

De grootste invloeden op de implementatie van het Bouw Informatie Model in de Nederlandse bouwsector

“Veel respondenten benadrukken het belang van menselijke en culturele aspecten voor een succesvolle implementatie van BIM” aldus de BIM-volwassenheid sectoranalyse 2014 van de Technische Universiteit van Twente.

Dit onderzoek biedt een analyse van de indicatoren van persoonsgegevens, BIM en handelingsbekwaamheid die invloed hebben op de BIM-volwassenheid van bedrijven in de Nederlandse bouwsector, op basis van literatuuronderzoek, interviews en een enquête. Het doel van dit onderzoek is handvatten bieden om de implementatie van BIM in het onderwijs en bedrijven te kunnen sturen.

Colofon

Titel: De grootste invloeden op de implementatiesnelheid van het Bouw Informatie Model in de Nederlandse Bouwsector

Onderwijsinstelling: Hogeschool Rotterdam, Instituut van de Gebouwde Omgeving, Bouwkunde
Bedrijf: Kenniscentrum RDM, Lectoraat Duurzaam Bouwproces met BIM
In samenwerking met: Technische Universiteit Delft, Bouwprocessen en Innovatie

Onderwerp: Afstudeerscriptie
Auteur: R.M. (Rosanne) Stel
Studentnummer: 0852317

Begeleiding:

Dr.drs.ir. C.M. (Christoph Maria) Ravesloot (1 ^e bedrijfsbegeleider)	Lectoraat Hogeschool Rotterdam
Dr.ir. G.A. (Sander) van Nederveen (2 ^e bedrijfsbegeleider)	Technische Universiteit Delft
Dr.ir. C.(Kees) van Kranenburg (1 ^e lezer)	Hogeschool Rotterdam
Ir. A.C.A (Bram) Rademaker (2 ^e lezer)	Hogeschool Rotterdam



Samenvatting

Bouw Informatie Model, hierna BIM genoemd, wordt steeds belangrijker om complexe communicatie- en informatieprocessen in collectieven te managen¹. In de Nederlandse bouw is het gebruik van BIM tussen 2010 en 2014 gestegen:

- van 7% naar 11% onder aannemers Bouw en Utiliteit;
- van 6% naar 24% onder E-installateurs;
- van 3% naar 21%² onder W-installateurs.

Dit is niet voor niets. Onderzoek van Azhar (2011) toont aan dat als het gebruik van BIM toeneemt de samenwerking zal verbeteren, wat zal leiden tot:

- verbeterde winstmogelijkheden;
- verminderde kosten;
- beter tijdmanagement;
- verbeterde klant-opdrachtgeverrelaties.

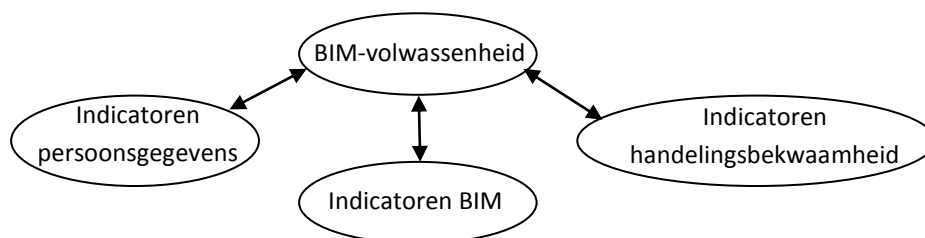
Hoewel de voordelen van BIM bekend zijn, geeft een groot deel van de organisaties aan dat BIM in de keten nog niet ver is doorgevoerd³.

“Bedrijven investeren vooral in het ontwikkelen van kennis, terwijl uit onderzoek blijkt dat de impact van factoren op het gebied van mens en organisatie drie keer zo groot is als de impact van R&D-investeringen.” Professor dr. Henk W. Volberda - Erasmus Universiteit Rotterdam en NCSI in het RRBouwrapport 114 uit mei 2012.

De afgelopen jaren is er veel onderzoek gedaan naar BIM als werkmethode en multidimensioneel model in de bouwsector. Uit deze onderzoeken blijkt dat het implementeren van BIM niet alleen te maken heeft met het aanschaffen van hard- en software, maar voornamelijk met de handelingsbekwaamheid van gebruikers zoals kennis, vaardigheden en motivatie. Een aantal voorbeeldindicatoren van handelingsbekwaamheid zijn:

- hebben van ervaring met modelleren;
- communiceren binnen en buiten de organisatie over BIM;
- persoonlijke motivatie om met BIM te werken.

In dit onderzoek is onderzocht wat de invloed is van handelingsbekwaamheid, van BIM-indicatoren en van algemene persoonsgegevens op BIM-volwassenheid. BIM-volwassenheid is de mate waarin BIM wordt toegepast binnen organisaties.



Figuur 1. Correlaties BIM-volwassenheid en indicatoren

¹ (Sebastian & Berlo, 2010)

² (Schop, 30 april 2015)

³ (Straatman, Pel, & Hendriks, 2012)

Het is nog niet bekend in welke mate bepaalde indicatoren van BIM zelf invloed hebben op de BIM-volwassenheid. Een aantal voorbeeldindicatoren van BIM in een organisatie zijn:

- IFC bestanden gebruiken;
- bewustzijn van voor- en nadelen om BIM te gebruiken;
- BIM protocol gebruiken;
- BIM in primaire bedrijfsprocessen toepassen.

Ook is het nog niet bekend in welke mate indicatoren van persoonsgegevens invloed hebben op de BIM-volwassenheid. Een aantal voorbeeldindicatoren van persoonsgegevens zijn geslacht, opleidingsniveau en type bedrijf.

Doel

Als duidelijk is welke indicatoren van deze persoonsgegevens, BIM en handelingsbekwaamheid invloed hebben op de BIM-volwassenheid, kunnen onderwijsinstanties en bedrijven hierop sturen. In dit onderzoek worden de handvatten gegeven op welke indicatoren gestuurd kan worden om BIM in organisaties toe te passen.

Dit doel leidt tot de volgende onderzoeksvraag:

Welke indicatoren van persoonsgegevens, BIM en handelingsbekwaamheid zijn het meest invloedrijk op de BIM-volwassenheid binnen organisaties, actief in de Nederlandse bouwsector?

Methodologie

Om de invloed van de indicatoren op de BIM-volwassenheid te vinden zijn correlatiecoëfficiënten van de indicatoren van persoonsgegevens, BIM en handelingsbekwaamheid met de BIM-volwassenheid berekend. Deze correlatiecoëfficiënt toont de samenhang tussen twee variabelen. De indicatoren zijn geselecteerd uit literatuuronderzoek en interviews.

Hoe vaker een indicator genoemd is, des te belangrijker deze is. De indicatoren die het vaakst genoemd worden, zijn verwerkt in enquête vragen. De enquête bestaat uit 52 indicatoren verdeeld over de eerder beschreven drie onderdelen: persoonsgegevens, BIM en handelingsbekwaamheid. De indicatoren van deze onderdelen zijn opgedeeld in groepen om focus aan te kunnen brengen:

Indicatoren van persoonsgegevens vallen in de groepen:

- Persoonlijk
- Bedrijf

Indicatoren van BIM vallen in de groepen:

- Strategie
- Organisatiestructuur
- Partners
- Mens en cultuur

Indicatoren van handelingsbekwaamheid vallen in de groepen:

- Manier van werken
- Achtergrond
- Motivatie

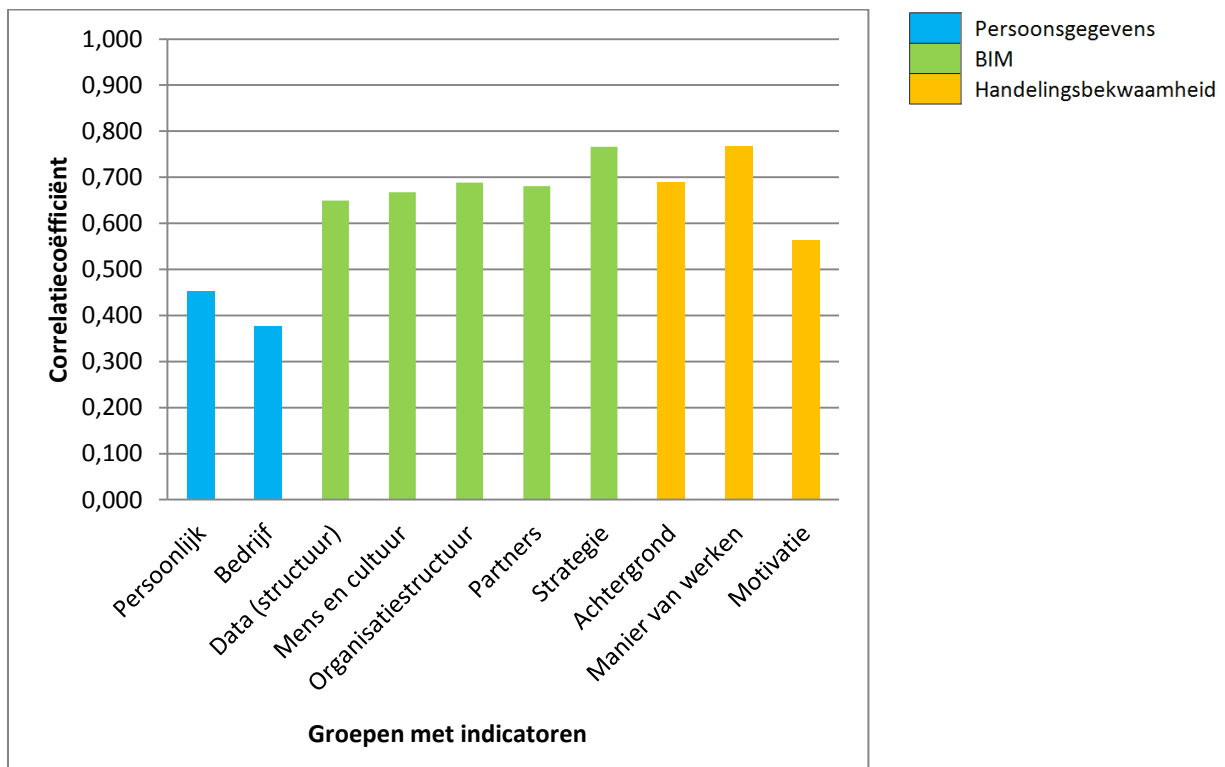
Respondenten

De enquête is door 72 respondenten volledig ingevuld. De meeste respondenten zijn mannelijk tussen de 30-40 jaar met een hbo bachelor als hoogst genoten opleiding. Ze zijn voornamelijk werkzaam in bij een aannemer met 500+ werknemers.

Resultaten

Per groep van indicatoren is de gemiddelde correlatiecoëfficiënt met de BIM-volwassenheid berekend. Dit geeft de volgende rangorde van invloed op de BIM-volwassenheid:

1. Strategie en manier van werken
2. Organisatiestructuur en achtergrond
3. Partners
4. Mens en cultuur
5. Motivatie
6. Persoonlijk
7. Bedrijf



Figuur 2. Staafdiagram van gemiddelde correlatiecoëfficiënten tussen groepen van persoonsgegevens, BIM en handelingsbekwaamheid met de BIM-volwassenheid

De indicatoren van BIM lijken dus even veel invloed op de BIM-volwassenheid te hebben als de indicatoren die de handelingsbekwaamheid bepalen. Omdat de BIM-volwassenheid de totale score van de antwoorden op de indicatoren van BIM is, was verwacht dat de indicatoren van BIM meer invloed zouden hebben op de BIM-volwassenheid dan de indicatoren van handelingsbekwaamheid. Daarnaast wordt er in de literatuur nauwelijks gesproken over de handelingsbekwaamheid om de BIM-volwassenheid te vergroten. Bovenstaande rangorde laat echter zien dat handelingsbekwaamheid even belangrijk is als de indicatoren van BIM voor de BIM-volwassenheid.

De indicatoren van BIM die de grootste invloed hebben op de BIM-volwassenheid zijn:

- Het maken van regels en afspraken over het BIM gebruik;
- Het toekennen van BIM rollen;
- Het gebruiken van een BIM protocol;
- BIM toepassen in primaire bedrijfsprocessen.

De indicatoren van handelingsbekwaamheid die de grootste invloed hebben op de BIM-volwassenheid zijn:

- Communiceren, informatie delen en samenwerken;
- Collega's helpen en enthousiasmeren om BIM te gebruiken;
- Ervaring hebben met het werken in BIM projecten.

Verwacht werd dat leeftijd en opleidingsniveau grote invloed hebben op de BIM-volwassenheid. Dit lijkt niet te kloppen. De enige indicator van persoonsgegevens die een hoge correlatie vormt met de BIM-volwassenheid is de afwezigheid van een BIM rol, met een hoge negatieve correlatiecoëfficiënt.

Aanbeveling voor bouwsector en onderwijs

Om BIM beter te implementeren in de bouwsector moeten er duidelijke afspraken gemaakt worden, door middel van een taak- en rolverdeling. Een BIM protocol kan hierbij helpen. BIM verwerken in de strategie en primaire bedrijfsprocessen zet het gebruik van BIM centraal en vergroot de BIM-volwassenheid. Op gebruikersniveau is de BIM-volwassenheid voornamelijk afhankelijk van sociale aspecten: goede communicatie, samenwerking en het maken van afspraken.

Om studenten voor te bereiden op BIM-volwassenheid kunnen er projecten ontwikkeld worden waarin de focus ligt op samenwerking en communicatie door middel van:

- Afspraken;
- Verantwoordelijkheden;
- Taak- en rolverdeling.

Het modelleren zelf kan ondersteunend zijn aan deze projecten maar de sociale factoren spelen een grotere rol dan technische vaardigheden. Dus om studenten op het toepassen van BIM voor te bereiden zijn de technische vaardigheden van minder belang.

Discussie

Volledigheid van de indicatoren kan door meer literatuuronderzoek en gesprekken met het werkveld worden uitgebreid. Waardoor de geanalyseerde indicatoren betrouwbaarder worden.

Ook is het mogelijk dat correlaties zijn beïnvloed door andere factoren zoals bijvoorbeeld de persoonlijke en culturele achtergrond van de respondenten. Dit kan als gevolg hebben dat dezelfde situatie door verschillende respondenten verschillend is beoordeeld.

Om met een hogere betrouwbaarheid te zeggen welke indicatoren de meeste invloed hebben op het implementeren van BIM is verder onderzoek nodig.

"BIM is about 10% technology and 90% sociology and yet today 90% of the focus in training, education and media has been on the innovative and admittedly visually appealing technology, or equally on the business model and value proposition of BIM."

C. Hardy, Director, Office of Project Delivery at GSA Public Buildings Service Minnesota (Deutsch, 2011)

Inhoud

Samenvatting.....	3
Begrippenlijst.....	9
Inleiding.....	10
Aanleiding.....	10
Doelstelling.....	11
Theorie	12
Innovatiemeter.....	12
BIM(-volwassenheid).....	13
Handelingsbekwaamheid	14
Data	15
Onderzoeksopzet.....	16
Centrale vraag	16
Deelvragen	16
Onderzoeksmethode.....	17
RESULTATEN	19
Gemiddelde correlatiecoëfficiënten per groep.....	20
Significante correlatiecoëfficiënten	21
Discussie	24
Conclusie	29
Aangenomen hypothesen	29
Verworpen hypothesen.....	29
Hoogste correlaties groepen met de BIM-volwassenheid	29
Hoogste correlaties indicatoren met de BIM-volwassenheid	30
Aanbevelingen voor de bouwsector	31
Aanbevelingen voor het onderwijs	31
Dankwoord	32
Bibliografie	34

Begrippenlijst

BIM: Bouwwerk Informatie Model(leren) is een digitale representatie waarbij fysieke en functionele karakteristieken van een object worden ontwikkeld en gemanaged. Een BIM is een gedeelde kennisbron voor informatie over een faciliteit die een betrouwbare basis vormt voor beslissingen over de gehele levenscyclus van het object, gedefinieerd van ontwerp tot sloop⁴.

De letters van BIM kunnen afzonderlijk meerdere betekenissen hebben:

B	Bouw of Bouwwerk
I	Informatie of Intelligentie
M	Model, Modelleren of Management

BIM-volwassenheid: de mate waarin BIM is geïntegreerd in een organisatie⁵. De term BIM-volwassenheid en BIM-maturity wordt door elkaar gebruikt.

Competentie: een competentie is een cluster van kennis, vaardigheden en attitude, dat: 1) nodig is voor het uitvoeren van een bepaald beroep/functie in een bepaalde context 2) kan worden gemeten en getoetst aan aanvaarde normen 3) kan worden verbeterd door middel van training en ontwikkeling⁶.

Correlatie: is een manier waarop iets samenhangt met iets anders. Het is een wederzijdse relatie met een onderlinge verbondenheid. De correlatiecoëfficiënt geeft de sterkte van de samenhang aan (een getal tussen -1 en 1).

Handelingsbekwaamheid: vaardigheden, kennis en motivatie.⁷

Implementeren: een nieuw systeem, plan, idee, model, ontwerp, standaard of beleid in een organisatie invoeren en in gebruik nemen.

Indicator: is een onderdeel, onderwerp of vraag dat gebruikt wordt als parameter.

Industry Foundation Classes (IFC): een neutrale en open standaard voor specificatie van bouwkundige objecten. Simpel gezegd is IFC een vorm waarin bestanden opgeslagen en verwerkt kunnen worden, in verschillende software.

Innovatiemeter: in de vorm van enquête of vragenlijst worden vragen beantwoord, aan de hand van de antwoorden zijn punten en een uiteindelijke BIM-volwassenheid toegewezen in klassen of in een totale score van punten. Hiermee wordt duidelijk in hoeverre het bedrijf BIM gebruikt of implementeert: hoe hoog de BIM-volwassenheid is. Met behulp van een Innovatiemeter wordt de innovatiesnelheid van een bedrijf bepaald.

Innovatiesnelheid: verandering van BIM-volwassenheid, gemeten per jaar.

⁴ (National BIM Standard, 2014)

⁵ (IIP ICT in de BOUW, 2014)

⁶ (HBO Engineering, 2012)

⁷ (Everts, 2008)

Inleiding

Bouw Informatie Model, hierna BIM genoemd, wordt steeds belangrijker om complexe communicatie- en informatieprocessen in collectieven te managen⁸. De mate waarin BIM wordt toegepast in organisaties heet de BIM-volwassenheid. In de Nederlandse bouw is het gebruik van BIM tussen 2010 en 2014 gestegen onder de:

- van 7% naar 11% onder aannemers Bouw en Utiliteit;
- van 6% naar 24% onder E-installateurs;
- van 3% naar 21%⁹ onder W-installateurs.

Dit is niet voor niets. Onderzoek van Azhar (2011) toont aan dat als het gebruik van BIM toeneemt de samenwerking zal verbeteren, wat zal leiden tot:

- verbeterde winstmogelijkheden;
- verminderde kosten;
- beter tijdmanagement;
- verbeterde klant-opdrachtgever relaties.

Hoewel de voordelen van BIM bekend zijn, geeft een groot deel van de organisaties aan dat BIM in de keten nog niet ver is doorgevoerd¹⁰.

“Bedrijven investeren vooral in het ontwikkelen van kennis, terwijl uit onderzoek blijkt dat de impact van factoren op het gebied van mens en organisatie drie keer zo groot is als de impact van R&D-investeringen.”
Professor dr. Henk W. Volberda - Erasmus Universiteit Rotterdam en NCSI in het RRBouwrapport 114 uit mei 2012.

Het toenemend belang van de menselijke en culturele factoren in een bedrijf wordt in verschillende onderzoeken bevestigd. Om het gebruik van BIM in organisaties te meten is gekeken naar de BIM-volwassenheid binnen een organisatie. In de meest recente analyse van de Nederlandse bouwsector, de ‘BIM-maturity sectoranalyse 2014’, staat dat “veel respondenten het belang benadrukken van menselijke en culturele aspecten voor een succesvolle implementatie van BIM”.

Welke menselijke en culturele aspecten het meeste invloed hebben op een succesvolle implementatie van BIM is onbekend. Ook is er tot dusver geen onderzoek gedaan naar de indicatoren van BIM die de BIM-volwassenheid het meeste beïnvloeden of naar de invloed van persoonsgegevens op de BIM-volwassenheid.

Aanleiding

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het lectoraat ‘Duurzaam Bouwproces met BIM’ van de Hogeschool Rotterdam. Het lectoraat heeft als taak het voorbereiden van de studenten op het beroepsveld. Om studenten voor te bereiden is het van belang om te weten waar het beroepsveld om vraagt of wat het nodig heeft.

Het onderzoek wordt ondersteund door het BIMlab van de Technische Universiteit in Delft. Het BIMlab verbindt studenten met het bedrijfsleven en faciliteert onderzoek naar BIM.

Binnen de bouw wordt steeds meer gebruik gemaakt van BIM. Maar uit de interviews blijkt dat veel organisaties BIM niet (volledig) implementeren of dat er tijdens de implementatie afgezien wordt van BIM en dat er wordt teruggepakt op de traditionele manier van bouwen. Hier ligt een kans voor het onderwijs om de studenten (beter) voor te bereiden.

⁸ (Sebastian & Berlo, 2010)

⁹ (Schop, 30 april 2015)

¹⁰ (Straatman, Pel, & Hendriks, 2012)

Doelstelling

Dit afstudeeronderzoek richt zich op de mogelijke invloeden van persoonsgegevens, indicatoren van BIM en handelingsbekwaamheid op de BIM-volwassenheid. De invloed (zowel positief als negatief) wordt in dit onderzoek bepaald door de hoogte van de correlatiecoëfficiënt. Hoe dichterbij 1 of -1 ligt, hoe sterker de variabelen invloed op elkaar hebben.

Om inzicht te krijgen in de belangrijkste indicatoren die invloed hebben op het verhogen van de BIM-volwassenheid zijn de indicatoren gegroepeerd. Deze groepering is gebaseerd op de BIM Quickscan¹¹ en de Sectoranalyse en vallen onder drie onderdelen: persoonsgegevens, BIM en handelingsbekwaamheid.

Indicatoren van persoonsgegevens vallen in de groepen:

- Persoonlijk
- Bedrijf

Indicatoren van BIM vallen in de groepen:

- Strategie
- Organisatiestructuur
- Partners
- Mens en cultuur

Indicatoren van handelingsbekwaamheid vallen in de groepen:

- Manier van werken
- Achtergrond
- Motivatie

¹¹ (TNO, 2010), www.bimquickscan.nl

Theorie

Innovatiemeter

Problemen met implementatie van BIM worden geanalyseerd en behandeld door het BIM proces bij bedrijven te kwantificeren in zogenaamde volwassenheid modellen¹². De modellen die de BIM-volwassenheid meten, worden gebruikt om de huidige situatie te evalueren, de huidige situatie te verbeteren en om concurrentieposities aan te geven¹³.

Om de correlaties in dit onderzoek te bepalen wordt gebruik gemaakt van een innovatiemeter. Een innovatiemeter is een meter waarmee periodiek de BIM-volwassenheid gemeten kan worden. Door een meting periodiek uit te voeren kunnen gegevens vergeleken worden met de vorige meting om te zien of de uitkomst veranderd is. Deze mate van verandering wordt de innovatiesnelheid genoemd. Een innovatiemeter is een instrument in de vorm van een enquête of vragenlijst die door professionals online of in persoon wordt afgenomen.

Er bestaan internationaal verschillende BIM-volwassenheid modellen, deze staan aangegeven in figuur 2. De kleuren blauw, rood en groen geven de focus van het model aan, gericht op persoon, proces of product. De blokjes zelf zijn de verschillende modellen. Elke innovatiemeter is ontwikkeld met een eigen doel maar tussen de meters zijn ook overeenkomsten. In Nederland worden voornamelijk de BIM Quickscan en interne, bedrijfsspecifieke scans gebruikt. Het gebruik van de BIM Quickscan is de afgelopen jaren sterk afgenomen¹⁴. BIM is de laatste jaren snel ontwikkeld en de BIM Quickscan is sinds 2009 niet meer veranderd. Deze scan wordt in dit onderzoek als verouderd beschouwd.

Naast de genoemde innovatiemeters hebben ook verschillende afstudeerders een eigen model ontwikkeld die de BIM-volwassenheid in specifieke groepen meet, zoals de BIM-volwassenheid in de installatiebranche¹⁵ en de BIM-volwassenheid met (keten) partners¹⁶.

Het meest recente onderzoek is van de Universiteit van Twente naar de BIM-volwassenheid in de Nederlandse bouwsector. In dit onderzoek is een model ontwikkeld voor bedrijven in de bouwsector, als de eerste fase van een tweejarig ontwerpproject waarin een BIM-maturity model en BIM-best practices worden ontwikkeld¹⁷.

¹² (Succar B. , 2010)

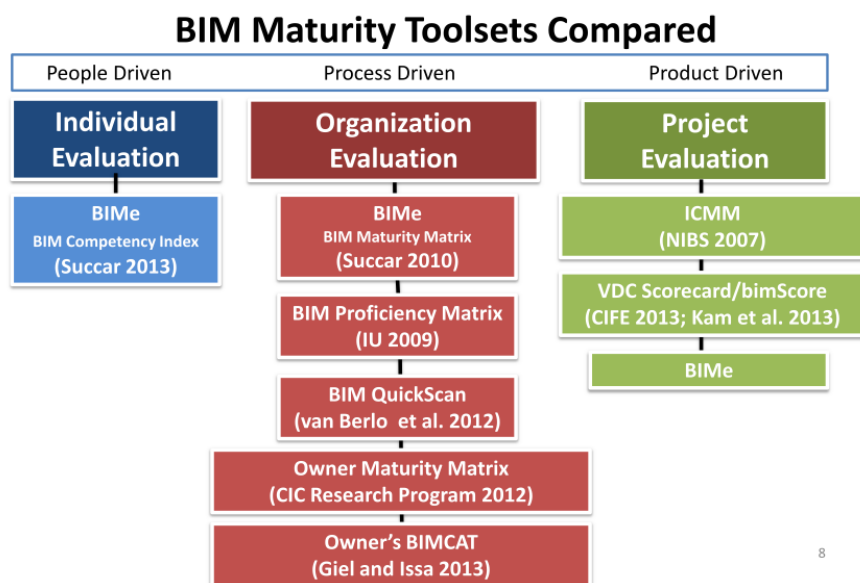
¹³ (Bruin, Rosemann, Freeze, & Kulkarni, 2005)

¹⁴ (Berlo, 2015)

¹⁵ (Wit & Janssen, 2014)

¹⁶ (Damen, 2013)

¹⁷ (Siebelink, Adriaanse, & Voordijk, BIM-maturity sectoranalyse 2014, 2015)



Figuur 3 BIM-volwassenheid meters vergeleken¹⁸

Elke meter geeft de uitkomsten van de BIM-volwassenheid op een eigen wijze weer, vaak in de vorm van een aantal klassen van BIM-volwassenheid. In dit onderzoek worden de correlaties gemaakt tussen de indicatoren en de totale score van BIM-volwassenheid¹⁹. Ook zijn een aantal vragen en groeperingen uit bestaande Nederlandse innovatiemeters gebruikt²⁰

BIM(-volwassenheid)

BIM-volwassenheid is de mate waarin BIM wordt toegepast in een organisatie. Het is de totaal score van de indicatoren van BIM. In dit onderzoek geldt dat als aan alle indicatoren van BIM voldaan wordt, dan is het hoogste niveau van BIM-volwassenheid gehaald.

BIM wordt omschreven door verschillende definities en ieder van die definities probeert BIM te kaderen en te omvatten binnen de context van de Design, Construction and Operation industrie²¹. Een aantal hiervan zijn:

- *een digitaal model* van een bestaande en/of geplande constructie, opgebouwd uit objecten waar aan informatie is gekoppeld (Wikipedia, 2015)
- *een werkmethode* waarbij in een driedimensionaal Bouw Informatie Model (BIM) integraal wordt samengewerkt door diverse disciplines in de bouwsector (HNBP)
- *samenwerken en informatie delen*, zodanig dat alle relevante informatie gedurende de levenscyclus wordt opgeslagen, gebruikt en beheerd. Deze informatie wordt ondersteund door een en/of meerdere digitale (3D) gebouwmodellen (Straatman, Pel, & Hendriks, 2012)
- de oplossing op faalkosten die maakt dat alle relevante informatie gedurende het hele bouwproces wordt opgeslagen, gebruikt en beheerd in een *digitaal (3D) gebouwmodel* (BIMspecialist, 2014)

Het verschil in de definities ligt op de focus van wat BIM is en wat men met BIM kan. Deze verschuift tussen BIM als werkmethode en BIM als multidimensionaal model. Dit betekent dat de indicatoren die BIM definiëren ook kunnen verschuiven. In dit onderzoek is een selectie gemaakt van indicatoren die op dit moment relevant zijn bij de respondenten en in de literatuur.

¹⁸ (Giel, 2014)

¹⁹ Beargumentering over de keuze staat in het hoofdstuk discussie

²⁰ Zie bijlage hoofdstukken 'Indicatoren persoonsgegevens, indicatoren BIM-0volwassenheid en indicatoren handelingsbekwaamheid'

²¹ (Bosch; Succar B. , 2010)

Handelingsbekwaamheid

In dit onderzoek wordt het begrip handelingsbekwaamheid gebruikt als een verzameling van kennis, vaardigheden en motivatie²². De meest voorkomende indicatoren uit interviews en literatuur zijn verwerkt in de enquête van dit onderzoek.

In de literatuur wordt weinig gesproken over het begrip handelingsbekwaamheid in verband met BIM. Wel wordt een aantal losse vaardigheden, kennis, motivaties en competenties benoemd in relatie tot BIM. Dat het implementeren van BIM afhankelijk is van de mensen die BIM gebruiken (en dus van hun handelingsbekwaamheid) wordt als één van de resultaten van het onderzoek van de BIM Quickscan en van de sectoranalyse genoemd. Bekendheid van hoe handelingsbekwaamheid in relatie tot BIM in elkaar zit en hoe deze worden georganiseerd, zouden moeten bijdragen aan een daling van inefficiëntie tussen teams en organisaties. De componenten van deze handelingsbekwaamheid zijn:

- kennis (conceptueel of theoretisch);
- vaardigheden (proces of toegepaste kennis);
- motivatie (houding, gedrag)²³.

²² (Everts, 2008)

²³ (Sucar, Sher, & Williams, 2013)

Data

Aan de hand van literatuuronderzoek en interviews, zijn de meest benoemde indicatoren gedefinieerd. Deze zijn verwerkt in een enquête. Om de samenhang te verduidelijken, zijn de indicatoren onderverdeeld in verschillende groepen en categorieën, gebaseerd op de sectoranalyse en de BIM Quickscan.

De enquête bestaat uit 27 vragen over BIM, 16 vragen over handelingsbekwaamheid en 9 vragen over persoonsgegevens.

Persoonsgegevens

- Persoonlijk: 6 indicatoren, bijvoorbeeld “opleidingsniveau”
- Bedrijf: 3 indicatoren, bijvoorbeeld “omvang bedrijf”

BIM

- Data(structuur): 4 indicatoren, bijvoorbeeld “gebruik IFC bestanden”
- Mens en cultuur: 7 indicatoren, bijvoorbeeld “aanwezigheid BIM-champion²⁴”
- Organisatiestructuur: 8 indicatoren, bijvoorbeeld “aanwezigheid BIM-rollen”
- Partners: 2 indicatoren, bijvoorbeeld “samenwerking met vaste partners”
- Strategie: 6 indicatoren, bijvoorbeeld “BIM in visie en strategie”

Handelingsbekwaamheid

- Achtergrond: 3 indicatoren, bijvoorbeeld “ervaring met modelleren”
- Manier van werken: 6 indicatoren, bijvoorbeeld “communicatie over BIM”
- Motivatie: 7 indicatoren, bijvoorbeeld “persoonlijke doelen omtrent BIM”

²⁴ BIM-talent, BIM-koploper, BIM-koning etc.

Onderzoeksopzet

Centrale vraag

Het uiteindelijke doel van het onderzoek is het geven van een overzicht van de indicatoren van persoonsgegevens, BIM en handelingsbekwaamheid, die de grootste invloed hebben op de BIM-volwassenheid. Dit is belangrijk om studenten op BIM te kunnen voorbereiden en de BIM implementatie in bedrijven te kunnen sturen en heeft geleid tot de volgende centrale vraagstelling:

Welke indicatoren van persoonsgegevens, BIM en handelingsbekwaamheid zijn het meest invloedrijk op de BIM-volwassenheid binnen organisaties actief in de Nederlandse bouwsector?

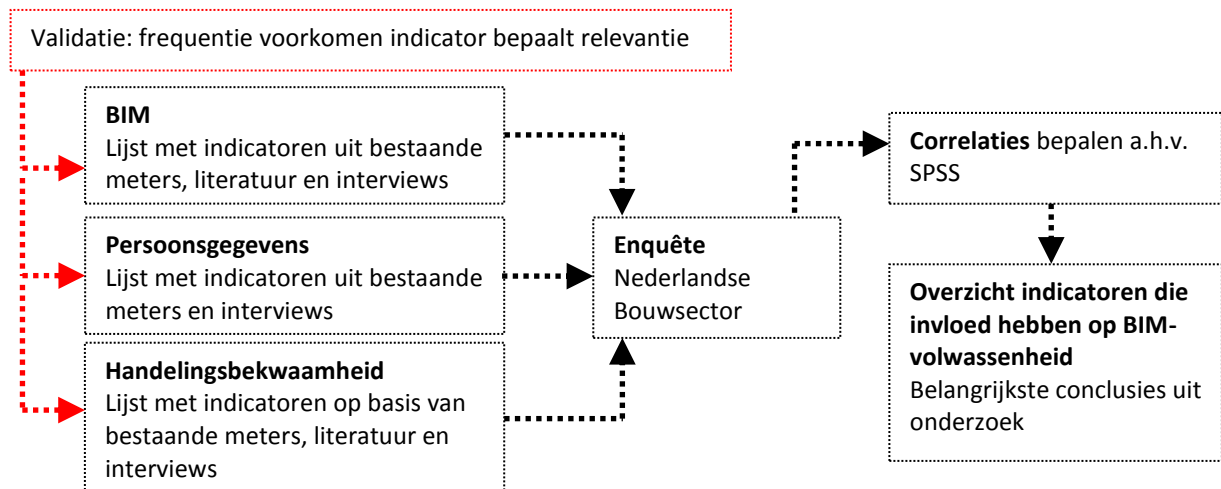
Deelvragen

Om tot een antwoord op deze vraag te komen is de centrale vraag opgedeeld in de volgende deelvragen. Per deelvraag staan de afbakening en het doel aangegeven.

DEELVRAAG 1 Wat is in de literatuur bekend over innovatiemeters met betrekking tot het meten van de innovatiesnelheid (BIM-volwassenheid per jaar) in bedrijven in de bouwketen?	
Afbakening Soort literatuur gebruiken: • Wetenschappelijk, na 2010 • Nederlandse innovatiemeters	Doel • Indicatoren persoonsgegevens, BIM en handelingsbekwaamheid verzamelen • Kaders maken voor vorm en opzet
DEELVRAAG 2 Welke indicatoren bepalen de BIM-volwassenheid?	
Afbakening Indicatoren halen uit: • Interviews • Wetenschappelijke literatuur na 2010 • Nederlandse innovatiemeters	Doel • Indicatoren persoonsgegevens en BIM verzamelen • Kaders maken voor vorm en opzet
DEELVRAAG 3 Welke indicatoren bepalen de handelingsbekwaamheid?	
Afbakening Indicatoren halen uit: • Interviews • Wetenschappelijke literatuur na 2010 • Nederlandse innovatiemeters	Doel • Indicatoren persoonsgegevens en handelingsbekwaamheid verzamelen • Kaders maken voor vorm en opzet
DEELVRAAG 4 Wat zijn correlatiecoëfficiënten tussen de indicatoren van persoonsgegevens, BIM en handelingsbekwaamheid en de BIM-volwassenheid?	
Afbakening • Correlaties berekenen met IBM SPSS Statistics 22 • Grenzen hoog/ laag van Universiteit Tilburg aanhouden	Doel • Hoogste significante correlaties bepalen • Hoogste invloeden op BIM-volwassenheid bepalen

Onderzoeksmethode

Om de hoogste correlaties te vinden, zijn een aantal subdoelen vastgesteld. Elk subdoel is een tussenproduct die informatie geeft, wat nodig is voor het volgende onderdeel.



Figuur 4. Schematische weergave van tussenresultaten en het proces

De respondenten van de interviews en de enquête geven hun mening (kwantitatief) over welke indicatoren in welke mate in hun organisatie voorkomen. Deze scores zijn met een statistisch programma geanalyseerd (kwantitatief). Op basis van deze analyse zijn de correlatiecoëfficiënten berekend. Als resultaat is er een rangschikking van indicatoren die de grootste invloed hebben op de BIM-volwassenheid.

Stap 1: Literatuuronderzoek

In literatuuronderzoek is via Google Scholar gezocht naar zo veel mogelijk recente (na 2010) onderzoeken op wetenschappelijk niveau. De literatuur over BIM is primaire literatuur, er is voornamelijk wetenschappelijke literatuur over te vinden. De koppeling van BIM met handelingsbekwaamheid is een nieuw onderwerp. Over de woorden “handelingsbekwaamheid” in combinatie met “BIM” is geen literatuur beschikbaar. Wel is er literatuur dat verwijst naar kennis, vaardigheden en motivatie.

Stap 2: Interviews

Om de indicatoren uit de literatuur te bevestigen en aan te vullen zijn interviews uitgevoerd. In de vorm van één-op-één gesprekken met acht professionals uit de Nederlandse bouwsector. Dit bestond uit een halfgestructureerd gesprek met een vooraf opgestelde vragenlijst en ruimte voor de eigen inbreng van de respondent.

Stap 3: Indicatoren

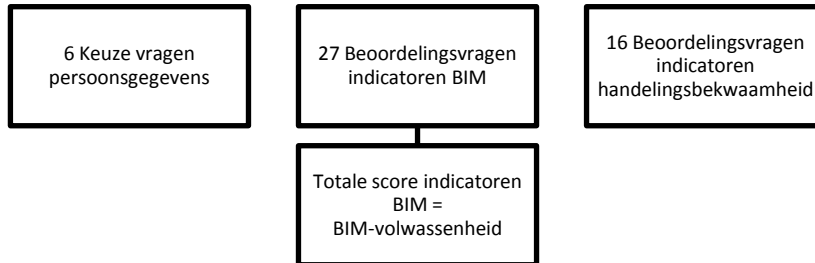
De indicatoren komen uit de literatuur en interviews. Met behulp van Excel is bijgehouden hoe vaak een indicator voorkomt in literatuur en interviews²⁵. Hoe vaker de indicator voorkomt, des te belangrijker deze volgens de verschillende bronnen is. De meest voorkomende indicatoren zijn omgezet in enquêtevragen.

De vragen in de enquête bevatten niet de directe begrippen of definities van BIM of handelingsbekwaamheid, om te voorkomen dat mensen de antwoorden niet naar waarheid invullen. Dit zou namelijk tot een negatieve of positieve vooringenomen bevestiging kunnen lijden.

²⁵ Zie bijlage hoofdstukken 9, 10 en 11 voor meest beoordeelde indicatoren en hoofdstuk 12 voor het analyserapport waarin de indicatoren uit literatuur en interviews staan.

Stap 4: Enquête

Aan de hand van de geselecteerde indicatoren en onderzochte innovatiemeters is een enquête opgesteld in Thesistools, www.thesistools.com. Deze enquête bevat keuze vragen over de persoonsgegevens van de respondent(e) en vragen 'in welke mate'-indicatoren van BIM en handelingsbekwaamheid voorkomen.



Figuur 5. Verschil indicatoren en BIM-volwassenheid.

In de enquête krijgt de respondent de keuze 0-1-2-3-4-onbekend, om aan te geven in welke mate de indicator voorkomt in de organisatie. '0' Geldt als 'komt niet voor' en '4' als 'wordt standaard toegepast'. De laatste categorie 'onbekend' krijgt -1 punt. De som van de punten van de vragen over BIM is de totale score van BIM-volwassenheid. Door correlatiecoëfficiënten te bepalen tussen de BIM-volwassenheid en de losse indicatoren is onderzocht welke indicatoren het meeste invloed hebben op de BIM-volwassenheid.

De enquête is via contactpersonen, nieuwsbrief en sociale media in de Nederlandse bouwsector uitgezet om een zo groot mogelijk bereik te krijgen. Tweeënzeventig respondenten hebben de enquête volledig ingevuld.

Stap 5: Correlaties

Om inzicht te krijgen welke indicatoren de grootste invloed hebben op het implementeren van BIM, is per indicator de invloed berekend op de BIM-volwassenheid. De antwoorden van de respondenten zijn in het statistische programma SPSS verwerkt om de correlatiecoëfficiënten te berekenen.

Stap 6: Conclusies

Deze hoogste significante correlaties vormen uiteindelijk de handvatten voor het onderwijs en het beroepsveld, om BIM (beter) te implementeren.

Stap 7: Validatie

Er zijn hypothesen opgesteld op basis van de eerste gesprekken en eigen aannames. De volgende hypothesen zijn in de conclusies aangenomen of verworpen:

1. Jongere werknemers zullen een hoge positieve correlatie vormen met de BIM-volwassenheid dan oudere werknemers;
2. Ervaring met modelleren heeft een hoge positieve correlatie met de BIM-volwassenheid;
3. De druk vanuit het management om BIM te gebruiken draagt positief bij aan de BIM-volwassenheid van een organisatie;
4. Als de gebruiker de voordelen van BIM niet zelf inziet, zal de BIM-volwassenheid in het bedrijf laag blijven.

In interviews zijn de in de literatuur gevonden indicatoren bevestigd of ontkracht. Hoe vaker een indicator terug komt in de literatuur en in de interviews hoe belangrijker deze blijkt te zijn.

Per onderdeel is gereflecteerd op betrouwbaarheid. Dit staat in het hoofdstuk discussie.

RESULTATEN

In dit onderzoek is gezocht naar de correlaties met een significante hoge en zeer hoge correlatiecoëfficiënt. Deze indicatoren hebben een relevante invloed op de BIM-volwassenheid.

Hoge en lage correlatiecoëfficiënten

De gebruikte grenzen van hoge of lage correlatiecoëfficiënten zijn die van de Universiteit van Tilburg. Hierin is r de correlatiecoëfficiënt²⁶.

Correlatiecoëfficiënt	Type correlatie
$0,90 < r < 1,00$	zeer hoge correlatie
$0,70 < r < 0,90$	hoge correlatie
$0,50 < r < 0,70$	middelmatige correlatie
$0,30 < r < 0,50$	lage correlatie
$0,00 < r < 0,30$	nauwelijks of geen correlatie

Tabel 1. Verdeling hoog/laag correlatiecoëfficiënten

De absolute correlatiecoëfficiënt kan geïnterpreteerd worden als de mate van correlatie tussen twee variabelen. Hoe dichterbij 1, hoe sterker de correlatie. In het geval van een positieve correlatie, zorgt een stijging (daling) van de onafhankelijke variabele X voor een stijging (daling) van onafhankelijke variabele Y. Bij een negatieve correlatie tussen X en Y, zorgt een stijging (daling) van X voor een daling (stijging) van Y.

Bij een lage significantie is de correlatie hoogstwaarschijnlijk beïnvloed door andere variabelen of indicatoren. Door welke indicatoren of variabelen dit komt is niet meegenomen in dit onderzoek.

Alleen de indicatoren met een hoge tot zeer hoge correlatie geven antwoord op de onderzoeksvraag.

Significantie

De indicatoren die onvoldoende significantie hebben, zijn niet meegenomen. Onvoldoende significantie ($>0,05$) betekent dat de correlatie een betrouwbaarheid heeft van minder dan 95%. De indicatoren met onvoldoende significantie zijn niet relevant voor dit onderzoek en worden niet in de resultaten meegenomen.²⁷

²⁶ (Universiteit Tilburg)

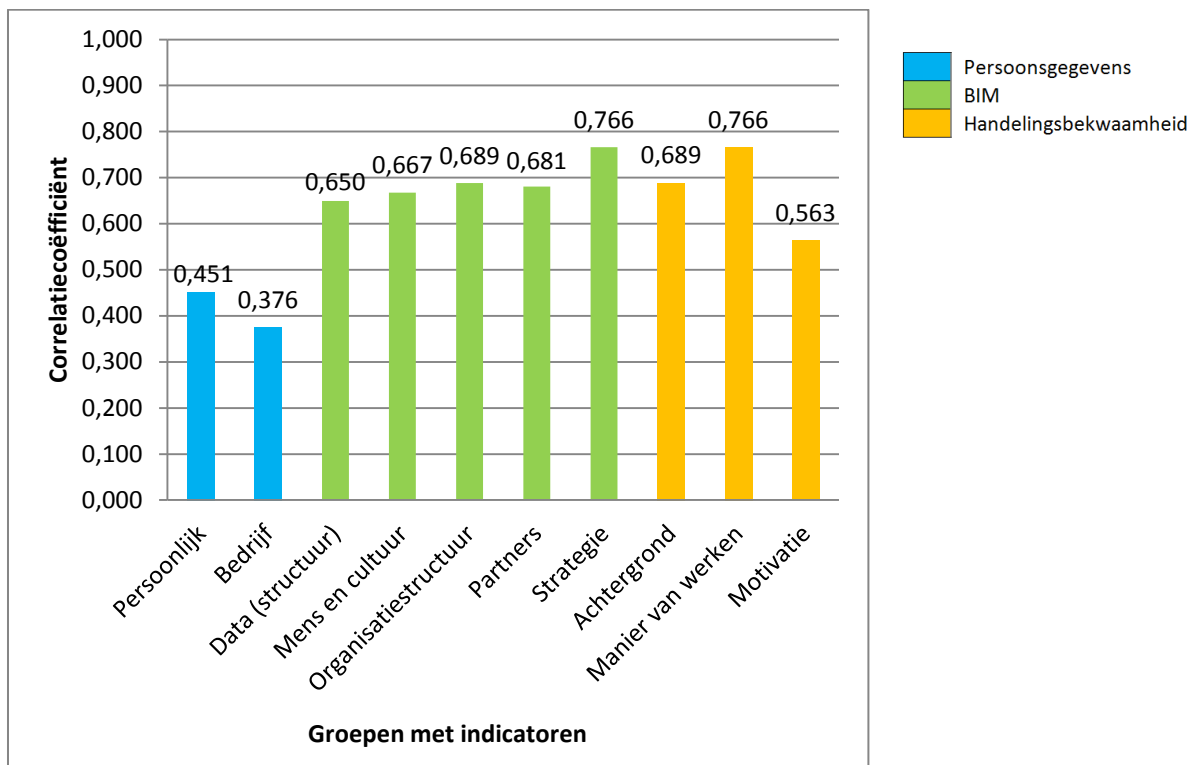
²⁷ In de hoofdstukken 'Pearsons correlaties' en 'Spearman's correlaties' in de bijlagen staat de volledige lijst van indicatoren met hun (on)voldoende significantie en lage en hoge correlatiecoëfficiënten.

Gemiddelde correlatiecoëfficiënten per groep

Om inzicht te krijgen in de indicatoren die het meeste invloed hebben op de BIM-volwassenheid is gekeken naar de gemiddelde correlatiecoëfficiënt per groep. Hierdoor wordt duidelijk welke groep de meeste invloed heeft op de BIM-volwassenheid.

De gemiddelde correlaties zijn in te delen in de volgende rangorde:

1. Hoge correlaties ($0,70 < r < 0,90$)
 - a. Strategie en manier van werken
2. Middelmattige correlaties ($0,50 < r < 0,70$)
 - a. Organisatiestructuur en achtergrond
 - b. Partners
 - c. Mens en cultuur
 - d. Data(structuur)
 - e. Motivatie
3. Lage correlaties ($0,30 < r < 0,50$)
 - a. Persoonlijk
 - b. Bedrijf

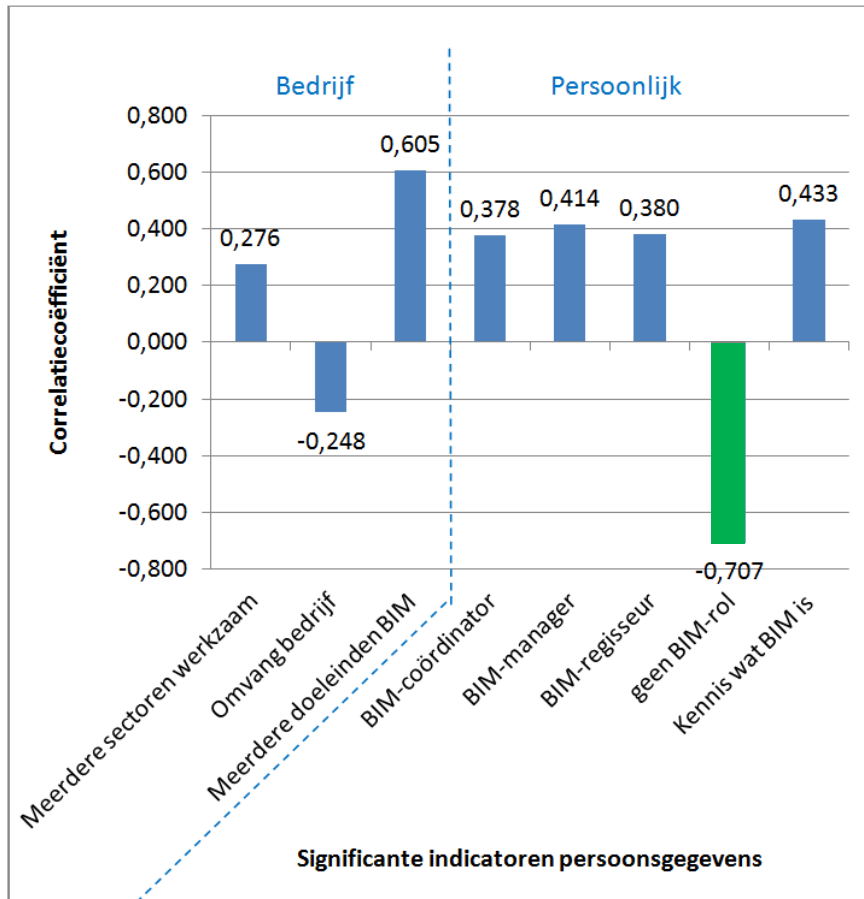


Figuur 6. Gemiddelde correlatiecoëfficiënt per groep met de BIM-volwassenheid

Significante correlatiecoëfficiënten

Elk onderdeel (persoonsgegevens, BIM en handelingsbekwaamheid) heeft een aantal groepen die een aantal indicatoren bevat. Per indicator is gekeken wat de correlatiecoëfficiënt is met de BIM-volwassenheid. De indicatoren met onvoldoende significantie zijn niet meegenomen.

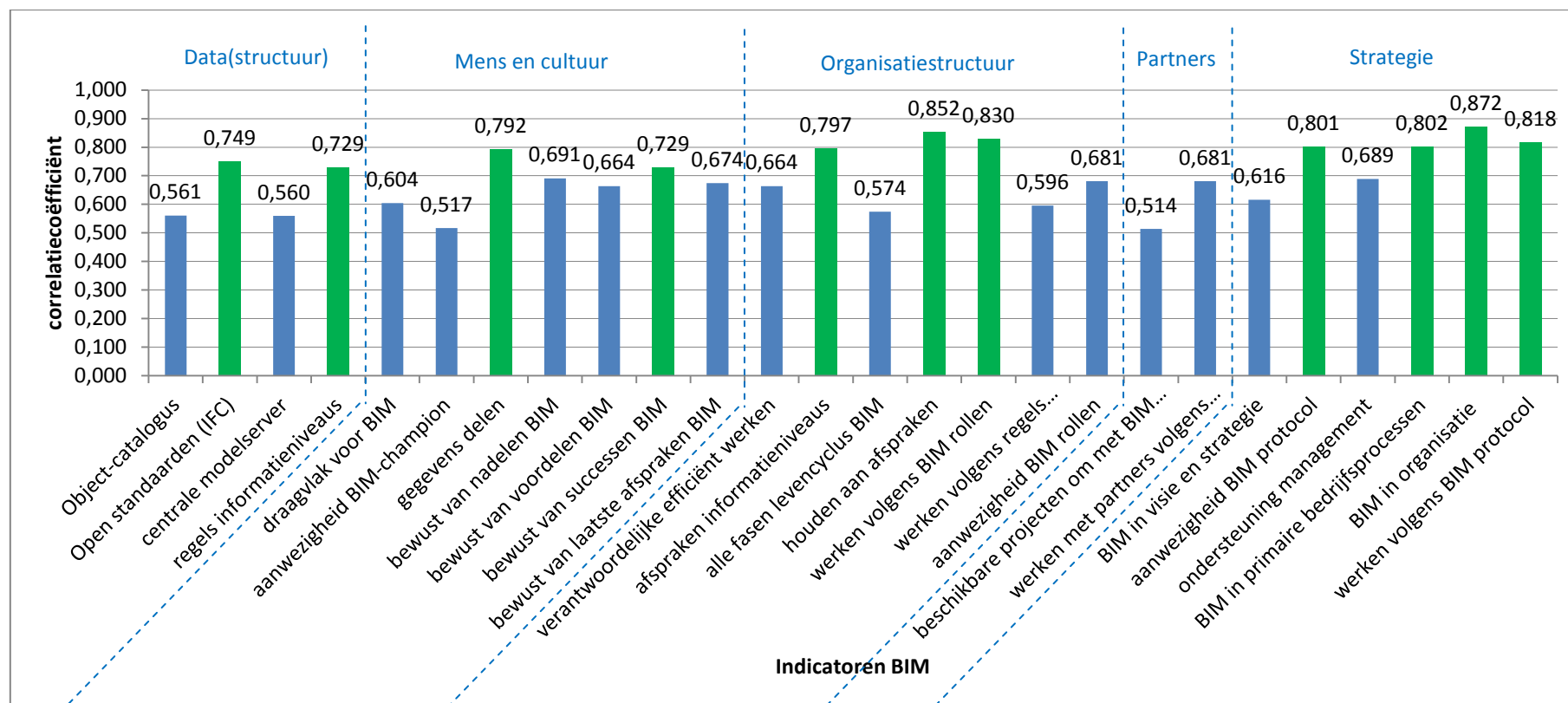
Significante correlatiecoëfficiënten tussen indicatoren persoonsgegevens en BIM-volwassenheid



Figuur 7. Correlatiecoëfficiënten tussen indicatoren persoonsgegevens en BIM-volwassenheid (groen is hoge correlatie)

De enige indicator met een **hoge correlatiecoëfficiënt** is de afwezigheid van een BIM-rol (negatieve correlatie).

Significante correlatiecoëfficiënten tussen indicatoren BIM en BIM-volwassenheid

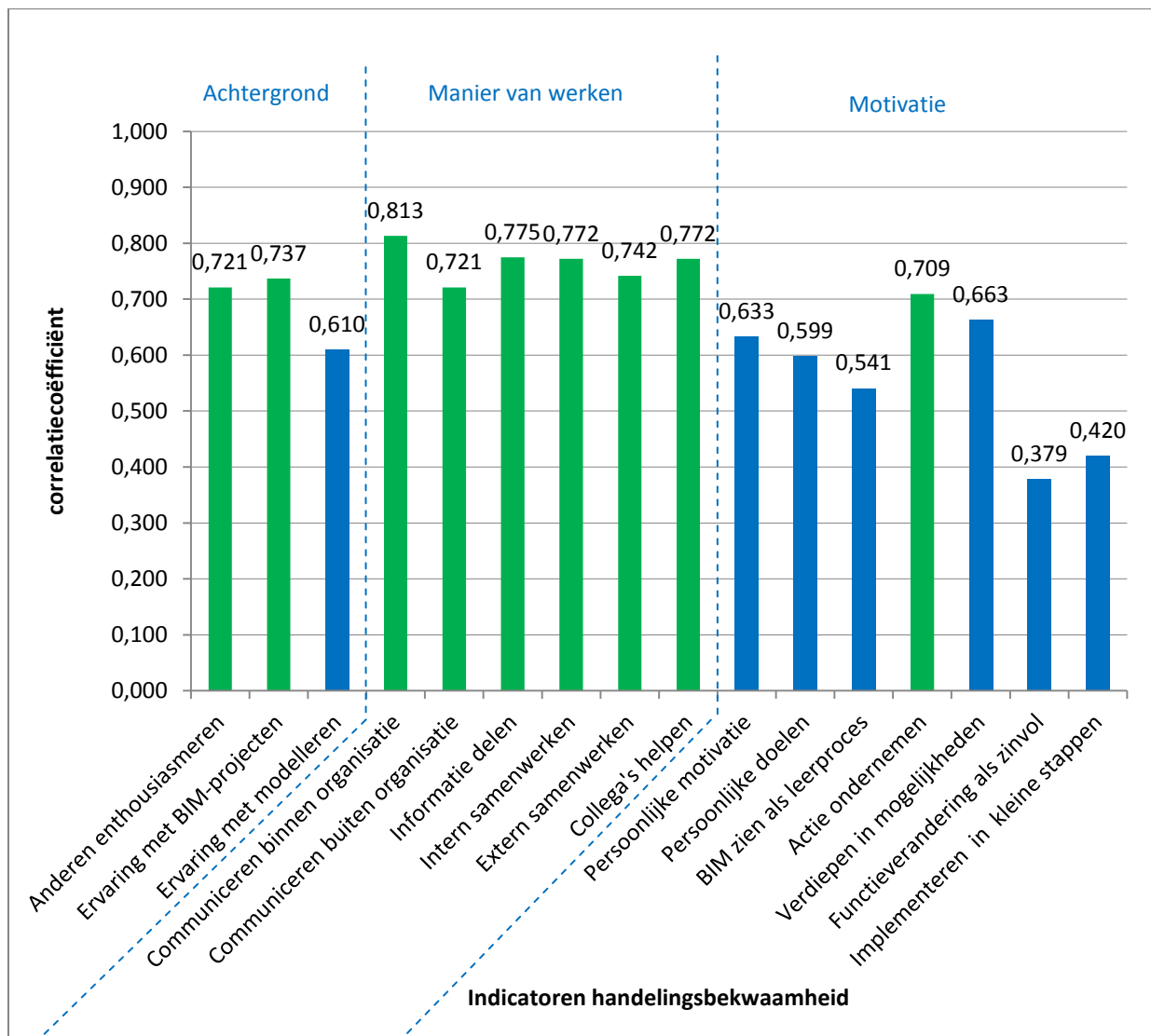


Figuur 8. Correlatiecoëfficiënten tussen indicatoren BIM en BIM-volwassenheid (de hoge correlaties zijn groen)

De indicatoren met een **hoge correlatiecoëfficiënt** zijn:

1. BIM toepassen in de organisatie;
2. Houden aan BIM afspraken;
3. Werken volgens BIM rollen;
4. Werken volgens BIM protocol;
5. BIM toepassen in primaire bedrijfsprocessen;
6. Aanwezigheid BIM-protocol;
7. Afspraken maken BIM-informatie uitwisseling;
8. Gegevens delen;
9. IFC bestanden gebruiken;
10. Aanwezigheid regels informatieniveaus BIM uitwisseling;
11. Medewerkers op de hoogte houden van BIM successen.

Significante correlatiecoëfficiënten tussen indicatoren handelingsbekwaamheid en BIM-volwassenheid



Figuur 9. Correlatiecoëfficiënten indicatoren handelingsbekwaamheid met BIM-volwassenheid (de hoge correlaties zijn groen)

De indicatoren met een **hoge correlatiecoëfficiënt** zijn:

1. Communiceren binnen de organisatie;
2. Informatie delen;
3. BIM gebruiken om intern samen te werken en collega's helpen bij het gebruik van BIM;
4. BIM gebruiken om extern samen te werken;
5. Ervaring met het werken in BIM projecten;
6. Anderen enthousiasmeren om BIM te gebruiken en buiten organisatie communiceren over het BIM model;
7. Actie ondernemen om BIM implementatie te versnellen.

Discussie

Voor verificatie is gecontroleerd of het onderzoek aan de vooraf opgestelde eisen van de opdrachtgever voldoet en of de gebruikte methode naar verwachting is uitgevoerd. De opdracht vanuit het lectoraat was het vinden van de indicatoren die het invloedrijkste waren op de BIM-volwassenheid. En deze correlaties zijn gevonden. Om de betrouwbaarheid van dit onderzoek te kennen is het van belang om een aantal kanttekeningen te maken. Aan de hand van het gebruikte werkproces staan deze in dit hoofdstuk weergegeven. Validatie is het controleren van de gebruikte methode of gevonden waarden op geldigheid en juistheid.

Validatie literatuuronderzoek

Bron

De gebruikte literatuur komt voornamelijk van Google Scholar. Dit is een online verzamelbank voor wetenschappelijke literatuur. Echter is niet alle literatuur over BIM, BIM-volwassenheid en handelingsbekwaamheid gelezen en meegenomen. Dit kan invloed hebben op de volledigheid van de gevonden indicatoren. Omdat de gelezen artikelen voornamelijk van wetenschappelijk niveau zijn, is de kwaliteit en betrouwbaarheid van deze artikelen wel voldoende.

Auteur

Bij de gevonden literatuur komt een aantal auteurs vaker voor. Bijvoorbeeld Bilal Succar, hij is een Australische onderzoeker met de focus op BIM. Hij heeft meerdere artikelen geschreven en ook BIM-volwassenheidsmeters ontwikkeld. Het kan dus zijn dat de indicatoren die hij in zijn literatuur en innovatiemeter aangeeft geen direct verband hebben met indicatoren van de Nederlandse bouwsector. Hetzelfde geldt voor de literatuur van Brittany Giel (Verenigde Staten).

Validiteit

Ondanks het feit dat niet alle literatuur behandeld is en voor een deel uit het buitenland afkomstig, is uit interviews gebleken dat de indicatoren die uit de literatuur komen, ook in de Nederlandse bouwsector voorkomen. Daarnaast zijn er overeenkomsten van indicatoren uit buitenlandse literatuur met indicatoren uit de Nederlandse literatuur over BIM.

Validatie interviews

Interviewmethode

Het verloop van de interviews was niet elke keer hetzelfde. Bij sommige respondenten is vaker doorgevraagd en bij anderen is juist meer afgeweken van de vragen. Hierdoor kunnen vragen anders geïnterpreteerd zijn waardoor ook de antwoorden anders kunnen zijn. De kern van elk interview is wel overal gelijk gebleven. Dit betekent dat de validiteit beïnvloed is, maar deze invloed is niet direct kwalijk voor dit onderzoek.

Respondenten

De geïnterviewden zijn gevonden via bestaande contacten. Twee uit het eigen netwerk, één via een geïnterviewde en vijf vanuit het BIMlab. Van deze acht werken zes personen al in BIM projecten. Dit kan de benoemde indicatoren over BIM-volwassenheid en handelingsbekwaamheid beïnvloeden. De groep mensen die werkzaam is in de bouw maar (nog) niet met BIM werkt is namelijk minder vertegenwoordigd.

Degenen die bij het BIMlab betrokken zijn, ondersteunen en stimuleren nieuwe processen en zijn daardoor al koplopers binnen de bouwsector. De bouwsector wordt over het algemeen als gesloten getypeerd. De geïnterviewden zijn dus niet direct typerend voor degenen die werkzaam zijn in de gehele bouwsector. Ook hebben de geïnterviewden voornamelijk een leidende of sturende rol binnen de organisatie. Dit kan ook invloed hebben op de keuze voor benoemen van bepaalde indicatoren.

Validiteit

Veel van de indicatoren uit de interviews komen overeen met de literatuur. Ook zijn indicatoren uit bestaande

innovatiemeters genoemd. Dit vergroot de betrouwbaarheid: hoe vaker ze genoemd worden, des te betrouwbaarder ze zijn.

Om het onderzoek nog betrouwbaarder te maken, kan een grotere groep mensen geïnterviewd worden. Hiermee heeft de TU in Twente een stap gezet in hun sectoranalyse.

Validatie analyse indicatoren

Na het literatuuronderzoek en de interviews is er een lijst in Excel samengesteld met indicatoren van BIM-volwassenheid en handelingsbekwaamheid. Dit is gedaan zodat het overzichtelijker is op welke groepen van indicatoren de focus ligt.

Groepering

Omdat niet alle indicatoren op dezelfde manier geformuleerd zijn, waren directe vergelijkingen niet (altijd) mogelijk. De groepering van indicatoren van BIM komt uit de BIM Quickscan en de sectoranalyse. De groepering voor handelingsbekwaamheid is naar eigen inschatting gemaakt. Het sorteren van de indicatoren is gemaakt op basis van verwantschap.

Validiteit

Door het maken van een groepering worden de meeste indicatoren meegenomen. Het consequent wel of niet aan laten sluiten van indicatoren bij een groep maakt de volledigheid betrouwbaarder.

Verdere uitsplitsing van de indicatoren kan een exactere vergelijking geven.

Validatie enquête

Selectie

Het is mogelijk dat een aantal indicatoren, die niet zijn meegenomen maar wel in de interviews en literatuur naar voren kwamen, een belangrijke correlatie hadden kunnen hebben met de BIM-volwassenheid. Ook zijn in de enquête nauwelijks controlevragen gesteld. Dit is nagelaten om de tijdsduur van het invullen minimaal te maken. Omdat de enquête nauwelijks dubbele vragen per indicator bevat, is validatie niet per indicator mogelijk.

Onvolledigheid

Een groep van 34 personen heeft alleen de eerste pagina ingevuld. Toen dit duidelijk werd, is gekozen om de enquête om te zetten tot een pagina. De respondenten die deze versie zagen, hebben de enquête volledig ingevuld. De antwoorden van de groep respondenten die de enquête maar half heeft ingevuld zijn niet meegenomen, hierdoor is het aantal respondenten gedaald en dus ook de betrouwbaarheid van de resultaten.

Onduidelijkheid

Vraag 2 en 4 hebben 1 jaar overlap, degene die 30 jaar zijn kunnen 2 en 3 hebben ingevuld. De vragen over BIM handelingsbekwaamheid zijn persoonlijk in te vullen. Er wordt gevraagd in welke mate iets voorkomt. Echter is de ene persoon strenger of kritischer dan de andere. Dit betekent dat wat voor de ene vaak voorkomt is voor de andere gemiddeld. Dit kan de resultaten beïnvloeden.

Bereik

De enquête is uitgezet via het eigen netwerk en via verschillende sociale mediakanalen. Dit zijn onder andere de bouwkundegroep op LinkedIn, het netwerk van Het Nationaal BIM Platform en twitter. In totaal zijn de antwoorden van 72 respondenten geanalyseerd.

Het verder uitzetten van de enquête had gekund door het benaderen van verschillende bedrijven in heel Nederland. Dit had de betrouwbaarheid van de resultaten vergroot.

Respondenten

De respondenten zitten voornamelijk in het vakgebied van de aannemer (44%) en ca. 40% werkt al met BIM. Dit betekent dat de resultaten voornamelijk iets zeggen over de groep aannemers en mensen die werken met BIM.

Invullen

Het kan zijn dat de respondenten de vragenlijst met een half oog hebben ingevuld en dus keuzes hebben gemaakt die niet waar zijn.

Betrouwbaarheid

De vragenlijst uitzetten bij een grotere groep mensen, werkzaam in de Nederlandse bouwsector, vergroot de betrouwbaarheid. De respondenten die voor dit onderzoek de enquête hebben ingevuld dekken al een deel van de bouwsector.

Validatie resultaten

De resultaten zijn geanalyseerd met het statistisch programma SPSS.

SPSS-gebruik

Beter gebruik en meer kennis van SPSS kan de kans op fouten verkleinen en dus de betrouwbaarheid vergroten.

“Onbekend”-functie

De respondenten hebben 235 maal aangegeven dat het voorkomen van een bepaald onderdeel onbekend is. Deze keuze krijgt in het onderzoek -1 punt. Om de nauwkeurigheid van deze keuze te bepalen is er een vergelijking gemaakt met de resultaten als er 6 punten zouden worden gegeven bij het antwoord ‘onbekend’. De significantie verandert amper. Dezelfde indicatoren hebben een significantie boven of onder de 0,05. Echter is de correlatiecoëfficiënt bij 6 punten lager dan bij -1 punt.

Als men niet weet of iets voorkomt, kan niet worden bepaald in welke mate het voorkomt. Dit betekent dat deze onderdelen niet positief zijn voor de BIM-volwassenheid. De keuze voor -1 is dus juist. Er zouden ook bijvoorbeeld -5 punten gegeven kunnen worden. Echter is het onbekend dat bij niet weten of iets voorkomt, het daadwerkelijk ook niet voorkomt in de organisatie.

Klassen

Van het totaal aantal punten BIM-volwassenheid en handelingsbekwaamheid is een onderverdeling in klassen gemaakt. Deze onderverdeling bestaat uit gelijke stappen. Totaal kan de respondent 135 punten scoren voor BIM-volwassenheid (5 punten per vraag, 27 vragen). Handelingsbekwaamheid kan een maximaal aantal van 80 punten (5 punten per vraag, 16 vragen) opleveren.

Klassen BIM-volwassenheid

Klasse 0	0 punten	Geen BIM
Klasse 1	1-27 punten	BIM-afwachter
Klasse 2	28-54 punten	BIM-starter
Klasse 3	55-81 punten	BIM-volwassen
Klasse 4	82-108 punten	BIM-koploper
Klasse 5	109-135 punten	BIM-verspreider

Klassen handelingsbekwaamheid

Klasse 0	0 punten	Komt niet voor
Klasse 1	1-16 punten	Echt niet handelingsbekwaam

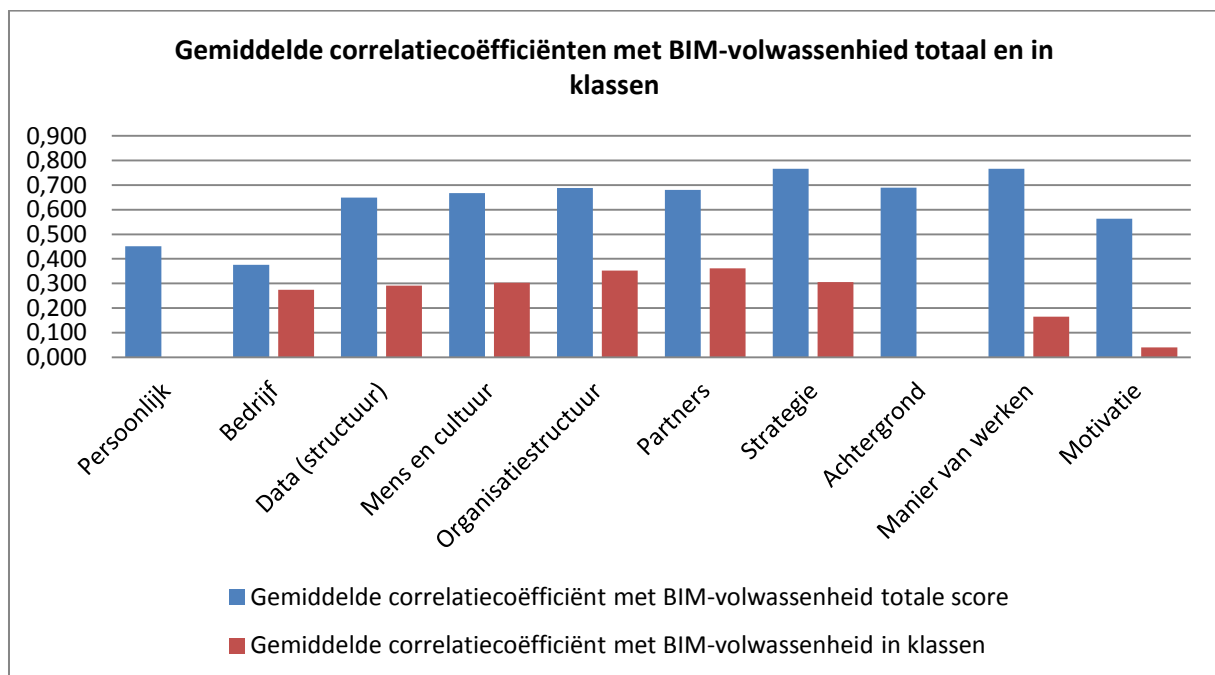
Klasse 2	17-32 punten	Niet echt handelingsbekwaam
Klasse 3	33-48 punten	Handelingsbekwaam
Klasse 4	49-64 punten	Erg handelingsbekwaam
Klasse 5	64-80 punten	Heel erg handelingsbekwaam

In het onderzoek van de Wit en Janssen zijn 4 klassen weergegeven. Hoe meer klassen er zijn, hoe nauwkeuriger conclusies getrokken kunnen worden. In figuur 9 staat de vergelijking van de significantie groepen van indicatoren die een correlatie vormen met de BIM-volwassenheid.

Het invullen van BIM-volwassenheid in klassen beperkt de correlaties. De respondenten die punten hebben aan de rand van het aantal punten van de klassen worden in een klasse ingedeeld terwijl ze bijna bij een andere klasse zitten. Deze gevallen zijn minder specifiek. Dit is een verklaring waarom de correlaties met de BIM-volwassenheid in klassen een lagere significantie heeft.

Wat ook mee kan spelen is het toevoegen van een extra klasse (ten opzichte van vorige onderzoeken) om de BIM-volwassenheid en handelingsbekwaamheid te meten. De extra klasse is toegevoegd om de nauwkeurigheid te vergroten.

Ondanks het toevoegen van een extra klasse zijn de correlaties tussen de indicatoren en de BIM-volwassenheid in klassen veel lager dan de correlaties tussen de indicatoren en de BIM-volwassenheid in totale score.



Figuur 10. Vergelijking correlatiecoëfficiënt indicatoren met BIM-volwassenheid in klassen en in totale score

Vergelijking

In het onderzoek BIM-volwassenheid in de installatiebranche staat aangegeven dat het grootste deel van de installatiebranche in de klassen 1 en 2 zitten. De respondenten (werkzaam in de installatiebranche) van dit onderzoek zitten in klassen 3 en 4. Deze groep van respondenten is klein (5 personen). Het verschil komt door de kleine groep respondenten of door het sneeuwbal effect: dat de enquête voornamelijk is uitgezet bij contactpersonen en groepen die al werkzaam zijn met BIM.

Validatie afronding

Hoogte

Uit de gevonden correlaties zijn de hoogste indicatoren meegenomen in het advies. Het is echter niet zeker of deze indicatoren een directe correlatie vormen of dat zij door andere factoren beïnvloed worden. Meer onderzoek kan duidelijk maken of de indicatoren onderling beïnvloed worden.

Significantie

Onder een correlatiecoëfficiënt van 0,300 is de betrouwbaarheid 0,05 of lager (*). Het is dus niet zeker of deze indicatoren ook echt laag zijn omdat deze indicatoren beïnvloed worden door andere variabelen/ indicatoren. De betrouwbaarheid neemt toe door het toevoegen van meer, of andere, variabelen en het vinden van relaties tussen de variabelen zelf. Hiervoor is verder onderzoek nodig.

Conclusie

Welke indicatoren van persoonsgegevens, BIM en handelingsbekwaamheid zijn het meest invloedrijk op de BIM-volwassenheid binnen organisaties, actief in de Nederlandse bouwsector?

In dit hoofdstuk wordt hierop antwoord gegeven aan de hand van de vooraf opgestelde hypothesen en de gevonden hoogste correlatiecoëfficiënten. Bij het implementeren van BIM in organisaties of het voorbereiden van de studenten op het werken met BIM kan met deze indicatoren rekening worden gehouden.

Aangenomen hypothesen

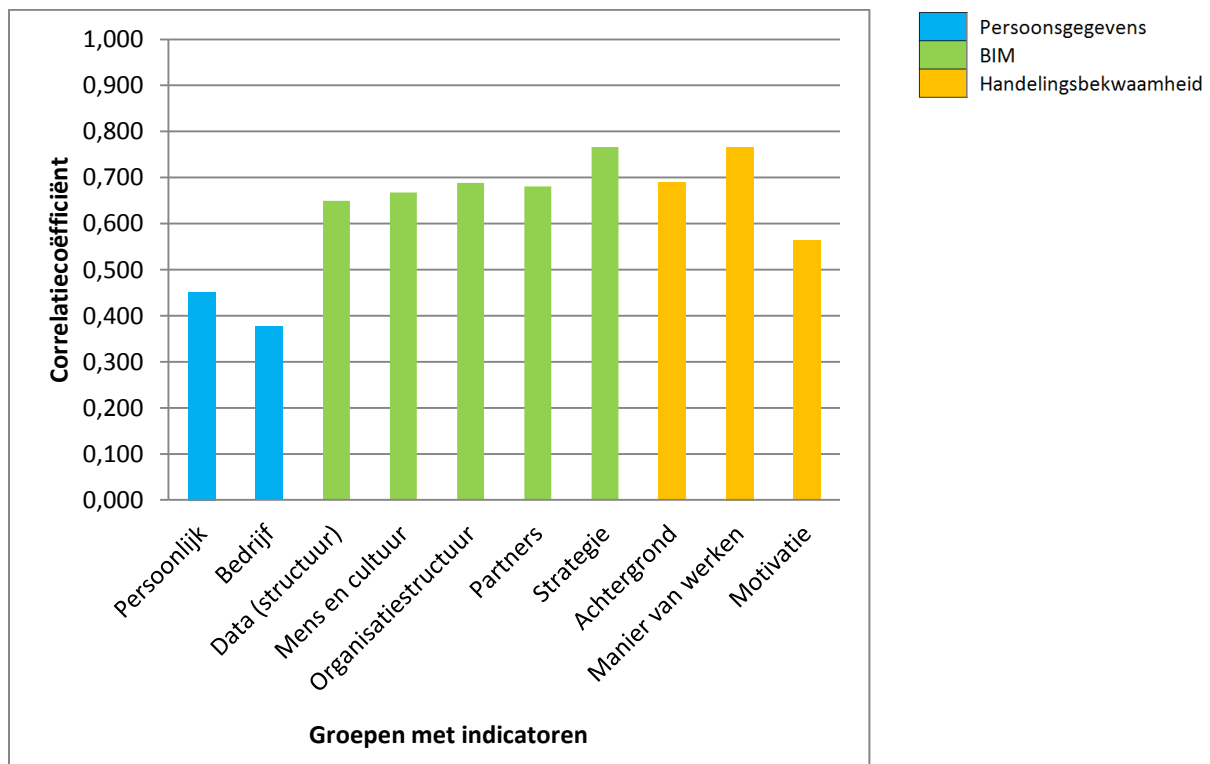
- *Druk vanuit het management draagt positief bij aan de BIM-volwassenheid.* In dit onderzoek is de druk van het management uitgesplitst in afspraken, rollen en het toepassen van BIM in organisaties. Deze hebben allemaal een hoge correlatie met de BIM-volwassenheid. De manier waarop en de mate waarin druk gegeven moet worden, valt buiten het bereik van dit onderzoek.

Verworpen hypothesen

- *Jonge werknemers zullen hoger scoren op BIM-volwassenheid dan werknemers die al langer in de bouwsector werkzaam zijn.* Deze correlatie blijkt niet significant. Dat betekent dat er geen betrouwbaar verband is tussen leeftijd en BIM-volwassenheid of dat de indicator leeftijd beïnvloed wordt door andere indicatoren.
- *Ervaring hebben met modelleren heeft een hoge positieve correlatie met de BIM-volwassenheid.* In dit onderzoek heeft ervaring met modelleren een middelmatige correlatie met de BIM-volwassenheid.
- *Als de gebruiker de voordelen van BIM niet zelf inziet, zal de BIM-volwassenheid laag blijven.* Het bekend zijn met de voor- en nadelen van het gebruik van BIM vormt een middelmatige correlatie met de BIM-volwassenheid.

Hoogste correlaties groepen met de BIM-volwassenheid

Per groep is de gemiddelde correlatiecoëfficiënt met de BIM-volwassenheid berekend.



Figuur 11. Staafdiagram van gemiddelde correlatiecoëfficiënten tussen groepen en de BIM-volwassenheid

Dit geeft de volgende rangorde van de groepen met de meeste invloed op de BIM-volwassenheid:

1. Strategie en manier van werken
2. Organisatiestructuur en achtergrond
3. Partners
4. Mens en cultuur
5. Motivatie
6. Persoonlijk
7. Bedrijf

De indicatoren van BIM, lijken dus even veel invloed op de BIM-volwassenheid te hebben als de indicatoren die van handelingsbekwaamheid. Omdat de BIM-volwassenheid de totale score van de antwoorden op de indicatoren van BIM is, was verwacht dat deze meer invloed zouden hebben op de BIM-volwassenheid dan de indicatoren van handelingsbekwaamheid.

Hoogste correlaties indicatoren met de BIM-volwassenheid

Persoonsgegevens

Bij de persoonsgegevens heeft alleen de afwezigheid van een BIM-rol een hoge negatieve correlatiecoëfficiënt.

BIM

Bij de invloed van de indicatoren op de BIM-volwassenheid gaat het voornamelijk om het maken van en werken volgens afspraken, het toekennen van en werken volgens rollen en het delen van successen vanuit het management. Per groep hebben onderstaande vragen invloed op de BIM-volwassenheid. De onderstreepte delen zijn de indicatoren waar de vraag over gaat.

Data(structuur)

- wordt er binnen uw organisatie gebruik gemaakt van open standaarden (IFC) bij het communiceren met bestanden?
- zijn er binnen uw organisatie regels voor het BIM model om informatieniveaus te bepalen?

Mens en cultuur

- worden binnen uw organisatie gegevens uit het BIM model gedeeld?
- zijn medewerkers binnen uw organisatie bekend met successen rondom BIM projecten?

Organisatiestructuur

- wordt binnen uw organisatie aan deze BIM afspraken gehouden?
- wordt binnen uw organisatie gewerkt volgens deze BIM rollen?
- worden binnen uw organisatie afspraken gemaakt over de BIM-informatie uitwisseling?

Strategie

- wordt BIM in de organisatie toegepast?
- wordt binnen uw organisatie gewerkt volgens een BIM protocol?
- wordt BIM gebruikt in uw primaire bedrijfsprocessen?
- is binnen uw organisatie een BIM protocol aanwezig?

Handelingsbekwaamheid

Over de gehele handelingsbekwaamheid heeft samenwerken, communiceren, informatie delen, elkaar helpen en enthousiasmeren en ervaring met het werken in BIM projecten de grootste invloed op de BIM-volwassenheid. Per groep hebben onderstaande indicatoren hoge invloed op de BIM-volwassenheid. De onderstreepte delen zijn de indicatoren waar de vraag over gaat.

Achtergrond

- heeft u ervaring met het werken in BIM projecten?
- enthousiasmeert u mensen om BIM te gebruiken?

Manier van werken

- communiceert u binnen uw organisatie over het BIM model?
- deelt u de door u ingevoerde informatie uit het BIM model?
- gebruikt u BIM om beter samen te werken met interne collega's?
- helpt u uw collega's bij het gebruik van BIM?
- gebruikt u BIM om samen te werken met externe collega's?
- communiceert u buiten uw organisatie over het BIM model?

Motivatatie

- onderneemt u actie om de BIM implementatie te versnellen?

Aanbevelingen voor de bouwsector

1. Houdt uw medewerkers op de hoogte van wat BIM is en wat BIM doet voor uw medewerkers. Deel de successen en zorg dat de medewerkers op de hoogte zijn van de voor- en nadelen van het BM gebruik.
2. Maak duidelijke afspraak over het werken met BIM. Verdeel de rollen die erbij horen en zorg dat iedereen zijn of haar verantwoordelijkheid neemt. Een BIM protocol kan hierbij helpen.
3. Pas BIM toe in primaire bedrijfsprocessen en neem BIM op in de visie en strategie.
4. Het geven van trainingen en opleidingen om te leren modelleren hebben niet de prioriteit. Een sterk team dat kan communiceren en bereid is elkaar te helpen kan sneller bijdragen aan het implementeren van BIM dan het goed kunnen modelleren.

Aanbevelingen voor het onderwijs

1. Ontwikkel een project waarin studenten met andere opleidingen of partijen samenwerken en waarbij BIM voor meerdere doeleinden wordt gebruikt. Het modelleren staat hierbij niet direct centraal, maar veel meer de sociale aspecten en het teamverband waarbinnen een project gerealiseerd wordt.
2. Leg de focus op afspraken en rolverdeling. Zorg dat iedereen hier ook zijn of haar verantwoordelijkheid voor leert te nemen.
3. Besteed ook aandacht aan de mogelijkheden van BIM: de successen, voordelen en nadelen. Betrokkenheid van medewerkers is van positieve invloed op de BIM-volwassenheid, hier kan tijdens de studie al mee begonnen worden.
4. Gegevens delen heeft ook positieve invloed. Er moet gestimuleerd worden om samen te werken en niet alle informatie of gegevens voor zichzelf te houden.
5. Het helpt om later met BIM te gaan werken, als studenten het belang inzien van:
 - communiceren,
 - samenwerken,
 - informatie delen en
 - elkaar helpen.

Dankwoord

Ik was tijdens een minoronderzoek in Kaapverdië, op zoek naar een afstudeerplek in de richting van procesmanagement. Hierbij vroeg ik dhr. Ravesloot om advies. Dat gesprek kreeg een andere wending toen hij vertelde dat hij zelf onderzoek deed op het gebied van BIM. Daarbij vertelde hij over de mogelijkheid om met dit onderzoek een stap richting de Technische Universiteit in Delft te maken.

Terug in Nederland hebben we een afspraak gemaakt en is het afstuderen begonnen.

Ik wil Christoph Maria Ravesloot bedanken voor zijn kritische vragen en methodische lessen, hij heeft mij geholpen dit afstudeeronderzoek richting wetenschap onderzoek te maken.

Ook wil ik Sander van Nederveen bedanken voor het bieden van de faciliteiten en begeleiding vanuit de TU Delft, hij heeft mij geholpen om de overstap naar de master in Delft te versoepelen.

Daarnaast wil ik Kees van Kranenburg en Bram Rademaker bedanken voor hun begeleiding en het ondersteunen van dit onderzoek, vanuit de Hogeschool Rotterdam.

Mijn dank gaat uit naar iedereen die heeft meegewerkt aan het realiseren van dit onderzoek, met name mijn respondenten voor de interviews, diegenen die mijn enquête hebben verspreid en diegene die hebben geholpen met de leesbaarheid van dit rapport.

In het bijzonder wil ik mijn ouders bedanken. Zij bieden ondersteuning en hulp waar nodig en hebben er voor gezorgd dat ik überhaupt gekomen ben waar ik nu ben.

Mijn eerste scriptie is er. Over een paar jaar de volgende.

Rotterdam, juni 2015

Rosanne Stel

Lijst met Figuren

Figuur 1. Correlaties BIM-volwassenheid en indicatoren	3
Figuur 2. Staafdiagram van gemiddelde correlatiecoëfficiënten tussen groepen van persoonsgegevens, BIM en handelingsbekwaamheid met de BIM-volwassenheid	5
Figuur 3 BIM-volwassenheid meters vergeleken	13
Figuur 4. Schematische weergave van tussenresultaten en het proces	17
Figuur 5. Verschil indicatoren en BIM-volwassenheid.	18
Figuur 6. Gemiddelde correlatiecoëfficiënt per groep met de BIM-volwassenheid.....	20
Figuur 7. Correlatiecoëfficiënten tussen indicatoren persoonsgegevens en BIM-volwassenheid (groen is hoge correlatie).....	21
Figuur 8. Correlatiecoëfficiënten tussen indicatoren BIM en BIM-volwassenheid (de hoge correlaties zijn groen).....	22
Figuur 9. Correlatiecoëfficiënten indicatoren handelingsbekwaamheid met BIM-volwassenheid (de hoge correlaties zijn groen).....	23
Figuur 10. Vergelijking correlatiecoëfficiënt indicatoren met BIM-volwassenheid in klassen en in totale score.....	27
Figuur 11. Staafdiagram van gemiddelde correlatiecoëfficiënten tussen groepen en de BIM- volwassenheid	29

Lijst met tabellen

Tabel 1. Verdeling hoog/laag correlatiecoëfficiënten.....	19
---	----

Bibliografie

Azhar, S. (2011, juli). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering* , 241-252.

Berlo, L. v. (2015, maart 2). Handelingsbekwaamheid en BIM volwassenheid. (R. Stel, Interviewer)

Berlo, L. v. (2013). Inzicht in uw BIM-verbeterpunten met de BIM Quicksan. *ISSO ThemaTech - BIM: Integraal samenwerken* , 22-26.

BIMspecialist. (2014, maart 11). *Wat is BIM?* . Retrieved from de BIM specialist:
http://www.debimspecialist.nl/wat_is_bim/

Bosch, A. (n.d.). *Vijf prestatie-indicatoren voor het meten van BIM*. Retrieved from Het Nationaal BIM-Platform:
<http://www.hetnationaalbimplatform.nl/kenniscentrum/professionals/bim-in-onderzoek/vijf-prestatie-indicatoren-voor-het-meten-van-bim/>

Bruin, T. d., Rosemann, M., Freeze, R., & Kulkarni, U. (2005, December 2). Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model. *16th Australasian Conference on Information Systems (ACIS)* .

Buining, J.-D. (2015, maart 27). Handelingsbekwaamheid en BIM volwassenheid. (R. Stel, Interviewer)

CBS. (n.d.). *Feiten en cijfers bouwnijverheid*. Retrieved from Bouwend Nederland :
<http://www.bouwendnederland.nl/feiten-en-cijfers/28662/bedrijven-bouwnijverheid>

ChangeAgents, A. (2013). *Individual Discovery*. Retrieved from BIMexcellence Performance Measurement:
<http://bimexcellence.net/assess/campaign/default/>

Coates, P., Ariyici, Y., Koskela, L., Kagioglou, M., Usher, C., & O'Reilly, K. (2010). The key performance indicators of the BIM implementation process . *The International Conference on Computing in Civil and Building Engineering* .

Damen, A. (. (2013). *BIM-samenwerking in zicht*. Twente: Universiteit Twente.

Deutsch, R. (2011). BIM and integrated design. In L.-A. AIA, *Strategies for Architectural Practice* (p. 1st ed.). The American Institute of Architects.

Encyclo. (n.d.). *Handelingsbekwaamheid*. Retrieved from www.encyclo.nl:
<http://www.encyclo.nl/begrip/Handelingsbekwaamheid>

Everts, P. (2008). *Een analyse van de huidige en gewenste projectmanagementcompetenties in de bouwsector*. Delft: Technische Universiteit.

Giel, B. (2014). Building Innovation 2014. *MINIMUM BIM, 2nd Edition proposed revision - NBIMS v3* (p. 8). The Whiting-Turner Contracting Company.

Griffioen, W. B. (2015, maart 13). Handelingsbekwaamheid en BIM volwassenheid. (R. Stel, Interviewer)

HBO Engineering, H. (2012). *Bachelor of Engineering, Een competentiegerichte profielbeschrijving*. Amsterdam: Domein HBO-Engineering.

HNBP. (n.d.). *Wat is BIM?* . Retrieved from Het Nationaal BIM-Platform :
<http://www.hetnationaalbimplatform.nl/kenniscentrum/bim-basics/wat-is-bim/>

IIP ICT in de BOUW, U. T. (2014). *BIM-waardenonderzoek*. Rotterdam: SBRCURnet.

- Khosrowshahi, F., & Arayici, Y. (2012). Roadmap for implementation of BIM in the UK construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management* , Vol. 19 Iss 6, 610-635.
- McCuen et al., T. (2012). Evaluating Award-Winning BIM Projects Using the National Building Information Model Standard Capability Maturity Model . *Journal of Management in American Society of Civil Engineers* , 224-230.
- Miglinskas et al., D. (2013). The Benefits, Obstacles and Problems of Practical Bim Implementation. *Elsevier / Procedia Engineering* 57 , 767-774.
- National BIM Standard, N. B. (2014, Oktober 17). *Frequently Asked Questions About the National BIM Standard-United States™*. Retrieved from nationalbimstandard.org: <http://www.nationalbimstandard.org/faq.php#faq1>
- Notenbomer, W. (2015, maart 31). Handelingsbekwaamheid en BIM volwassenheid. (R. Stel, Interviewer)
- Schop, J.-P. (30 april 2015). BIM praktijkdag. *Hoe gaat de markt om met BIM* (p. Presentatie 02). Jaarbeurs Utrecht: USP Marketing Consultancy bv.
- Sebastian, R., & Berlo, L. v. (2010). Tool for Benchmarking BIM Performance of Design, Engineering and Construction Firms in The Netherlands. *Earthscan/aedm* , 254-263.
- Siebelink, I. S., Adriaanse, P. d., & Voordijk, D. H. (2015). *BIM-maturity sectoranalyse 2014 - versie 2.0*. Twente: Universiteit Twente.
- Siebelink, I. S., Adriaanse, P. d., & Voordijk, D. H. (2015). *BIM-maturity sectoranalyse 2014*. Twente: Universiteit Twente.
- Smith, A. (2015, maart 18). Handelingsbekwaamheid en BIM volwassenheid. (R. Stel, Interviewer)
- Straatman, D. J., Pel, W., & Hendriks, I. (2012). *Aan de slag met BIM; gewoon doen!* Bouwend Nederland, Balance&Result, de BIMspecialist. Zoetermeer: Stichting RRBouw.
- Sucar, B., Sher, W., & Williams, A. (2013). An integrated approach to BIM competency assessment, acquisition and application. *Automation in Construction* , 35, 174-189.
- Succar, B. (2014, juli 2015). *BIM Knowledge Content*. Retrieved januari 25, 2015, from BIM Framework: www.bimframework.info
- Succar, B. (2014, juni 3). *BIM Learning Triangle*. Retrieved 25 februari, 2015, from BIM Framework: www.bimframework.info
- Succar, B. (2014, Maart 16). *Competency Tiers*. Retrieved februari 25, 2015, from BIM Framework: <http://www.bimframework.info/competency/>
- Succar, B. (2012, augustus 9). *Episode 17: Individual BIM Competency*. Retrieved februari 2015, 2015, from Bim ThinkSpace: <http://www.bimthinkspace.com/2012/08/episode-17-individual-bim-competency.html>
- Succar, B. (2014, juli 12). *Episode 19: top-down, bottom-up and middle-out BIM diffusion*. Retrieved februari 25, 2015, from BIM ThinkSpace: <http://www.bimthinkspace.com/2014/07/episode-19-top-down-bottom-up-and-middle-out-bim-diffusion.html>
- Succar, B. (2014, Maart 16). *Individual Competency Index*. Retrieved februari 25, 2015, from BIM Framework: <http://www.bimframework.info/2014/03/individual-competency-index.html>
- Succar, B. (2010). The Five Components of BIM Performance Measurement. *Academia* , 288-300.

- Tatters, N. (2015, maart 31). *Handelingsbekwaamheid en BIM volwassenheid*. (R. Stel, Interviewer)
- TNO. (2010). *BIM Quickscan*. Retrieved from www.bimquickscan.nl: <http://bimquickscan.nl/>
- Universiteit Tilburg. (n.d.). *Correlaties*. From <https://www.tilburguniversity.edu/nl/studenten/vaardigheden/spsshelpdesk/edesk/correlat/>
- Verschuren, P., & Doorewaard, H. (2007). *Het ontwerpen van een onderzoek (4de ed.)*. Den Haag: Uitgeverij LEMMA.
- Wikipedia. (2015, mei 05). *Bouwwerkinformatiemodel*. Retrieved from <http://nl.wikipedia.org/wiki/Bouwwerkinformatiemodel>
- Wit, B. d., & Janssen, S. (2014). *Handelingsbekwaamheid projectleiders & BIM-volwassenheid in de installatiebranche*. Bouwkunde. Rotterdam: Hogeschool Rotterdam.