. Arcadis vindt het echter wel relevant dat er tijdens het ontwerp al nagedacht wordt over het onderhoud, dit komt duidelijk terug in de definitie van BIM. Het criterium 'life cycle' waarbij de focus ligt om tijdens het ontwerp al bezig te zijn met het onderhoud is daarom verwerkt in de criteria: data volledigheid, BIM visie en doelstelling, management ondersteuning en model integratie. In volwassenheidsmodellen waar deze criteria in voorkomen is gekeken of er iets gezegd wordt over life cycle ook al staat dit woord er niet letterlijk, wanneer dit het geval is dan is het meegenomen in de omschrijving van het criterium. Hoe dit precies is verwerkt is te zien bij de inhoud van de genoemde criteria in bijlage 4.

Bijlage 4 Inhoud criteria en interview vragen

Tussen haakjes is achter de vraag weergegeven over welk level het gaat.

Criterium: BIM visie en doelstelling

BIM visie en doelstelling	Levels			
Modellen				
Bew-Richards	0	1	2	3
BIMMM	Basis	Basis	Basis	Basis
Pennstate		Aanvulling(2)		Aanvulling(5)
BIMMM Siebelink			Aanvulling(4)	

Betekenis per level:

- Level 0: Er is geen BIM visie of doelstelling gedefinieerd, BIM gedachtegangen worden toegepast zonder enige strategie en visie. Algemene doelstellingen zijn wel gedefinieerd.
- Level 1: Er is een BIM visie die de projectleiders en het grootste gedeelte van de werknemers delen. Voor BIM implementatie zijn gedetailleerde plannen aanwezig en doelstellingen worden met regelmaat behaald. BIM mogelijkheden zijn bekend onder de medewerkers maar worden nog niet volledig benut.
- Level 2: Een gelijke BIM visie wordt door het gehele bedrijf of het gehele project gehanteerd en de BIM doelstellingen zijn SMART geformuleerd. Innovatieve processen zijn meegenomen in de visie. Doelstellingen worden met hoge regelmaat behaald.
- Level 3: BIM visie en doelstellingen worden door een ieder nagestreefd, vervolgens beoordeeld door de BIM experts in de organisatie en bijgesteld. Deze cirkel blijft zich herhalen en nieuwe BIM mogelijkheden op de markt worden onderzocht voor intern en extern gebruik.

Interview vragen:

Is er een BIM visie en doelstelling gedefinieerd vanuit het management of projectleiders? (0,1)
Is deze BIM visie en doelstelling bekend bij alle werknemers? (1)
Zijn er plannen om BIM te implementeren in projecten?(1)
Zijn de mogelijkheden van BIM bekend bij de werknemers?(1,2)
Zijn de doelstellingen SMART geformuleerd?(2)
Worden de BIM visie en doelstellingen bijgesteld aan de sector mogelijkheden? (3)

Criterium: Management ondersteuning

BIM management ondersteuning	Levels			
Modellen				
Bew - Richards	0	1	2	3
BIMMM	Basis	Basis	Basis	Basis
Pennstate		Aanvulling(1)		
BIMMM Siebelink		Aanvulling(1)	Aanvulling(3)	

Betekenis per level:

- Level 0: Managers en projectleiders geven geen ondersteuning voor BIM, zij geven de medewerkers hierover geen enkele kennis.
- Level 1: Beperkte management en projectleider ondersteuning voor BIM, een merendeel van de werknemers weet wat BIM inhoudt en wat de visie hierover is. Er zijn gedetailleerde BIM implementatie plannen maar deze hebben nog weinig structuur en vastigheid voor alle projecten.
- Level 2: Volledig BIM ondersteuning vanuit de projectleiders die door het gehele project gedeeld wordt en dus ook in de strategie is opgenomen. Met passende middelen wordt BIM geïmplementeerd. Passende middelen kunnen onder andere zijn: voorlichtingen, verbetering hardware of mogelijkheden in de sector inspecteren.
- Level 3: Volledige ondersteuning voor BIM vanuit alle stakeholders. Er wordt continue getracht de BIM gedachtegang te innovatiever in de organisatie en de strategie voor de toekomst wordt bepaald door BIM.

Interview vragen:

Wordt er vanuit een projectleider of manager informatie gedeeld over BIM? (0)
Is er op de afdeling of in een project bekend wat BIM inhoudt en wat de visie en doelstellingen zijn binnen het project? (1)
Wordt er actief geprobeerd om BIM te implementeren bij de projecten van de organisatie? (1)
Hoe ondersteunt het management BIM? (1,2)
Met welke middelen wordt BIM geïmplementeerd? (2)
Ondersteunt de projectleider in alle fases van het project het BIM? (2)
Werken alle deelnemers van een project volgens de BIM gedachtegang? (3)
Maakt BIM deel uit van de strategie in de toekomst van de projecten en organisatie? (3)

Criterium: BIM stimulans

BIM stimulans	Levels			
Modellen				
Bew - Richards	0	1	2	3
BIMMM Siebelink	Basis	Basis	Basis	Basis
Pennstate		Aanvulling (2)		

Betekenis per level:

- Level 0: Geen BIM stimulerende medewerkers. Er is één BIM expert met weinig tijd en werkzaam buiten het project.
- Level 1: BIM kennis is aanwezig in het project en deze BIM stimulerende persoon heeft voldoende tijd om de BIM implementatie te realiseren binnen het project. Deze experts en BIM stimulerende personen werken alleen niet aan alle delen van het project.
- Level 2: Meerdere personen sturen aan op het stimuleren van BIM binnen het project. Op deze manier kan in elke fase van het project BIM gestimuleerd en geïmplementeerd worden. BIM experts zijn daarnaast van belangrijke waarde voor de projectleider.
- Level 3: BIM aansturend persoon zit in projectleider rol en BIM aansturende personen zitten ook in het gehele project, zij werken nauw samen en zorgen voor een zo efficiënt mogelijk gebruik van BIM in het project.

Interview vragen:

Zijn er medewerkers in projecten die het werken volgens BIM stimuleren? (0)
Zijn er BIM experts binnen of buiten het project aanwezig? (0,1)
In welke fase van het project zijn deze experts aanwezig en hoeveel tijd hebben zij?(1,2)
GEEN VRAAG, (zie vorig criterium) Stimuleert het management of projectleider het werken volgens BIM? (2)
Hoe is de samenwerking tussen BIM experts en het management? (3)
Is het werken volgens BIM meegenomen in de strategie van het project? (3)

Criterium: Taken en verantwoordelijkheden

Taken en verantwoordelijkheden	Levels			
Modellen				
Bew - Richards	0	1	2	3
Pennstate	Basis	Basis	Basis	Basis
BIMMM Siebelink			Aanvulling (3)	
NBIMS-ICMM		Aanvulling (5)		Aanvulling(10)
BIMMM	Aanvulling(a)	Aanvulling(d)		

Betekenis per level:

Level 0: Taken en verantwoordelijkheden zijn niet verdeeld of inconsequent verdeeld.

Level 1: Taken en verantwoordelijkheden zijn consequent gedefinieerd en zichtbaar voor alle medewerkers in het project. Een ieder weet van elkaar de taak en verantwoordelijkheid.

Level 2: BIM taken en BIM verantwoordelijkheden binnen het project zijn bekend en iedere medewerker is hier actief mee bezig. Effectiviteit is consistent en voorspelbaar. BIM taken kunnen onder andere zijn: maken van planning, uitvoering geven aan de samenwerking tussen stakeholders of het maken van een 4D ontwerp. BIM verantwoordelijkheden kunnen onder andere zijn: Het waarborgen van de data nauwkeurigheid, het opstellen van standaarden en procedures of het waarborgen van het integraal ontwerp.

Level 3: BIM taken en verantwoordelijkheden worden continue bijgesteld voor interne en externe partijen zodat ze passend blijven binnen het project en de technische mogelijkheden worden verkend.

Interview vragen:

Zijn er taken en verantwoordelijkheden verdeeld in projecten en gebeurt dit consequent? (0)
Zijn de taken en verantwoordelijkheden van iedere medewerker in het project bekend bij alle medewerkers in het project?(1)
Is er een BIM implementatie verantwoordelijk persoon aangesteld in het project?(2)
Zijn de medewerkers actief bezig om hun BIM taken en verantwoordelijkheden te behalen?(2)
Worden de BIM taken en verantwoordelijkheden continue bijgesteld voor interne en externe partijen aan de hand van nieuwe technische mogelijkheden?(3)

Criterium: Training en opleiding

Training en opleiding	Levels			
Modellen				
Bew - Richards	0	1	2	3
BIMMM	Basis	Basis	Basis	Basis
Pennstate			Aanvulling(4)	Aanvulling(5)
BIMMM Siebelink				

Betekenis per level:

Level 0: Weinig tot geen training voor de medewerkers die met BIM te maken hebben.

Level 1: Trainingen, presentaties of opleidingen over BIM worden gegeven in de gehele organisatie voor de medewerkers die het nodig hebben. Opleidingen worden verschaft wanneer daar behoefte aan is en wanneer het helpt om de doelstellingen te behalen.

Level 2: Training wordt meegenomen in de organisatie strategie. Training gaat over de rol binnen een project of organisatie en de bevoegdheden en taken die bij BIM komen kijken. Presentaties over BIM en de voordelen worden aan alle relevante BIM medewerkers gegeven en opleidingen worden aangeboden.

Level 3: Trainingen worden geëvalueerd en verbeterd. Trainingen worden aangedragen en in de trainingen kan van elkaar geleerd worden. Opleidingen waar behoefte aan is worden gegeven.

Interview vragen:

Worden trainingen en opleidingen door de gehele organisatie aangeboden?(0)
Worden opleidingen en trainingen aangeboden wanneer daar om gevraagd wordt? (0)
Worden er trainingen en opleidingen aangeboden met betrekking tot BIM? (1)
Worden trainingen, presentaties of opleidingen over BIM gegeven aan medewerkers die hiermee in aanraking komen?(2)
Gaat training over de bevoegdheden en taken die bij het werken volgens BIM horen in een project? (2)
Worden trainingen en opleidingen geëvalueerd en verbeterd? (3)

Criterium: Bereidheid te veranderen

Bereidheid te veranderen	Levels			
Modellen				
Bew - Richards	0	1	2	3
BIMMM Siebelink	Basis	Basis	Basis	Basis
Pennstate	Aanvulling(0)			

Betekenis per level:

Level 0: Veranderingen in een project zijn onvoorspelbaar en er wordt niet op gerekend vanuit de projectleider.

- Level 1: Productiviteit wordt door verandering onvoorspelbaar, er ontstaat een behoefte voor BIM die vanuit het management en projectleiders gestimuleerd wordt. Als er veranderingen vanuit het ontwerp komen is wel duidelijk hoe deze aangepakt moeten worden. Persoonlijke motivatie van de medewerkers voor BIM wordt onvoldoende gestimuleerd.
- Level 2: Productiviteit is constant en voorspelbaar, elke medewerker binnen het project staat open voor werken vanuit de BIM gedachtegang. De cultuur binnen de organisatie stimuleert de BIM processen en werkwijzen.
- Level 3: Binnen de organisatie staat iedereen open voor veranderingen en alle medewerkers zijn positief ingesteld op mogelijke veranderingen in de processen en functies. Door deze motivatie zal BIM voortdurend aangepast worden naar de mogelijkheden.

Interview vragen

Komen veranderingen in het project plan vaak totaal onverwacht? (0)
Is het duidelijk hoe er met project veranderingen om moet worden gegaan? (1)
Ontstaat er een behoefte aan BIM maar persoonlijke motivatie wordt niet gestimuleerd? (1)
Stimuleren de projectleiders de toepassingen van BIM? (2)
Staan alle werknemers open voor het werken volgens de BIM gedachtegang? (3)
Dragen werknemers zelf positieve veranderingen voor toepassing van BIM aan? (3)

Criterium: Samenwerkingsgerichtheid

Samenwerkings gerichtheid Modellen	Levels			
	0	1	2	3
Bew - Richards				
BIMMM Siebelink	Basis	Basis	Basis	Basis

Betekenis per level:

- Level 0: Organisatie is sterk intern georiënteerd. BIM processen zijn slechts intern. Samenwerking intern is reactief in plaats van proactief.
- Level 1: Samenwerking tussen stakeholders is meer proactief dan reactief, ook de samenwerking intern is proactief. Bij een wijziging in het ontwerp wordt vooruit gedacht wie hier nog meer relevantie bij heeft.
- Level 2: Belang van samenwerking wordt onderkend. De samenwerking via de BIM gedachtegang wordt meegenomen in de plan van aanpak besprekingen en de project aanpak. Hierbij kan gedacht worden aan een integraal ontwerp samenwerking of bijvoorbeeld de samenwerking om standaarden en processen op elkaar af te stemmen. Maar ook gezamenlijke activiteiten met ketenpartners om structuren, taken en processen af te stemmen.
- Level 3: Externe samenwerking is onderdeel van de project-strategie. Onderling vertrouwen tussen stakeholders en intensief contact bevordert samenwerking en zorgt voor continue verbetering.

Interview vragen

Is interne samenwerking in een project proactief ipv reactief? (0)
Vindt samenwerking ook regelmatig plaats met externe personen voor expertise? (0)
Is de samenwerking tussen alle stakeholders proactief ipv reactief?(1)
Hoe wordt samenwerking meegenomen in de project plannen?(2)

Wordt de samenwerking tussen alle stakeholders meegenomen in de project plannen?(3)
Wordt de samenwerking in een project besproken en verbeterd tijdens het project?(3)

Criterium: Hardware

Hardware	Levels			
Modellen				
Bew - Richards	0	1	2	3
BIMMM Siebelink	Basis	Basis	Basis	Basis
Pennstate				
BIMMM		Aanvulling(b)	Aanvulling(d)	
IU BIM proficiency matrix				

Betekenis per level:

- Level 0: Geen hardware die in staat is om BIM software te laten draaien. Specificaties zijn te langzaam en verschillend binnen de organisatie en de projecten.
- Level 1: Hardware kan gedeeltelijk BIM software laten draaien, er worden hiervoor investeringen gedaan. Er is een plan binnen het project voor het gebruiken en onderhouden van de BIM software.
- Level 2: Mensen die met BIM werken beschikken over hardware die BIM software laat draaien. Geavanceerde hardware systemen zijn beperkt aanwezig in de organisatie of in een project, investeringen hiervoor zijn meegenomen in de begroting en strategie. Een geavanceerd hardware systeem bestaat onder andere uit : grote harde schijf, snel internet of een goede processor.
- Level 3: Alle hardware kan geavanceerde BIM software laten draaien en er is een programma om BIM hardware up to date te houden. BIM hardware is een onderdeel van de organisatie of project team.

Interview vragen

Hapert software met regelmaat doordat hardware te langzaam is? (0)
Zijn er investeringen in hardware gedaan om software probleemloos te laten draaien?(1)
Kan alle benodigde software probleemloos draaien?(1,2)
Zijn geavanceerde hardware aanwezig? (2)
Wordt BIM hardware meegenomen in de projectplannen?(3)

Criterium: Software

Software	Levels			
Modellen				
Bew - Richards	0	1	2	3
Bew- Richards model	Basis	Basis	Basis	Basis
Pennstate		Aanvulling(1)		
BIMMM Siebelink		Aanvulling(1)	Aanvulling(3)	
BIMM M	Aanvulling(a)	Aanvulling(c)		Aanvulling(e)

Betekenis per level:

Level 0: Er is geen BIM ondersteunende software en er is hiervoor ook geen aansturing. BIM ondersteunende software kan zijn: Autocad, Navisworks, Civil 3d, Microsoft Project etc.

Level 1: Met basis software systemen is het mogelijk om BIM data in te zien. Hoe deze software gebruikt wordt is binnen een project duidelijk en gelijk. 3D en 2D modellen zijn de output van het software gebruik.

Level 2: Geavanceerde toepassingen zijn te koppelen door gebruik van het software pakket. Software gebruik wordt aangestuurd vanuit het management en door iedereen binnen het project op de juiste wijze gebruikt. De Software mogelijkheden worden meegenomen in de strategie van het project.

Level 3: De BIM software wordt continue geëvalueerd en er wordt gekeken of er nieuwe technologische mogelijkheden zijn om efficiënter te werken.

Interview vragen

Staat er BIM ondersteunende software op de computer geïnstalleerd? (0)
Wordt binnen een project dezelfde software gebruikt zodat elkaars output makkelijk te zien is?(1)
Worden software mogelijkheden gestimuleerd vanuit het management?(2)
Kan software verschillende toepassingsgebieden koppelen?(2)
Wordt de BIM software continue geëvalueerd en verbeterd adhv technische mogelijkheden?(3)

Criterium: Werkomgeving

Werkomgeving	Levels			
Modellen				
Bew - Richards	0	1	2	3
BIMMM	Basis	Basis	Basis	Basis
BIMMM Siebelink	Aanvulling(0)	Aanvulling(1)		Aanvulling(5)
Pennstate		Aanvulling(2)	Aanvulling(3)	

Betekenis per level:

- Level 0: Een werkomgeving wordt niet gezien als bijdrage aan de productiviteit en er is gezamenlijke ruimte om aan het project te werken.
- Level 1: De werkomgeving wordt erkend als een aspect dat invloed heeft op motivatie en productiviteit. Deze omgeving wordt dan ook bewust aangepast vanuit het management en gestandaardiseerd voor een project of organisatie. Er is een ruimte voor (BIM) medewerkers om gezamenlijk te werken.
- Level 2: De werkomgeving wordt meegenomen in de strategie van het project. Er is een BIM ruimte met grote schermen om de samenwerking te stimuleren.
- Level 3: Er wordt continue aan de werknemers gevraagd of zij tevreden zijn over de werkplek en wat er aangepast dient te worden. Alle werkplekken zijn voorzien van benodigde BIM faciliteiten.

Interview vragen

Is er een gezamenlijke ruimte om aan een project te werken?(0)
Zijn de werkplekken geschikt ingericht voor de werkzaamheden?(1)
Is er een vergader ruimte met een groot scherm?(2)
Wordt er bij de project plannen nagedacht over de werkomgeving?(3)
Worden de werkplekken geëvalueerd?(3)

Criterium: Standaarden

Standaarden	Levels			
Modellen				
Bew- Richards	0	1	2	3
Bew- Richards	Basis	Basis	Basis	Basis
BIMMM		Aanvulling(b)	Aanvulling(d)	Aanvulling(e)
Pennstate				
BIMMM Siebelink		Aanvulling(1)	Aanvulling(3)	

Betekenis per level:

- Level 0: Er zijn geen standaarden opgesteld voor het gebruik en documenteren van data.
- Level 1: Voor het ontwerp en management proces zijn standaarden opgesteld. Dit zijn standaarden over versies, extensies en afmetingen, hier wordt ook aan gehouden. Voor BIM zijn er bouw standaarden om informatie uit te wisselen maar deze zijn wisselend per discipline in een project.
- Level 2: Standaarden zijn meer gespecificeerd voor het ontwerpen en voor het management voor alle technische facetten die horen bij het project. Uniforme standaarden over het verhoogde detailniveau worden generiek gebruikt binnen het project en dragen bij aan de kwaliteit van het model. De standaarden zijn in lijn met de sectorstandaarden.
- Level 3: BIM standaarden worden continue aangepast aan de hand van meegemaakte situaties en de situatie in de industrie. Kwaliteitsverbetering wordt gezocht door het verbeteren van de standaarden. Het BIM model werkt met open standaarden zoals IFC, IDM of IFD.

Interview vragen

Zijn er standaarden opgesteld voor documentatie en data weergave tijdens het project?(0)
Zijn er voor documentatie en ontwerpen standaarden bepaald? (1)

Krijgen standaarden tijdens het project een hoger detail niveau?(2)
Wordt een verhoogd detailniveau tijdens het project generiek bekend gemaakt?(2)
Worden de BIM standaarden in een project gecontroleerd met de sector standaarden?(3)
Zijn er open standaarden afgesproken in het project? (3)

Criterium: Supply proces

Supply proces	Levels:			
Modellen				
Bew - Richards	0	1	2	3
Supply chain model	Basis	Basis	Basis	Basis

Betekenis per level:

- Level 0: Taken en activiteiten zijn alleen verticaal verdeeld in de organisatie. Processen die plaatsvinden zijn niet voorspelbaar, er wordt niet samengewerkt tussen de klant en de opdrachtnemer en daarnaast zijn de proces kosten erg hoog. De klant heeft een laag tevredenheid gehalte.
- Level 1: Taken en activiteiten zijn volgens standaard richtlijnen verdeeld. Processen zijn beter voorspelbaar maar het doel mist vaak. Er wordt wel intensief met de klant samengewerkt.
- Level 2: Processen worden strategisch ingezet om resultaten te verbeteren. Samenwerking in het project vindt op verschillende niveaus plaats, de samenwerking met de klant maakt duidelijk wat de doelen zijn en hoe deze efficiënt bereikt worden. Proces kosten worden minder en klant tevredenheid stijgt flink.
- Level 3: Processen worden goed voorspeld en hierop wordt strategisch ingespeeld. Doelen worden gehaald en samenwerking tussen klant en opdrachtnemer verloopt efficiënt. Alle fases uit het ontwerp worden samen doorlopen en er wordt met andere bedrijven samengewerkt die buiten de opdracht vallen, de proceskosten dalen en de klant is zeer tevreden.

Interview vragen

Is de klant over het algemeen tevreden?(0)
Vindt er nagenoeg geen samenwerking plaats tussen klant en Arcadis?(0)
Geeft de intensieve samenwerking met de klant vanaf het begin weer wat het doel is? (1)
Wordt de klant continue actief betrokken om duidelijkheid te krijgen en de processen efficiënt te laten verlopen?(2)
Zijn processen en veranderingen goed voorspelbaar en hierop wordt geanticipeerd?(3)
Worden proces kosten zo laag mogelijk gehouden en klant is over algemeen zeer tevreden?(3)

Criterion: Procedures

Procedures	Levels			
Modellen				
Bew- Richards	0	1	2	3
Bew Richards	Basis	Basis	Basis	
NBIMS ICMM	Aanvulling(2)			
Pennstate			Aanvulling(3)	Basis(5)
BIM MM Siebelink			Aanvulling(4)	Aanvulling(5)
BIM MM		Aanvulling (b)	Aanvulling (d)	

Betekenis per level:

- Level 0: Procedures bestaan uit het verzamelen van informatie, er zijn geen BIM procedures(wie controleert wat, waar staat wat, hoe linkt de software etc.) bekend.
- Level 1: Voor het ontwerp en management proces zijn standaard procedures opgesteld om de BIM processen die plaatsvinden te structureren. Afspraken worden van begin tot en met het einde van het project gedefinieerd. De verantwoordelijkheid van iedere stakeholder is weergegeven binnen het project.
- Level 2: Gedetailleerde procedures die de ontwerper en manager samen dienen te doorlopen zijn gedocumenteerd voor alle processen, aan deze methodische afspraken wordt ook het gehele project gehouden. Externe processen worden ook meegenomen in de procedures. Naast de contracten is er een gedeelde verantwoordelijkheid over het project.
- Level 3: Gedetailleerde BIM processen worden regelmatig geüpdatet, hierdoor kan er door de projecten heen optimaal geleerd worden van situaties.

Interview vragen

Zijn er afspraken gemaakt voor het opslaan en gebruiken van informatie?(0)
Zijn er standaard procedures opgesteld voor tijdens het project?(1)
Lopen de ontwerper en manager samen door verschillende processen?(2)
Zijn contractueel de noodzakelijke afspraken duidelijk vastgelegd?(2)
Wordt door ervaringen in het project de procedures aangepast?(3)

Criterion: Data nauwkeurigheid

Data nauwkeurigheid	Levels:			
Modellen				
Bew - Richards	0	1	2	3
IU BIM proficiency matrix	Basis	Basis	Basis	Basis
NBIMS ICMM			Aanvulling(6)	

Betekenis per level:

- Level 0: Het model bestaat uit een frame en deze basis data is de enige bekende data, gedetailleerde data is niet bekend.
- Level 1: De data van alle punten in het model zijn bekend, 3D modellen kunnen nauwkeurig worden weergegeven en gebruikt worden zonder dat de data eerst zelf bewerkt hoeft te worden.
- Level 2: Alle data van het ontwerp is gedetailleerd en beschikbaar. Ook data van andere toepassingsgebieden is makkelijk te vinden en deze output kan worden gekoppeld aan elkaar. Daarnaast is data niet van een te hoog of laag detail niveau.
- Level 3: De data wordt continue gecheckt en kan aangepast worden door meerdere personen die aan het model werken.

Interview vragen

Zijn van een ander model enkel de hoofdpunten of lijnen bekend en of de gehele ruimte?(0)
Zijn alle punten in de gehele ruimte bekend?(1)
Is data altijd beschikbaar op het juiste detailniveau?(2)
Is de benodigde data openlijk beschikbaar? (2)
Worden data wijzigingen in het ene model doorgevoerd in een ander model?(3)

Criterium: Data volledigheid

Data volledigheid	Levels			
Modellen				
Bew- Richards	0	1	2	3
Pennstate	Basis	Basis	Basis	Basis
NBIMS -ICMM				Aanvulling(10)

Betekenis per level:

- Level 0: Het is onduidelijk wanneer een model volledig is.
- Level 1: Voor elk project is aangegeven wanneer een model volledig is, het doel en randvoorwaarden van een model zijn dus bekend. Topografische informatie is onderdeel van de volledigheid en er wordt nagedacht over de onderhoudsfase, echter gebeurt er nog vrij weinig mee.
- Level 2: Er is een standaard binnen het project waaraan een model moet voldoen qua volledigheid. Deze standaarden komen overeen met de industrie standaarden, er wordt pro actief nagedacht over de onderhoudsfase en data is hiervoor beschikbaar.
- Level 3: Het model wordt gedefinieerd, aan de hand van deze model definitie wordt gekeken of het volledig is. Als de volledigheid standaarden in de industrie veranderen dan zal dit ook binnen de organisatie en het project gebeuren. Het management draagt zorg dat de gebruikte modellen volledig zijn.

Interview vragen

Is het duidelijk wanneer een model volledig is? Zijn alle eisen bekend?(0)
Hoe wordt er nagedacht over de onderhoudsfase?(1,2)
Er zijn standaarden opgesteld wanneer een model volledig is?(2)
Controleren specialisten of projectleiders de volledigheid van een model?(3)

Criterium: Up to date houden data

Up to date houden data	Levels:			
Modellen				
Bew - Richards	0	1	2	3
NBIMS-ICMM	Basis	Basis	Basis	Basis

Betekenis per level:

Level 0: Geen vaste methodiek voor naamgeving en codering van objecten binnen het project.

Level 1: Objecten krijgen een uniforme naam binnen de organisatie dit wordt alleen niet gedeeld met project partners. Ook BIM benamingen en coderingen zijn uniform.

Level 2: Object namen worden afgestemd op de standaarden in de industrie en ook met de project partners. Wanneer hier updates over zijn wordt dit doorgevoerd in de organisatie. Er zijn duidelijke afspraken met alle projectpartners over het gebruik van benamingen.

Level 3: De organisatie is actief betrokken om de objecten te standaardiseren in de industrie en deze te updaten.

Interview vragen

Is er een vaste methodiek voor de naamgeving en codering van objecten in een project?(0)
Krijgen de objecten een uniforme naam binnen het project?(1)
Worden updates in de naamgeving en codering generiek bekend gemaakt?(2)
Tracht het project of de organisatie actief de standaarden en naamgeving uit de sector te kopiëren?(3)

Criterium: Grafische weergave

Grafische weergave	Levels			
Modellen				
Bew - Richards	0	1	2	3
Bew - Richards	Basis	Basis	Basis	Basis
IU BIM proficiency matrix		Aanvulling(2)	Aanvulling(3)	
NBIMS-ICMM	Aanvulling (3)			
BIMMM	Aanvulling(a)			

Betekenis per level:

Level 0: De Grafische weergave wordt gevormd door teksten, lijnen, bogen in 2D tekeningen.

CAD-programmatuur of calculaties in Excel worden gebruikt voor betere weergave. Als er 3D tekeningen zijn dan is het van onvoldoende (detail) niveau.

Level 1: De visualisatie is vaak in 3D, dit is bij grote projecten echter niet altijd het geval. Alle visualisaties vinden plaats op de juiste schaal. Onderling worden er 3D modellen uitgewisseld als hier behoefte aan is.

Level 2: Het is mogelijk om 3D tekeningen te koppelen aan bijvoorbeeld een planning of kostenplaatje, zodoende ontstaan er 4D en 5D weergaves. Wanneer ontwerp tekeningen

niet voldoen wordt dit weergegeven, dit geldt ook voor de koppeling tussen toepassingsgebieden.

Level 3: De grafische weergaves zijn voor alle partijen duidelijk door integraal opgestelde richtlijnen voor de visualisaties.

Interview vragen

Wordt er CAD programmatuur en Excel gebruikt voor betere weergaves? (0)
Zijn de visualisaties tijdens het project vaak in 3D? (1)
Vinden er tijdens het project koppelingen plaats tussen bijvoorbeeld planning, kosten en ontwerp? 4-5D mogelijkheden worden benut? (2)
Wanneer ontwerp tekeningen niet voldoen wordt dit duidelijk weergegeven voor realisatie?(2)
Zijn er richtlijnen opgesteld voor grafische weergaves zodat het ontwerp voor alle partijen duidelijk is?(3)

Criterium: Topografische weergave

Topo grafische weergave	Levels			
Modellen				
Bew - Richards	0	1	2	3
NBIMS - ICM	Basis	Basis	Basis	Basis
IU BIM proficiency matrix	Aanvulling(1)		Aanvulling(3)	

Betekenis per level:

Level 0: Waar zich iets in de ruimte bevindt is onbekend, alleen het noorden is weergegeven.

Level 1: De topografische gegevens van een model zijn bekend, omliggende factoren zijn bekend.

Level 2: 3D modellen weten van elkaar waar zich iets in de ruimte bevindt.

Level 3: De topografische informatie is na een aanpassing geüpdatet en andere modellen weten dit gelijk.

Interview vragen

Is er in de tekeningen weergegeven waar het Noorden is?(0)
Zijn alle topografische gegevens in het model bekend?(1)
Zijn de topografische gegevens van de verschillende modellen aan elkaar gelinkt?(2)
Is na een aanpassing van de topografische gegevens in het ene model dit gelijk te zien in het andere model? (3)

Criterium: Model koppeling toepasbaarheid

Model koppeling toepasbaarheid	Levels			
Modellen				
Bew - Richards	0	1	2	3
Bew- Richards	Basis	Basis	Basis	Basis
IU proficiency matrix			Aanvulling(3)	

Betekenis per level:

- Level 0: Er is geen koppeling tussen toepassingsgebieden, enkel koppeling door middel van papieren
- Level 1: Er kan informatie gekoppeld worden aan een object, er is nog geen koppeling tussen toepassingsgebieden maar wel een monodisciplinaire koppeling.
- Level 2: Vanaf dit level is het mogelijk om multidisciplinaire koppelingen te maken zoals financiële calculaties(5D) en planning software(4D) koppelen aan het ontwerp. Deze modellen zijn in staat om elkaar te controleren, fout meldingen zijn nauwkeurig weergegeven. Een ieder heeft zijn eigen model maar er kan nog niet in elkaars model gewerkt worden tegelijkertijd; al deze modellen worden gecombineerd in één view model om samen te werken aan de bestanden binnen aan een project.
- Level 3: In level 3 is het mogelijk om enkele toepassingsgebieden al in de ontwerpfase weer te geven. Modellen kunnen zelf informatie genereren uit andere modellen, zonder aan te geven waar ze deze moeten vinden.

Interview vragen

Bestaat een koppeling enkel uit papierwerk naast elkaar leggen?(0)
Kunnen er gegevens aan een object gehangen worden? (1)
Is het mogelijk om 4-5D koppelingen te maken aan het ontwerp?(2)
Kan er tegelijkertijd gewerkt worden in hetzelfde model?(3)
Kunnen modellen zelf informatie genereren uit andere modellen?(3)

Criterium: Model integratie

Model Integratie	Levels			
Modellen				
Bew - Richards	0	1	2	3
Bew- Richards	Basis	Basis	Basis	Basis
BIMMM Siebelink		Aanvulling(2)	Aanvulling(4)	
NBIMS-ICMM				
Pennstate				

Betekenis per level:

- Level 0: Er is geen integratie tussen de papieren of objecten die gebruikt worden, er is ook geen opslag systeem voor de data. Er wordt in dit level enkel in 2D papieren gedacht.
- Level 1: Er is in dit level geen sprake van integratie tussen verschillende disciplines, de files worden aangepast en dit wordt samengevoegd tot objecten. Deze objecten worden met elkaar uitgewisseld en kunnen 2 of 3D modellen zijn de documenten worden opgeslagen naar aanleiding van standaard procedures.
- Level 2: In dit level is het mogelijk om de in level 1 opgebouwde objecten aan te passen en te koppelen tot modellen en deze modellen te delen zodat er één groot model ontstaat. De partijen die de informatie delen bevinden zich veelal binnen één controleer- of beheersbare organisatie-eenheid, de documenten zijn door een documentsysteem gekoppeld aan een model
- Level 3: Er wordt in een geïntegreerde webservices-omgeving tegelijk gewerkt aan de bestanden. De aanpassingen vinden plaats aan de objecten en de modellen. Het bouwproces is volledig geïntegreerd in de keten en aan het eind van level 3 wordt informatie gedeeld over de lifecycle in de geïntegreerde omgeving. Hierbij is er een sterke relatie met facility

management en Asset Management, aan de onderhoudsfase wordt ook aandacht geschonken aangezien dit deel uitmaakt van de lifecycle. Aanpassingen worden gelijk in het model verwerkt in plaats van eerst in het bestand.

Interview vragen

Worden aanpassingen op papier gedaan of digitaal? (0)
Worden de aanpassingen in de 2 of 3D modellen gedaan? (1)
Worden de aanpassingen in het grote view model gedaan? (2)
Zijn er partijen buiten het project waar informatie mee gedeeld wordt?(2)
Worden de aanpassingen in het model gemaakt en verwerkt over het gehele netwerk? (3)

Criterium: Netwerk

Netwerk	Levels			
Modellen				
Bew - Richards	0	1	2	3
BIMMM	Basis	Basis	Basis	Basis
BIMMM Siebelink		Aanvulling(1)		Aanvulling(4)

Betekenis per level:

- Level 0: Iedere medewerker gebruikt de beschikbare materialen die hij zelf voor handen heeft om te communiceren. Het netwerk wordt niet gebruikt om data op te slaan en te delen.
- Level 1: Mogelijkheden voor informatie generiek delen en controleren zijn voor iedereen in het project bekend en dit wordt intern ook gebruikt.
- Level 2: Een netwerk voor informatie delen en opslaan wordt aangestuurd vanuit het management. Er zijn platformen waarop deze data gedeeld kan worden tussen verschillende medewerkers. Platformen kunnen zijn: Dropbox, Imandra of Shared Data Manager.
- Level 3: Het netwerk maakt gebruik van de nieuwste mogelijkheden. Data en modellen kunnen tegelijkertijd gedeeld en bewerkt worden en communicatie middelen die voor een specifieke activiteit bestaan worden gebruikt.

Interview vragen

Vindt er regelmatig communicatie en uitwisseling van data in een project plaats? (0)
Zijn de mogelijkheden om informatie te delen en controleren bij iedereen bekend? (1)
Stimuleert de projectleider het gebruiken van dezelfde platformen om informatie te delen?(2)
Kunnen data en modellen tegelijkertijd gedeeld en bewerkt worden? (3)

Criterium: Informatie uitwisseling

Informatie uitwisseling	Levels			
	Modellen			
Bew - Richards	0	1	2	3
Bew- Richards	Basis	Basis	Basis	Basis
NBIMS - ICMM				
BIMMM Siebelink		Aanvulling(2)		Aanvulling(5)

Betekenis per level:

- Level 0: Op het formele overdrachtsmoment vindt vooral uitwisseling van papieren tekeningen en documenten plaats. Het uitwisselen van documenten is ongestructureerd en afhankelijk van de behoeftes binnen het project team. Data wordt alleen uitgewisseld wanneer daar nadrukkelijk om gevraagd wordt door één partij of persoon.
- Level 1: Informatie uitwisseling vindt plaats met voornamelijk digitale 3D weergave, deze objecten worden uitgewisseld. Er zijn procedures opgesteld voor het uitwisselen van documenten. Nauwkeurige data wordt direct uitgewisseld wanneer één partij hier om vraagt.
- Level 2: Bij informatie uitwisseling worden modellen gedeeld met elkaar en er kan in hetzelfde bestand gewerkt worden binnen het project. De gegevens van externe partners zijn ook te vinden in het model, door middel van open data gebruik kunnen alle partijen data delen en hoeft er niet voor gebeld of gemaïld te worden. Data is opgesteld volgens standaarden zodat het delen van data eenvoudiger is. De data is openlijk beschikbaar en het kan voor alle partijen en personen binnen het project gebruikt worden.
- Level 3: Informatie wordt uitgewisseld in netwerk modellen, elke partij kan tegelijkertijd aanpassingen maken en alle partijen kunnen dus elkaars informatie delen. Een datamanager is aangesteld om de kwaliteit te waarborgen en de overkoepeling te beheersen. Alle medewerkers aan het project kunnen tegelijkertijd gebruik maken van de data en aan de hand van technische mogelijkheden binnen de sector wordt open data gestimuleerd. De samenwerking tussen interne en externe partijen gebeurt proactief.

Interview vragen

Gebeurt het uitwisselen van documenten digitaal en gestructureerd?(0)
Worden er 3D weergaves uitgewisseld of 2D weergaves? (1)
Wordt er ook data uitgewisseld zonder dat één partij hier om vraagt? (1,2)
Is alle data openlijk beschikbaar voor alle partijen? (2)
Is er iemand aangewezen in het project die zorgt dat data overzichtelijk geborgd blijft?(3)
Kunnen alle deelnemers aan het project tegelijkertijd werken in dezelfde bestanden? (3)

Bijlage 5: Interview protocol

1. Introductie
 - a) Voorstellen specialist (naam, functie, ervaring) en interviewer
 - b) Uitleg over bachelor eindopdracht en rol interview
 - c) Uitleg over interview procedure
2. Algemeen
 - a) Aan welke wegontwerp projecten heeft u gewerkt?
 - b) Welke rol en taken had u in een wegontwerp project?
 - c) Bent u bekend met de term 'BIM' en wilt u hier meer uitleg over?
 - d) Waar liggen volgens u de knelpunten bij het werken volgens de BIM gedachtegang?
 - e) Hoe kijkt u aan tegen de ontwikkeling van BIM binnen uw organisatie?
3. Bepalen level van criteria (Zie bijlage 4)
 - a) Interview vragen voor criterium 1 (BIM visie en doelstelling)
Tot en met.....
 - b) Interview vragen voor criterium 22(Informatie uitwisseling)
 - c) Op welke vlakken valt er veel winst te maken op het gebied van BIM?
 - d) Op welke vlakken valt er met weinig energie winst te maken op het gebied van BIM?
4. Feedback
 - a) Beoordeling van de specialist over de vragen
 - b) Beoordeling van de specialist over de inhoud van de criteria
 - c) Beoordeling van de specialist over de volledigheid van het Bew-Richards volwassenheidsmodel 2.0
5. Afsluiting
 - a) Samenvatting interview resultaten
 - b) Dank voor interview

Bijlage 6: Resultaten per discipline

6.1 Water

Groepering	Criteria	Water							
		Alle projecten				Aantal projecten			
		Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 0	Level 1	Level 2	Level 3
Strategie	Bim visie en doelstellingen								
	Management ondersteuning								
	BIM stimulans								
Personeel	Taken en verantwoordelijkheden								
	Training en opleiding								
Cultuur	Bereidheid te veranderen								
	Samenwerkingsgerichtheid								
IT infrastructuur	Hardware								
	Software								
	Werkomgeving								
Processen	Standaarden								
	Supply proces								
	Procedures								
Data	Data nauwkeurigheid								
	Data volledigheid								
	Up to date houden data								
Weergave	Grafische weergave								
	Topo grafische weergave								
Toepassing	Model koppeling toepasbaarheid								
	Model integratie								
	Netwerk								
	Informatie uitwisseling								

Deelnemers	Erwin de Jong
Rol in wegontwerp project	Verzorgen van de afvalwatering
Wegontwerp projecten	Maastricht A2, Parallelweg A12
Opvallendste zaken	-Later in project pas BIM geïntroduceerd -Water krijgt korte vragen, dus weinig met BIM -Raakvlaksystemen en ICT grootste problemen

De discipline water in Den Bosch werkt vaak aan kleine opdrachten rond de €30-50.000. Hierdoor hebben zij weinig BIM kennis omdat het vaak kostentechnisch niet relevant is. De interviewer gaf aan dat het project in Maastricht heel groot was en die van de Parallelweg kleiner. De opvallendste zaken zijn hieronder opgesomd.

- Voor Maastricht zaten alle werknemers in Nieuwegein waardoor de communicatie makkelijk was. Dit zorgde er wel voor dat sommige contacten zo dicht bij waren dat het onderling werd besproken en enkele fouten alsnog gemist werden door niet volledig gebruik te maken van de ICT.
- In de discipline water zit weinig tot geen kennis over BIM omdat zij dit nagenoeg niet tegenkomen in projecten. In Maastricht werd het pas later in het project geïntroduceerd waardoor het niet volledig efficiënt was.
- In Den Bosch is er weinig tot geen ondersteuning vanuit ICT waardoor data opslag soms lastig is. Ze moeten soms zelf de data ruimte creëren.
- Wat ook opvalt is dat wijzigingen veel in 1D gedaan worden en dan kan de GIS afdeling ze weer verwerken in het model, 3D plaatjes worden enkel voor stakeholders gebruikt en niet binnen het project. Hierdoor is het lastiger om raakvlak problemen te detecteren.

6.2 Wegontwerp

Groepering	Criteria	Wegontwerper							
		Alle projecten				Aantal projecten			
		Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 0	Level 1	Level 2	Level 3
Strategie	BIM visie en doelstellingen								
	Management ondersteuning								
	BIM stimulans								
Personeel	Taken en verantwoordelijkheden								
	Training en opleiding								
Cultuur	Bereidheid te veranderen								
	Samenwerkingsgerichtheid								
IT infrastructuur	Hardware								
	Software								
	Werkomgeving								
Processen	Standaarden								
	Supply proces								
	Procedures								
Data	Data nauwkeurigheid								
	Data volledigheid								
	Up to date houden data								
Weergave	Grafische weergave								
	Topo grafische weergave								
Toepassing	Model koppeling toepasbaarheid								
	Model integratie								
	Netwerk								
	Informatie uitwisseling								

Deelnemers	-Gijs van 't Schip -Karel Kroese -Juda Moolenbroek
Rol in wegontwerp project	-Ontwerpen van weg en deelnemer BIM groep -Ontwerpleider -Ontwerpleider
Wegontwerp projecten	-Zuidas Amsterdam, N31 -A9 Heiloo, Haak Leeuwarden, A28 Wezep -Paramaribo, Stationsomgeving Soest
Opvallendste zaken	-Zeer wisselend BIM niveau -BIM vooral als Eindplaatje -Tijd probleem zorgt voor opheffing BIM -Integraal model ontbreekt -LOD per ontwerpfase lastig te bepalen -Weinig BIM druk vanuit projectleider -Afspraken en standaarden niet nakomen -Het te groot denken zorgt voor inefficiëntie. -4-5D koppelingen hebben weinig nut

De discipline wegen heeft te maken met projecten van een wisselend budget van tienduizenden euro's tot honderden miljoenen, het BIM niveau wisselt dan ook behoorlijk. Er zijn enkele opvallende zaken die hieronder opgesomd zijn.

- In grote projecten wordt BIM integraal goed gestimuleerd, vanuit de discipline leiders is er echter minder stimulans doordat BIM niet volledig bekend is. In kleine projecten is er vaak minder aandacht voor BIM.
- Bij grote projecten zijn BIM groepen gevormd, deze BIM experts hebben echter te weinig tijd om een goed werkend BIM model te realiseren. Hierdoor wordt er in de loop van het project vaak minder gebruikt gemaakt van BIM en functioneert het enkel als weergave naar externe stakeholders.

- Het is niet mogelijk om tegelijkertijd in hetzelfde model te werken of modellen aan elkaar te koppelen, ook in grote projecten. Het ontbreekt aan kennis, tijd en budget. Door deze drie missende aspecten wordt BIM vaak als eerste aspect verwaarloosd ook omdat ze het nut er niet van inzien en de werknemers het enkel zien als modewoord. De aangewezen BIM adviseur heeft vaak te weinig toegepaste kennis om BIM concreet te krijgen.
- De discipline wegens probeert op zichzelf zo efficiënt mogelijk met de informatiesystemen te werken, onderling worden dan ook afspraken gemaakt over standaarden en processen. Er is echter geen link met het integrale ontwerp waar alle data van de discipline gekoppeld wordt, dit wordt niet gelijk gestroomlijnd.
- Er wordt veel gesproken over BIM en er zijn ook wel stapjes gezet met betrekking tot de bekendheid ervan, echter is nog niet bekend wat het concreet betekent voor je takenpakket. In de projecten is er weinig druk om meer bezig te zijn met de BIM gedachtegang, de projectleiders stimuleren dit niet genoeg. Wanneer er ideeën zijn voor een BIM model is dit vaak te laat en ontbreken er dus aspecten.
- Voor elke ontwerpfase wordt er een LOD opgesteld, er is echter veel discussie over het niveau hiervan voor de fase van het ontwerp. Dit kost tijd en het zorgt ervoor dat het lastig is om de details van een later stadium op het juiste detail niveau te krijgen voor deze fase.
- Afspraken en standaarden worden niet consequent bij elk project besproken. Wanneer dit wel gebeurt is het vaak zo dat niet iedere deelnemer zijn eigen verantwoordelijkheid pakt.
- Het is concreet vaak niet duidelijk wat er met een 'BIM' project bedoeld wordt. Een belangrijke oorzaak is dat er te grote stappen gemaakt worden. Voor een project op level 2 of 3 is misschien een BIM adviseur of informatiemanager nodig maar bij kleinere projecten of op een lager level is dit niet het geval. Er wordt vaak veel te groot gedacht terwijl het efficiënter zou zijn om kleinere stappen te maken met BIM en grotere en nuttige efficiëntie.
- Er is in kleinere projecten onduidelijkheid over de toevoeging van BIM. Er wordt getwijfeld aan de toevoeging van 4-5D koppelingen. Voor die paar fouten die uit het ontwerp gehaald worden is veel moeite nodig terwijl het in de praktijk vaak niet heel moeilijk op te lossen is.

6.3 Kunstwerken

Groepering	Criteria	Kunstwerken							
		Alle projecten				Aantal projecten			
		Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 0	Level 1	Level 2	Level 3
Strategie	BIM visie en doelstellingen								
	Management ondersteuning								
	BIM stimulans								
Personeel	Taken en verantwoordelijkheden								
	Training en opleiding								
Cultuur	Bereidheid te veranderen								
	Samenwerkingsgerichtheid								
IT infrastructuur	Hardware								
	Software								
	Werkomgeving								
Processen	Standaarden								
	Supply proces								
	Procedures								
Data	Data nauwkeurigheid								
	Data volledigheid								
	Up to date houden data								
Weergave	Grafische weergave								
	Topo grafische weergave								
Toepassing	Model koppeling toepasbaarheid								
	Model integratie								
	Netwerk								
	Informatie uitwisseling								

Deelnemers

-Gerard Bijvank
- Jasper Leuveld

Rol in wegontwerp project	Ontwerpen van Kunstwerk en BIM implementatie voor deze discipline
Wegontwerp projecten	Amstelveenlijn, A13/A16, N33
Opvallendste zaken	-Disciplines werken op eilandjes -Geen duidelijke afspraken betrouwbaarheid data -BIM stapje omhoog per project is goed voorbeeld van juiste ontwikkeling.

De discipline kunstwerken in Amersfoort werkt aan zowel grote als kleine projecten en komen in elk wegontwerp voor. Gerard Bijvank is Kunstwerk ontwerper en wordt daarnaast vanuit Kunstwerken naar voren geschoven om de projecten op een zo hoog mogelijk BIM niveau te laten plaatsvinden. In het interview kwamen enkele opvallende zaken naar voren die hier onder opgesomd zijn.

- De discipline werken veel als losse eilandjes, op zich zelf proberen ze veel aspecten van BIM op een hoog niveau uit te voeren maar communicatie tussen deze discipline mist.
- De uitwisseling van data gaat met regelmaat niet open en proactief. Externe partijen willen deze data niet snel verstrekken en deze data kan ook niet altijd vertrouwd worden. Soms leidt dit tot een juridisch vraagstuk en dat is uiteraard niet efficiënt.
- Er kunnen 4-5D koppelingen gebruikt worden echter gebeurt dit niet vaak doordat niet alle data gemodelleerd is die benodigd is. Dit komt ook doordat er te laat begonnen wordt met het laten blijken van deze behoeftes.
- BIM wordt steeds verder ontwikkeld door ervaring in voorgaande projecten. Deze ervaring is dan voornamelijk afkomstig van Gerard Bijvank. Over deze extra stap worden wel presentaties gegeven aan de rest van de werknemers om te bespreken wat hierbij komt kijken.

6.4 System engineering

		System Engineering							
Groepering	Criteria	Alle projecten				Aantal projecten			
		Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 0	Level 1	Level 2	Level 3
Strategie	Bim visie en doelstellingen								
	Management ondersteuning								
	BIM stimulans								
Personeel	Taken en verantwoordelijkheden								
	Training en opleiding								
Cultuur	Bereidheid te veranderen								
	Samenwerkingsgerichtheid								
IT infrastructuur	Hardware								
	Software								
	Werkomgeving								
Processen	Standaarden								
	Supply proces								
	Procedures								
Data	Data nauwkeurigheid								
	Data volledigheid	nvt							
	Up to date houden data								
Weergave	Grafische weergave	nvt							
	Topo grafische weergave	nvt							
Toepassing	Model koppeling toepasbaarheid	nvt							
	Model integratie								
	Netwerk								
	Informatie uitwisseling								

Deelnemers	-Ivo Walta -Harmen Kievit
Rol in wegontwerp project	-Adviseur System Engineering -Model Based System Engineer
Wegontwerp projecten	-A12, parallel structuur, N463, Zuidas, Haagweg

Opvallendste zaken	-BIM concrete toepassing onbekend -Standaarden en afspraken beter nakomen -Te laat met BIM begonnen en te weinig tijd -LOD per ontwerpfase lastig -ICT efficiëntie kan beter
---------------------------	--

System engineers zijn overkoepelend bij een project, hierdoor hebben zij niet alle data nodig en zijn grafische weergaves voor hen minder relevant. Zij houden zich meer bezig met de proces kant en de functieboom die bij het project hoort. Er is een verschil tussen modellen die system engineers gebruiken en informatie die nodig is voor een eventueel BIM model. De modellen voor system engineering zijn onderbelicht gelaten en er is gekeken naar de aspecten van BIM waar zij wel mee te maken hebben. De opvallendste zaken zijn hieronder opgesomd.

- Over BIM wordt veel gesproken en velen hebben er een basis idee over, echter weet bijna niemand wat BIM concreet voor zijn werksituatie en takenpakket betekent. Er heerst dus nog veel onbekendheid over BIM.
- Er worden in de meeste standaarden en richtlijnen opgesteld voor de data, echter gebeurt het vaak dat deze afspraken geschonden worden. Een informatiemanager ontbreekt die de data en standaarden controleert en de data beheert, generieke werkprocessen zijn hierdoor vaak afwezig. Er dient een hardere hand te zien die deze processen en mensen hun afspraken en standaarden na laat komen.
- In een aantal projecten zijn BIM experts aanwezig of SE 'ers met kennis over BIM. Er wordt echter geen tijd vrijgemaakt voor het beheren en aansturen van het BIM model. Er wordt zelden tot nooit in de ontwerpfase al rekening gehouden met de onderhoudsfase, het is al lastig genoeg om in de cyclus van elke ontwerpfase het juiste detailniveau te bepalen.
- Voor elke ontwerpfase wordt er een LOD opgesteld, er is echter veel discussie over het niveau hiervan voor de fase van het ontwerp. Dit kost tijd en het zorgt ervoor dat het lastig is om de details van een later stadium op het juiste detail niveau te krijgen voor deze fase.
- De hardware wordt over het algemeen op level 2-3 beoordeeld. Het is zo dat computers vaak duur en goed zijn, echter door specifiek naar iemands takenpakket te kijken en vervolgens een computer te kiezen kunnen er haperingen in software voorkomen worden. Nu gebeurt dit niet en moet er soms gewacht worden om verder te kunnen werken.

6.5 Verkeer

Groepering	Criteria	Verkeer							
		Alle projecten				Aantal projecten			
		Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 0	Level 1	Level 2	Level 3
Strategie	Bim visie en doelstellingen								
	Management ondersteuning								
	BIM stimulans								
Personeel	Taken en verantwoordelijkheden								
	Training en opleiding								
Cultuur	Bereidheid te veranderen								
	Samenwerkingsgerichtheid								
IT infrastructuur	Hardware								
	Software								
	Werkomgeving								
Processen	Standaarden								
	Supply proces								
	Procedures								
Data	Data nauwkeurigheid								
	Data volledigheid	nvt							
	Up to date houden data								
Weergave	Grafische weergave	nvt							
	Topo grafische weergave	nvt							
Toepassing	Model koppeling toepasbaarheid								
	Model integratie	nvt							
	Netwerk								
	Informatie uitwisseling								

Deelnemers	-Maarten Bultink -Jaap Tigelaar
Rol in wegontwerp project	-Projectleider Verkeer(modellen) -Adviseur V&V, specialisme verkeersmodellen
Wegontwerp projecten	-A13/16, A28, A4 Delft-Schiedam, Zuidas -A13/A16, stationsomgeving Driebergen-Zeist, hoofdas Zuidplas
Opvallendste zaken	-Geen heldere afspraken over standaarden -Detailniveau is vaak te hoog -Koppeling tussen software ontbreekt -Aangepaste standaarden generiek onbekend -Nieuwe versies zijn niet voor iedereen bekend -Vragen om bevestiging zou helpen -Gebruik van integraal netwerk onvoldoende

De discipline verkeer gaat over de intensiteiten en capaciteiten van de wegen. Sommige veranderingen in het wegontwerp zijn relevant voor de intensiteit of het aantal rijbanen maar veel veranderingen zijn dit niet. Zij maken enkel gebruik van 2D weergaves omdat de simulaties van het wegverkeer de belangrijkste taak is. In de interviews kwamen enkele opvallende zaken naar boven en deze zijn hieronder toegelicht.

- Het gebeurt slechts zelden dat er voorafgaand aan een project heldere afspraken worden gemaakt over standaarden en data opslag. Aangezien er in de meeste projecten ook geen informatiemanager is ontstaat er een probleem als bijvoorbeeld iemand onverwacht ziek wordt.
- De discipline verkeer heeft weinig detail nodig vanuit het ontwerp, zij dienen enkel te weten of een ontwerp verandering invloed heeft op hoe de weg komt te liggen of op de intensiteit. De informatie die zij krijgen is vaak van een te hoog detail niveau om efficiënt de benodigde informatie te achterhalen.
- Tussen Omnitrans en ontwerp software bestaat geen koppeling. Het is hierdoor lastig te achterhalen welke wijzigingen in het ontwerp relevant zijn voor Omnitrans, voor Cocon zal dit nog lastiger zijn in verband met complexere software.

- In de loop van een project zal het detailniveau toenemen. Over dit nieuwe detailniveau dienen nieuwe afspraken gemaakt te worden met betrekking tot standaarden en naamgevingen. Dit wordt in de loop van een project echter niet centraal geregeld.
- Als er nieuwe versies gemaakt worden is het niet altijd duidelijk wat de meeste recente zijn, een vaste naamgeving zou helpen of het generiek mededelen dat er een nieuwe versie is.
- Wanneer er data uitgewisseld wordt is een proactieve denkwijze efficiënt, zeker tussen klant en opdrachtnemer. Door terug te koppelen of de data en vraag duidelijk zijn zal er efficiënter gewerkt kunnen worden, deze extra vraag ontbreekt nu met regelmaat.
- Veel informatie uitwisselingen gaan via de mail, niet alle project medewerkers maken goed gebruik van platformen als Imandra, METT of Relatics. Wanneer er meer van deze software gebruik gemaakt wordt is informatie voor een ieder beschikbaar en kan er efficiënter gewerkt worden.

6.6 Geluid

		Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 0	Level 1	Level 2	Level 3
Strategie	Bim visie en doelstellingen								
	Management ondersteuning								
	BIM stimulans								
Personeel	Taken en verantwoordelijkheden								
	Training en opleiding								
Cultuur	Bereidheid te veranderen								
	Samenwerkingsgerichtheid								
IT infrastructuur	Hardware								
	Software								
	Werkomgeving								
Processen	Standaarden								
	Supply proces								
	Procedures								
Data	Data nauwkeurigheid								
	Data volledigheid								
	Up to date houden data								
Waargave	Grafische weergave								
	Topo grafische weergave								
Toepassing	Model koppeling toepasbaarheid								
	Model integratie								
	Netwerk								
	Informatie uitwisseling								

Deelnemers	-Hans de Haan
Rol in wegontwerp project	-Projectleider Geluid
Wegontwerp projecten	-Zuidas, N35, Driebergen-Zeist stationsomgeving, Zwolle transfer
Opvallendste zaken	-Afstemming tussen disciplines moet pro actiever -Nieuwe versies zijn niet voor iedereen bekend -Onbekendheid concrete betekenis BIM

De discipline geluid is gehuisvest in Arnhem en is onderdeel van de Adviesgroep Lucht & Geluid, zij werken vooral nauw samen met de Adviesgroepen Wegen en Verkeer & Vervoer. Bij de discipline geluid gebruikt specifieke software waarin het lastig is koppelingen te maken, dit gebeurt dan ook niet. Andere opvallende zaken zijn hieronder weergegeven.

- Wanneer een discipline een wijziging aanbrengt in het ontwerp wordt er wisselend aan andere disciplines weergegeven dat dit voor hen veranderingen teweeg brengt. Dit gebeurt in ieder geval niet generiek waardoor er wijzigingen gemist worden.
- Als er nieuwe versies gemaakt worden is het niet altijd duidelijk wat de meeste recente zijn, een vaste naamgeving zou helpen of het generiek mededelen dat er een nieuwe versie is.

- Wat opvalt is dat enkel in Driebergen-Zeist en de Zuidas er een BIM-project is gestart en dat zelfs in deze projecten BIM niet op het pad terecht is gekomen van de discipline geluid. Ze zien er niks van terug in hun werkzaamheden.

6.7 Kostenraming

Groepering	Criteria	Kostenraming							
		Alle projecten				Aantal projecten			
		Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 0	Level 1	Level 2	Level 3
Strategie	Bim visie en doelstellingen								
	Management ondersteuning								
	BIM stimulans								
Personeel	Taken en verantwoordelijkheden								
	Training en opleiding								
Cultuur	Bereidheid te veranderen								
	Samenwerkingsgerichtheid								
IT infrastructuur	Hardware								
	Software								
	Werkomgeving								
Processen	Standaarden								
	Supply proces								
	Procedures								
Data	Data nauwkeurigheid								
	Data volledigheid								
	Up to date houden data								
Weergave	Grafische weergave								
	Topo grafische weergave								
Toepassing	Model koppeling toepasbaarheid								
	Model integratie								
	Netwerk								
	Informatie uitwisseling								

Deelnemers	-Jacqueline Schlagwein -Roel Arts
Rol in wegontwerp project	-Projectleider Geluid -Specialist Geluid en BIM groep Geluid
Wegontwerp projecten	-N35, N34, Zuidas, vele N-weg projecten
Opvallendste zaken	-Weinig tijd en geld beschikbaar -Eilanden van BIM en geen integrale naamgeving -Data nauwkeurigheid kan efficiënter -Onduidelijk wie, wanneer, wat aanpast in versies -3D modellen zelden beschikbaar onderling

In tegenstelling tot andere disciplines wordt er met kostenraming erg kort aan een project gewerkt, die tijdsduur is zo rond de 40 uur. Veel projecten komen er voorbij en daarnaast zijn alle aspecten van een ontwerp relevant voor het kostenplaatje. Veel data en weinig tijd dus, er zijn meer opvallende zaken die hieronder toegelicht staan.

- Er wordt vanuit het management bij Arcadis veel gesproken over BIM, er ontbreekt echter tijd en geld om efficiënt en effectiever te kunnen werken. Doordat tijd en geld niet aanwezig is wordt er op de werkvloer weinig aandacht besteed aan BIM.
- Vanuit kostenraming valt het op dat alle disciplines op zichzelf bezig zijn met BIM echter ontbreekt er een integrale aansturing. Met BIM bezig zijn heeft zo weinig zin, zeker omdat kostenraming vanuit veel disciplines informatie nodig heeft en bijvoorbeeld de naamgevingen en coderingen verschillend zijn tussen disciplines.
- Het detailniveau per discipline is soms wisselend en dit is inefficiënt voor de discipline kostenraming er kan daardoor sneller een onderdeel gemist worden. Ook zou het voor kostenraming makkelijk zijn als de hoeveelheden duidelijk zijn, dit is vaak niet het geval. Dit in

combinatie met dat er nog wel eens een verschil is waar de streep van materiaal wisseling getrokken wordt tussen de het ontwerp en de realiteit. Hierdoor moet de discipline kostenraming met de hand enkele onderdelen narekenen.

- Het zou efficiënt zijn wanneer er duidelijk te zien is wie, wat en wanneer aanpast in het ontwerp. Dit is soms lastig te achterhalen en voor de meest recente versie moet ook vaak gezocht worden. Het gebruiken van integrale benamingen zou voor de discipline kostenraming ook tijd besparen, nu is het soms lastig te achterhalen.
- Zelden is de grafische weergave in 3D modellen, dit zou wél van toegevoegde waarde zijn om de kosten efficiënt te kunnen bepalen. Modellen moeten eerst opgeslagen worden en er moet medegedeeld worden dat er een wijziging is, pas dan is deze zichtbaar. Er is dus geen link tussen de modellen.

6.8 Natuur en landschap

Groepering	Criteria	Natuur en landschap							
		Alle projecten				Aantal projecten			
		Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 0	Level 1	Level 2	Level 3
Strategie	BIM visie en doelstellingen								
	Management ondersteuning								
	BIM stimulans								
Personeel	Taken en verantwoordelijkheden								
	Training en opleiding								
Cultuur	Bereidheid te veranderen								
	Samenwerkingsgerichtheid								
IT infrastructuur	Hardware								
	Software								
	Werkomgeving								
Processen	Standaarden								
	Supply proces								
	Procedures								
Data	Data nauwkeurigheid								
	Data volledigheid								
	Up to date houden data								
Weergave	Grafische weergave								
	Topo grafische weergave								
Toepassing	Model koppeling toepasbaarheid								
	Model integratie								
	Netwerk								
	Informatie uitwisseling								

Deelnemers	-Kees Neven
Rol in wegontwerp project	-landschapsarchitect
Wegontwerp projecten	-Driebergen-Zeist station, A13/A16, A4, A34
Opvallendste zaken	-Een portaal is vaak te ingewikkeld opgebouwd -De wens van opdrachtgever bepaald BIM niveau -Omgevingsaspecten zijn vaak niet zichtbaar -Besluitvorming niet altijd adhv afgesproken richtlijn

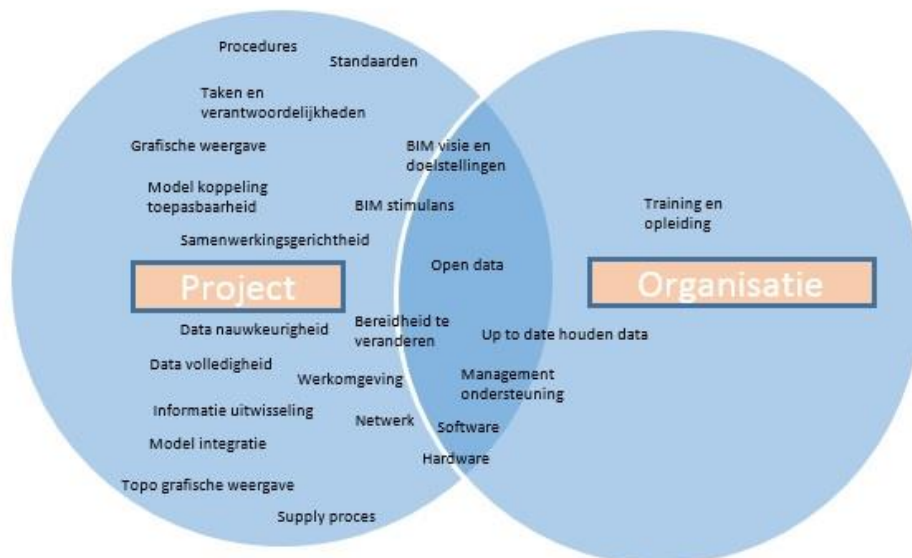
De discipline natuur en landschap moet zorgen dat de weg in zijn omgeving past. Luchtfoto's worden veel gebruikt om te bepalen of de weg ergens doorgang kan vinden of niet. Met behulp van een koppelprogramma kan GIS of CAD data ingelezen worden in Illustrator, hierin wordt het meest gewerkt om de data op te maken. De opvallendste zaken van het interview zijn hieronder opgesomd.

- Een portaal die gebruikt wordt is vaak niet praktisch opgebouwd, dit geldt voor bijvoorbeeld METT of Relatics. Het duurt erg lang om documenten in te laden en er staat teveel informatie op qua versies en informatie.

- De wensen en eisen van de opdrachtgever spelen een cruciale rol bij het toepassen van de BIM gedachtegang. Wanneer de opdrachtgever dit niet stimuleert zal er vanuit de projectleider of de mensen op de werkvloer ook geen BIM stimulans ontstaan. Een project moet er geschikt voor zijn en er moeten mensen zijn die BIM stimuleren, alleen dan ontstaat er een 'BIM project'.
- Voor de discipline natuur en landschap is het van groot belang om de omgeving rond de weg in kaart te hebben. Van de ontwerpers krijgen ze echter enkel een 2/3D plaatje van het wegontwerp, hierop ontbreken factoren uit de omgeving. Wanneer dit gecombineerd kan worden scheelt het erg veel tijd.
- In veel projecten is de organisatiestructuur van de opdrachtgever en opdrachtnemer gespiegeld. Op deze manier is er altijd een directe partij aan de andere kant. Communicatie dient dan ook op deze manier te verlopen en niet via andere stappen. Wanneer dat gebeurt ontstaat er onduidelijkheid bij één van de partijen of bij andere disciplines

Bijlage 7: Project vs organisatie

In de figuur hieronder is te zien hoe de criteria zich verhouden tussen project bepaald en organisatorisch bepaald.



Wanneer een criteria meer binnen een project bepaald wordt is het een project criterium(P), wanneer een criterium meer door de organisatie bepaald wordt is het een organisatie criterium(O). Dit is hieronder weergegeven.

Strategie	BIM visie en doelstellingen (O)	Processen	Standaarden (P)
	Management ondersteuning (O)		Supply proces (P)
	BIM stimulans (P)		Procedures (P)
Personeel	Taken en verantwoordelijkheden (P)	Data	Data nauwkeurigheid (P)
	Training en opleiding (O)		Data volledigheid (P)
Cultuur	Bereidheid te veranderen (P)		Open data (P)
	Samenwerkingsgerichtheid(P)		Up to date houden data (O)
IT infrastructuur	Hardware (P)	Weergave	Grafische weergave (P)
	Software (P)		Topo grafische weergave (P)
	Werkomgeving (P)	Toepassing	Model koppeling toepasbaarheid (P)
			Model integratie (P)
			Netwerk (P)
			Informatie uitwisseling (P)