

PRAKTISCHE BIM ENGINEERING

EEN VERBETERING EN STANDAARDISATIE VAN HET
ENGINEERINGSPROCES TUSSEN AANNEMER EN ONDERAANNEMER



J. Weijters

H.C.C. Heerkens

Colofon

Auteurs:	J. Weijters 2122761
	H.C.C. Heerkens 2122241
Instelling:	Avans Hogeschool Professor Cobbenhagenlaan 13, 5037 DA Tilburg
Opleiding:	HBO Bouwkunde Specialisatie J. Weijters: Uitvoeringstechniek Specialisatie H.C.C. Heerkens: Architectuur
Begeleiders:	Avans Hogeschool Wim van 't Hoog Joop de Zwart Van de Ven Bouw en Ontwikkeling B.V. Martijn van den Berg Sander van Remortel

Voorwoord

Deze afstudeerscriptie is geschreven als onderdeel van het 4^e leerjaar van de opleiding Bouwkunde op Avans Hogeschool Tilburg. Het doel van dit onderzoek is het uitwerken van een door ons onderzochte probleemstelling, aangereikt door Van de Ven Bouw en Ontwikkeling B.V. en verder ontwikkeld in het plan van aanpak dat de basis van dit onderzoek gevormd heeft.

De keuze om op het onderwerp BIM af te studeren is ontstaan door onze gedeelde interesse in digitalisering, virtueel bouwen en samenwerken. Hierbij ligt deze interesse bij Harm vanuit het oogpunt van een architect en de interesse van Jacco vanuit de aannemer. Deze combinatie van architect en aannemer maakt dit onderwerp extra interessant omdat er vanuit zowel de maker als de gebruiker van BIM-modellen gedacht wordt.

Bij het afstuderen worden studenten in verschillende ateliers ingedeeld, wij hebben gekozen voor het LEAN-atelier. Dit atelier is door ons gekozen omdat wij graag de nadruk willen leggen op het verbeteren en standaardiseren van een proces, in dit geval het BIM-proces tussen werkvoorbereider en onderaannemer. Om dit proces te kunnen verbeteren zullen wij onder andere moeten ingaan op de inhoud van het BIM-proces, wat slechts een onderdeel van het gehele onderzoek uitmaakt. Het eindproduct dat wij uiteindelijk voor ogen hebben zal dan ook meer procesmatig invloed hebben en niet zozeer BIM-technisch grotere veranderingen met zich meebrengen. Vandaar dat wij graag kennis gaan uitwisselen met de andere studenten van het LEAN-atelier, om ons onderzoek te versterken.

Deze verslaglegging is bestemd voor onze begeleidend docenten, bedrijfsbegeleider en alle andere geïnteresseerden in ons afstudeeronderzoek.

Samen hebben we de afgelopen 20 weken als enorm leerzaam ondervonden en zijn we erg tevreden met onze opgedane kennis en ervaring, niet alleen binnen een bouwbedrijf, maar ook op het gebied van LEAN, BIM en samenwerking in het algemeen.

Graag willen wij onze bedrijfsbegeleiders, Martijn van den Berg en Sander van Remortel bedanken voor de begeleiding, steun en kennisuitwisseling tijdens ons afstudeerproject. Daarnaast willen we ook het LEAN-atelier, maar vooral Wim van 't Hoog en Joop de Zwart bedanken voor hun feedback, enthousiasme en begeleiding gedurende en over ons afstudeerproject van de afgelopen tijd.

Wij wensen u veel plezier met het lezen van de rapportage.

Harm Heerkens en Jacco Weijters
Tilburg, mei 2021

Samenvatting

Elke werkvoorbereider pakt het BIM-proces op zijn eigen manier aan waardoor tijdens het maken van onderlinge afspraken het wiel vaak opnieuw uitgevonden moet worden, resulterend in een verlies aan transparantie naar de onderaannemer en standaardisatie van het BIM-proces. De onderzoeksvraag luidt daarom:

Hoe kunnen de BIM en bouwtechnische informatiestromen tussen aannemer en onderaannemer worden vastgelegd, gekoppeld en uiteindelijk geïmplementeerd om het BIM-proces met de onderaannemer zo gestandaardiseerd en transparant mogelijk te starten?

Om dit doel te bereiken is het onderzoek opgedeeld in 4 fases, gekoppeld aan de LEAN A3 methode en DMAIC-cyclus.

FASE 1: NULMETING

Tijdens de nulmeting wordt de huidige situatie vastgelegd door 10 werkvoorbereiders te interviewen en 28 modellen te analyseren. Hieruit blijkt dat de aannemer strenger moet selecteren op BIM tijdens de inkoop en dat er behoefte is aan een hulplijn om het BIM-proces te starten.

FASE 2: ANALYSE

De verzamelde informatie uit nulmeting wordt tijdens de analyse in combinatie met nieuwe bronnen verwerkt naar informatiebehoeftes. Er ontstaat een eerste beeld over de mate van informatierijkheid die gewenst wordt in aspectmodellen door de aannemer.

FASE 3: STANDAARDISATIE

De informatiebehoefte van de aannemer wordt tijdens de standaardisatie verduidelijkt en vervolgens verwerkt in twee eindproducten. Een checklist en contractvorm waarmee de werkvoorbereider het BIM-proces kan starten.

FASE 4: IMPLEMENTATIE

De implementatie van de eindproducten wordt geborgd door deze een plek in het proces van de werkvoorbereider te geven in combinatie met een vervolgonderzoek dat de kansen op een succesvolle implementatie vergroot.

Het implementeren van een kort en krachtige, visueel aantrekkelijke checklist en contractvorm in het proces van de werkvoorbereider maakt het transparanter en gestandaardiseerd starten van het BIM-proces tussen aannemer en onderaannemer mogelijk. Deze checklist en contractvorm dienen de informatiebehoefte van de aannemer naar de onderaannemer in de toe te leveren aspectmodellen te bevatten.

Naast het implementeren van de ontwikkelde checklists en contractvorm wordt aanbevolen om voor meer onderdelen checklists te ontwerpen, startende met ruwbouw onderdelen. Daarnaast ligt er de mogelijkheid om de informatiebehoeftes uit de checklists te koppelen aan een totaal lijst. Dit biedt meer diepgang en maakt de implementatie logischer. Deze totaalijst zou voor elk onderdeel van de bouw de informatiebehoefte van de aannemer met betrekking tot aanvullende parameters en invulling van de Basis ILS bevatten.

Onderwerp

Methoden

Resultaten

Conclusie

Aanbevelingen

Summary

Every work planner handles their BIM-process differently, having to invent the wheel every time they make agreements with subcontractors. This results in a loss of transparency and standardisation between the contractor and subcontractor. The research question therefore is:

How could BIM-and engineering data flows between contractor and subcontractor be defined, linked and eventually implemented to make the start of the BIM-process with the subcontractor as standardized and transparent as possible?

To reach this goal, the research has been divided in 4 phases, linked to the LEAN A3 method and DMAIC-cycle.

PHASE 1: BASELINE MEASUREMENT

In the baseline measurement, the current situation has been defined by interviewing 10 work planners and analysing 28 BIM-models. This showed that the contractor must select and review subcontractors more strictly regarding BIM, and that there is great desire for a helping hand to kick off the BIM-process for work planners.

PHASE 2: ANALYSIS

The information gathered during the baseline measurement phase is, using added sources, combined into building related data needs. An insightful perspective is created that explains the desired amount of information of BIM-models of subcontractors, by the general contractor.

PHASE 3: STANDARDISATION

The general contractor's data needs are clarified during the standardisation phase and subsequently incorporated into two final products. A checklist and a contract, both of which the work planner can use to kick off his BIM-process.

PHASE 4: IMPLEMENTATION

The implementation of the final products is secured by giving them a spot in the work planner's process, combined with a suggestion for further research to greaten the chances of successful implementation.

Implementing a short and to-the-point, visually attractive checklist and contract type in the work planner's process makes kicking off a BIM-process with subcontractors in a more transparent and standardised way possible.

Apart from implementing the developed checklists and contract types, creating more checklists and contract types for different subcontractors in the near future is highly suggested, starting with the building shell elements. Then there is also the option of linking the data needs in the checklists with a grand list that contains all data needs of all building elements. This would provide more depth and have the implementation make even more sense. This grand list would provide all parametric data needs of every building element, combined with the requirements mentioned in the existing BASIS ILS.

Subject

Methods

Results

Conclusion

Recommendations

Inhoud

Colofon	2
Voorwoord	3
Samenvatting	4
Summary	5
1. Figuur- en tabellen lijst	7
2. Begrippenlijst	9
3. Inleiding	11
3.1 Introductie	11
3.2 Probleem	12
3.3 Doel	12
3.4 Onderzoek	13
3.5 Plaatsing in totaalproces	14
3.6 Leeswijzer	15
4. Methodologie	16
4.1 Onderzoeksmethodes	16
4.2 LEAN	17
4.3 Onderzoeksfases	18
5. Theoretisch kader	22
6. Resultaten	25
6.1 Nulmeting	25
6.2 Analyse	42
6.3 Standaardisatie	52
6.4 Implementatie	67
7. Conclusie	73
8. Discussie	74
8.1 Resultaten interpreteren	74
8.2 Beperkingen	75
8.3 Implicaties aanduiden	76
9. Aanbevelingen	77
10. Literatuurlijst	78
11. Bijlagen	80

1. Figuur- en tabellen lijst

FIGUREN

Figuur 1, BIM-niveaus (SamenSlimmerBouwen, 2019)	11
Figuur 2, Illustratie BIM-engineeringsproces (Weijters & Heerkens)	13
Figuur 3, plaatsing onderzoek in het totaalproces (Weijters & Heerkens)	14
Figuur 4, LEAN A3 verbetermethode (Weijters & Heerkens)	17
Figuur 5, DMAIC-cyclus (Groep, sd)	17
Figuur 6, BIM taken werkvoorbereider (Weijters & Heerkens)	23
Figuur 7, BIM taken onderaannemer (Weijters & Heerkens)	23
Figuur 8, breedplaat (Havebo, sd)	24
Figuur 9, gevelkozijn (Archive3D, sd)	24
Figuur 10, gasbeton (Bouwmaterialen, sd)	24
Figuur 11, installaties (Naviate, sd)	24
Figuur 12, DMAIC-cyclus (Groep, sd)	25
Figuur 13, cirkeldiagram afspraken inkoop (Weijters & Heerkens)	28
Figuur 14, cirkeldiagram afspraken inkoop (Weijters & Heerkens)	28
Figuur 15, cirkeldiagram instappen inkoopproces (Weijters & Heerkens)	28
Figuur 16, cirkeldiagram selectiecriteria (Weijters & Heerkens)	29
Figuur 17, cirkeldiagram kickstart concept (Weijters & Heerkens)	30
Figuur 18, modelcontrolelijst (Weijters & Heerkens)	32
Figuur 19, werkproces Geelen Beton (Weijters & Heerkens)	33
Figuur 20, modelcontrole grafiek breedplaten (Weijters & Heerkens)	34
Figuur 21, processchema Van Hoesel (Weijters & Heerkens)	36
Figuur 22, modelcontrole grafiek gevelkozijnen (Weijters & Heerkens)	37
Figuur 23, modelcontrole grafiek gasbeton (Weijters & Heerkens)	38
Figuur 24, modelcontrole grafiek W-installaties (Weijters & Heerkens)	39
Figuur 25, modelcontrole grafiek E-installaties (Weijters & Heerkens)	40
Figuur 26, DMAIC-cyclus (Groep, sd)	42
Figuur 27, werkproces breedplaten (Weijters & Heerkens)	44
Figuur 28, werkproces gevelkozijnen (Weijters & Heerkens)	45
Figuur 29, werkproces gasbeton (Weijters & Heerkens)	46
Figuur 30, werkproces installaties (Weijters & Heerkens)	47
Figuur 31, DMAIC-cyclus (Groep, sd)	52
Figuur 32, checklist breedplaten (Weijters & Heerkens)	62
Figuur 33, Concept contractvorm breedplaten (Weijters & Heerkens)	63
Figuur 34, Definitieve contractvorm gevelkozijnen (Weijters & Heerkens)	66
Figuur 35, Definitieve checklist gevelkozijnen (Weijters & Heerkens)	66
Figuur 36, DMAIC-cyclus (Groep, sd)	67
Figuur 37, Proces werkvoorbereiding (Weijters & Heerkens)	68
Figuur 38, blanco checklist illustratie (Weijters & Heerkens)	70
Figuur 39, voorstel vernieuwde OE-lijst (Weijters & Heerkens)	71
Figuur 40, concept externe samenhang (Weijters & Heerkens)	72
Figuur 41, DMAIC-cyclus (Groep, sd)	77

TABELLEN

Tabel 1, breedplaat conform Basis ILS (Weijters & Heerkens)	48
Tabel 2, parameters breedplaten (Weijters & Heerkens)	48
Tabel 3, modelleren breedplaten (Weijters & Heerkens)	48
Tabel 4, gevelkozijnen conform Basis ILS (Weijters & Heerkens)	48
Tabel 5, parameters gevelkozijnen (Weijters & Heerkens)	48
Tabel 6, modelleren gevelkozijnen (Weijters & Heerkens)	48
Tabel 7, gasbeton conform Basis ILS (Weijters & Heerkens)	50
Tabel 8, parameters gasbeton (Weijters & Heerkens)	50
Tabel 9, modelleren gasbeton (Weijters & Heerkens)	50
Tabel 10, installaties conform Basis ILS (Weijters & Heerkens)	51
Tabel 11, parameters installaties (Weijters & Heerkens)	51
Tabel 12, modelleren installaties (Weijters & Heerkens)	51
Tabel 13, Schematische uitwerking breedplaten (Weijters & Heerkens)	58
Tabel 14, Schematische uitwerking gevelkozijnen (Weijters & Heerkens)	58
Tabel 15, Schematische uitwerking gasbeton (Weijters & Heerkens)	59
Tabel 16, Schematische uitwerking installaties (Weijters & Heerkens)	59

2. Begrippenlijst

De begrippenlijst, ook wel verklarende woordenlijst genoemd, is een opsomming van alle afkortingen en begrippen in de scriptie. Deze lijst is inbegrepen om mogelijke onduidelijkheden voor de lezer te verklaren.

Begrip

Toelichting

Afkortingen	
BCF	- BIM Collaboration Format, universeel uitwisselbaar bestandstype dat clashes en issues van modellen bevat.
BIM	- Bouw Informatie Management, digitaal werkproces met integrale samenwerking en communicatie.
DMAIC	- Define – Measure – Analyse – Improve – Control. Een gestructureerde LEAN-methode voor bedrijfsresultaten.
IFC	- Industry Foundation Classes, universeel uitwisselbaar bestandstype dat onaantastbare 3D modellen bevat.
ILS	- Informatie Levering Specificatie, document waarin de overdracht van gegevens wordt geregeld.
ITO	- Information Take-Off, een functie van het programma Solibri, een uittreksel uit een 3D model vormen.
LOD	- Level Of Detail/Development, in standaarden bepaald detailniveau van getekende geometrie in modellen.
PIL	- Project Informatie Lijst, een bundeling van contractstukken, tekenwerk en adviesrapportages.
OA	- Onderaannemer, onofficiële afkorting die regelmatig in het werkveld en deze scriptie toegepast wordt.
DO-fase	- Definitief ontwerp fase, definitieve vormgeving en materialisatie van een gebouw ontwerp.
TO-fase	- Technisch ontwerp fase, technische uitwerking en vormgeving van een gebouw ontwerp.
UO-fase	- Uitvoerings ontwerp fase, uitvoerbare uitwerking en vormgeving van een gebouw ontwerp, as built.
Termen	
Aspectmodel	- Een 3D-model gevormd door een derde partij. Worden gecombineerd, zie 'coördinatiemodel'.
Batchgewijs	- Werken in zogenaamde 'batches'; het opsplitsen van werken in kleine, behapbare delen.
BIM	- Digitaal werkproces waarin belanghebbende partijen integraal samenwerken en informatie managen.
Clash	- Ongewenste samenkomst van 3D-geometrie in een digitaal gebouw(onderdeel)model.
Classificeren	- Het sorteren van een of meerdere onderdelen van het 3D-model doormiddel van regelsets in Solibri.
Coördinatiemodel	- Een totaal model gevormd door alle op dat moment beschikbare aspectmodellen, zie 'aspectmodel'.
Demarcatie	- Een afbakening van informatie over een te bouwen project om de onderaannemer mee aan te sturen.
DWG	- Kenmerkend uitwisselbaar bestandstype van 2D tekenwerk gemaakt in het programma AutoCAD.

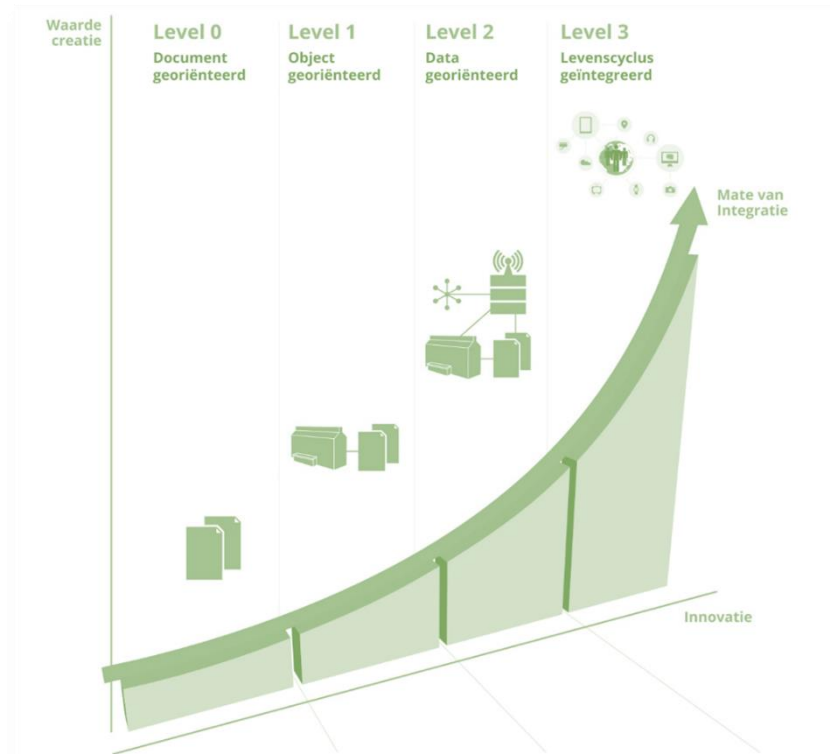
Engineering	- De technische uitwerking van gebouwonderdelen, meestal voorkomend tussen de DO- en UO-fase.
Issue	- Aanduiding voor een modelleer fout of clash in een BIM-model.
NL-StB code	- Vernieuwde classificatie van bouwdelen en installaties. Digitaal coderen van modelonderdelen.
Ontwerpmodel	- Een 3D-model gevormd door de aspectmodellen van constructeur, architect en installateur.
OpenBIM	- Universele BIM-aanpak die volledig uitwisselbare bestandsformaten zoals IFC, PDF hanteert.
Parameters	- Modeldata die eigenschappen toekennen aan getekende onderdelen binnen een project.
STABU-code	- Gestandaardiseerde bestekssystematiek voor de woning- en utiliteitsbouw.
Standaardisatie	- Een bepaalde norm of standaard opleggen voor het ontwerp, proces of gebruiken van een product.
Software	
ARCHICAD	- Een ontwerp- en tekenpakket gebaseerd op het CAD-systeem waarmee 2D en 3D getekend kan worden.
AutoCAD	- 2D-tekenprogramma dat veel gebruikt wordt door ontwerpende en coördinerende partijen.
Revit	- 3D-tekenprogramma voor bouwkundig ontwerp, detaillering en constructie.
Solibri	- Een model viewer die gebruikt kan worden voor model controles en het uittrekken van gegevens.
Tekla	- 3D-tekenprogramma dat voornamelijk door constructeurs gebruikt wordt.
Rollen	
Inkoper	- Verantwoordelijk voor de inkoop van materialen en diensten voor een project.
Onderaannemer	- Een onderneming die in opdracht van de aannemer onderdelen van een bouwwerk uitvoert of levert.
Uitvoerder	- Verantwoordelijk voor de uitvoering/realisatie van een gebouw op locatie.
Werkvoorbereider	- Zorgt voor bouwvoorbereiding, coördinatie van alle partijen en bouwtechnische invulling van het DO.

3. Inleiding

BIM, een term waar men in de bouw simpelweg niet meer omheen kan. Rondom het onderwerp worden tegenwoordig talloze beroepen gevormd en het volledige werkproces van aanbesteding tot en met beheer & nazorg wordt erdoor aangetast. Vandaar dat VolkerWessels als grootste bouwonderneming van Nederland zeer actief bezig is met BIM.

3.1 Introductie

VolkerWessels is bezig met het maken van een automatiseringsslag. Niet alleen BIM, maar alle vormen van bouwinnovaties worden getest en ingezet. Van de Ven Bouw en Ontwikkeling B.V., het afstudeerbedrijf, wil hieraan bijdragen en daarnaast behoren tot de top 3 VolkerWessels bedrijven op het gebied van digitalisering en vernieuwing. Dit beschrijft Van de Ven in visiedocumenten. Om dit doel te bereiken heeft Van de Ven innovatiemanagers in dienst, wordt bij elk project digitaal gebouwd en werkt het bedrijf zich momenteel richting BIM-niveau 2: data georiënteerd.



Figuur 1, BIM-niveaus (SamenSlimmerBouwen, 2019)

De afdeling werkvoorbereiding neemt langdurig en actief deel in het BIM-proces en is binnen dit proces verantwoordelijk voor communicatie, controle, engineering en informatiemanagement. Hierbij krijgt de afdeling te maken met zowel de ontwerpende partijen zoals de architect en constructeur als de onderaannemers en leveranciers. De onderaannemer werkt specifieke onderdelen uit, op basis van de informatie die hij van de aannemer ontvangt. De werkvoorbereider begeleidt en controleert deze uitwerking. In basis zou de onderaannemer altijd moeten zorgen voor een informatieverrijking in het ontwerp.

3.2 Probleem

Het probleem is dat elke werkvoorbereider zijn BIM-proces aanpakt op basis van zijn/haar persoonlijke kennis en ervaring. Dit zorgt voor een gebrek aan standaardisatie en transparantie. Het gevolg van dit gebrek aan standaardisatie is dat werkvoorbereiders elkaars werk minder gemakkelijk kunnen overnemen en tijdens het BIM-proces met de onderaannemer telkens opnieuw het wiel moeten uitvinden wanneer zij projectafspraken gaan maken met elkaar.

Tijdens het volgen van de stappen van de LEAN A3 verbetermethode is dit probleem gedefinieerd. Aan de hand van deze methode zijn de knelpunten in kaart gebracht en is bepaald welk knelpunt opgelost dient te worden tijdens dit onderzoek. In bijlage A: Probleemformulering kunt u de interpretatie en visualisatie van de A3 methode vinden.

Er zijn twee grote knelpunten te herkennen die dit probleem veroorzaken; Een niveauverschil tussen de verschillende werkvoorbereiders en het ontbreken van een richtlijn en standaardisatie om het proces te starten. Door de effort en impact van het oplossen van de knelpunten te vergelijken in het plan van aanpak kan geconcludeerd worden dat voor dit onderzoek het oplossen van het gebrek aan standaardisatie een relevante en haalbare keuze is.

3.3 Doel

Het uiteindelijke doel van dit onderzoek is het creëren van een advies voor een significante verbetering in het BIM-proces, die de in de probleemstelling gedefinieerde vraagstukken aanpakt. Er wordt gestreefd naar een verbetering van de werkmethodiek tussen de werkvoorbereiders en onderaannemers; een verbeterd proces dat voor beide partijen een voordeel op kan leveren. Daarnaast wordt verwacht dat door middel van het onderzoek betere interne werkprocessen worden gecreëerd, waardoor men elkaars werk eenvoudiger kan overnemen en makkelijker kan starten met een nieuw project. Met de term 'efficiënter' wordt in dit geval vooral standaard bedoeld, telkens volgens dezelfde wijze en regels. In één zin samengevat:

Elke werkvoorbereider kan een BIM-proces met de onderaannemer op dezelfde gewenste wijze doorlopen, ongeacht zijn/haar BIM-niveau of ervaring.

“We gaan geen model krijgen welke 100% voldoet aan de ILS, er zijn altijd andere belangen die meespelen. Focus op wat belangrijk is (hoogstnodig) en weet wanneer je andere regels moet loslaten wegens tijdsnood. Uiteindelijk is het belangrijkste dat wij onze werkzaamheden goed voor elkaar hebben en de bouw goed verloopt. Kijk naar wat er al wel allemaal goed gaat en mogelijk is door de modellen die we krijgen.”

Het bovenstaande citaat komt uit de eerste enquête en is een opmerking geschreven door een werkvoorbereider van Van de Ven. Het citaat is relevant omdat het de focus de goede richting in stuurt en een soort afbakening omschrijft, waarin veel meerwaarde wordt gezien.

3.4 Onderzoek

Aan de hand van het probleem en de doelstelling is een hoofdvraag opgesteld.

Hoe kunnen de BIM en bouwtechnische informatiestromen tussen aannemer en onderaannemer worden vastgelegd, gekoppeld en uiteindelijk geïmplementeerd om het BIM-proces met de onderaannemer zo gestandaardiseerd en transparant mogelijk te starten?

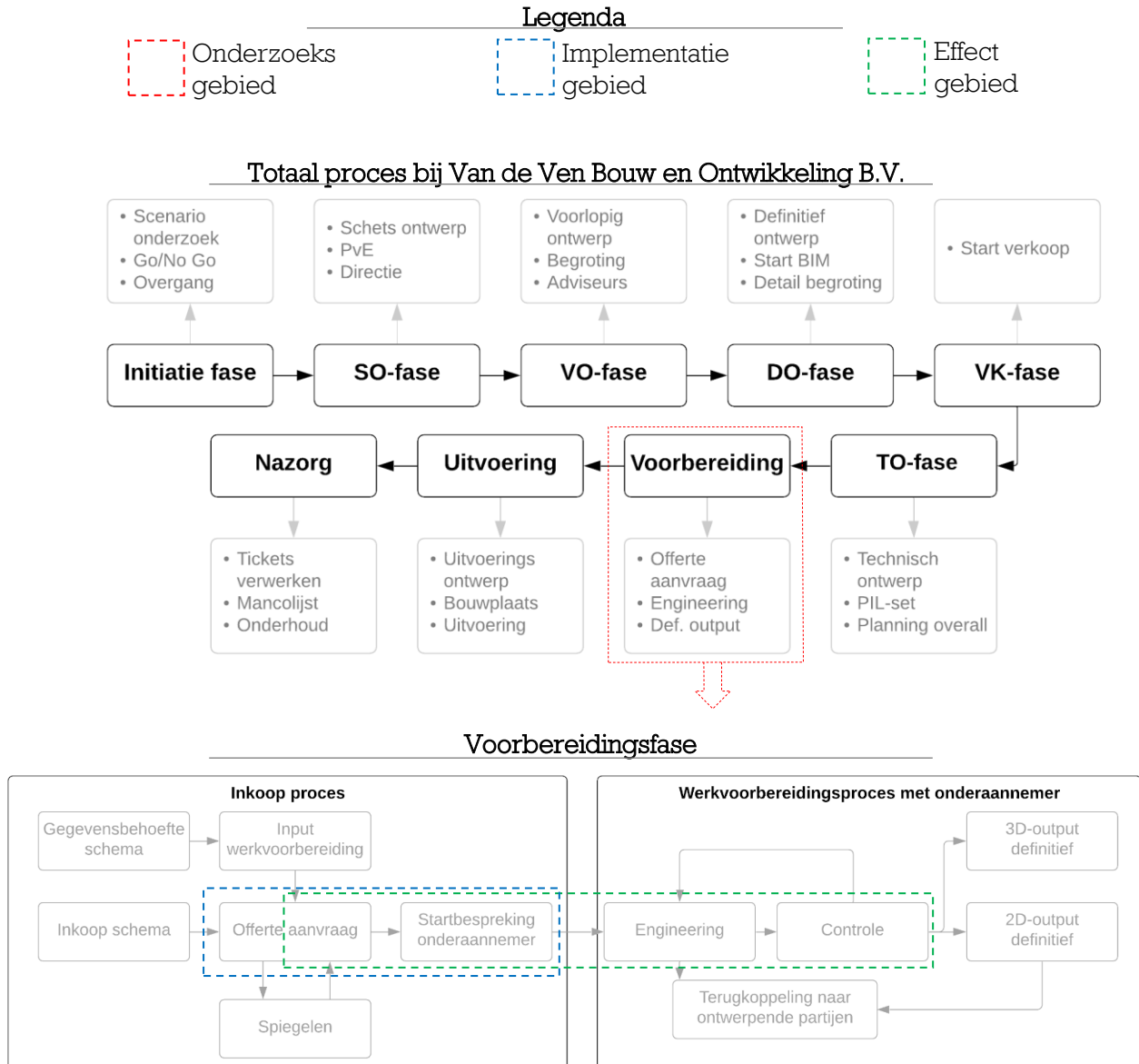
Om bovenstaande hoofdvraag te kunnen beantwoorden is het onderzoek opgedeeld in verschillende fases met deelvragen, deze zijn in de onderstaande schematisering uitgebeeld.



Figuur 2, Illustratie BIM-engineeringsproces (Weijters & Heerkens)

3.5 Plaatsing in totaalproces

Deze paragraaf verschaft de lezer inzicht in de plaatsing van het onderzoek in relatie tot het totale bouwproces van Van de Ven. Dit is gedaan met behulp van een schematisering die in de onderstaande figuren zichtbaar is. De schematisering is een zeer beknopte versie van het daadwerkelijke proces.



Figuur 3, plaatsing onderzoek in het totaalproces (Weijters & Heerkens)

3.6 Leeswijzer

In de onderstaande leeswijzer leest u kort over de inhoud van elk hoofdstuk.

Hoofdstuk **4**, Methodologie, gaat in op de deelvragen en de methoden die zijn gebruikt om het onderzoek ten uitvoer te brengen en het gebruik van LEAN tijdens het onderzoek. Er wordt gepresenteerd welk soort onderzoek is gedaan, hoe de data wordt verzameld, de data-kenmerken, het onderzoeksverloop en de wijze van data-analyse.

Hoofdstuk **5**, Theoretisch kader, beschrijft relevante theorie die door middel van literatuurstudies verkregen is. Het hoofdstuk geeft achtergrondinformatie over onderwerpen die in de scriptie zijn behandeld en puur theoretisch bekeken kunnen worden.

Hoofdstuk **6**, Resultaten, bevat alle relevante resultaten die zijn voortgekomen uit het beantwoorden van de deelvragen. Het beschrijft de actiepunten en deelconclusies die voortkomen uit het onderzoek. Opgedeeld in de 4 fasen die in de methodologie nader worden verklaard.

Hoofdstuk **7**, Conclusie, geeft antwoord op de hoofdvraag die is opgesteld naar aanleiding van de probleemstelling. Dit wordt gedaan op basis de resultaten. In de conclusie wordt alle informatie objectief behandeld.

Hoofdstuk **8**, Discussie, geeft de mogelijke interpretaties van het onderzoek weer en verklaart beperkingen van het onderzoek, indien aanwezig.

Hoofdstuk **9**, Aanbevelingen, beschrijft de suggesties tot vervolgonderzoek binnen het kader van het onderzoek, voornamelijk om de implementatie te bevorderen.

4. Methodologie

In het hoofdstuk methodologie zijn de toegepaste onderzoeksmethodes beschreven. In paragraaf twee is kort toegelicht hoe de LEAN A3 verbetermethode verder in het onderzoek geïmplementeerd wordt. En vervolgens zijn in de derde paragraaf de onderzoeksmethodes gekoppeld aan de 4 fases van het onderzoek met de bijbehorende deelvragen.

4.1 Onderzoeksmethodes

De onderstaande uitwerking bevat de toegepaste onderzoeksmethodes met toelichting.

D
E
S
K

R
E
S
E
A
R
C
H

F
I
E
L
D

R
E
S
E
A
R
C
H

Literatuuronderzoek

Literatuuronderzoek is het verzamelen van relevante informatie uit internetbronnen, boeken, rapportages, scripties en andere vormen van verslaglegging geschikt voor zowel kwalitatief als kwantitatief onderzoek. Citaten dienen te worden voorzien van een bron, terug te vinden in de literatuurlijst.



Data-analyse

Data-analyse is het verwerken van grote hoeveelheden data, met als resultaat voornamelijk statistieken, diagrammen en tabellen. Gegevens staan vaak als percentages uitgedrukt.



Model-analyse

Een voor dit onderzoek specifieke onderzoeksmethode met als doel het gestandaardiseerd verzamelen van ruwe data uit aspectmodellen. Met behulp van de methode data-analyse wordt deze data verwerkt.



Interviews

Een interview kan voor kwantitatief of kwalitatief onderzoek worden ingezet. Data kan gestandaardiseerd of juist heel specifiek verzameld worden, en de interviews zelf kunnen letterlijk of samenvattend worden getranscribeerd in de bijlage.



Enquêtes

Enquêtes zijn minder persoonlijk maar efficiënter voor het verzamelen van data voor een kwantitatief onderzoek. Betrouwbaarheid van de data is sterk afhankelijk van de steekproefomvang.



Observaties

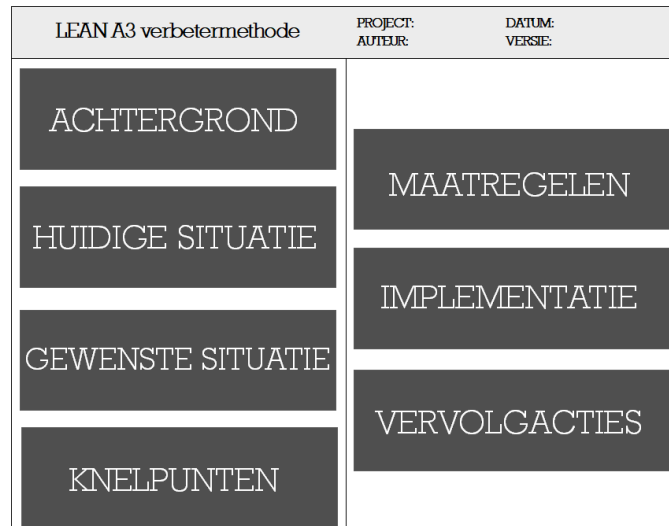
Observeren is een voor dit onderzoek specifieke methode waarbij data uit aspectmodellen, processchema's, checklists, werkprocessen en interacties met werknemers na validatie toegepast kan worden. Data is zeer geschikt voor kwalitatief onderzoek.



4.2 LEAN

De LEAN A3 verbetermethode is toegepast om het probleem te formuleren en de knelpunten in beeld te brengen. Dit is gebeurd tijdens de vorming van het plan van aanpak. Tijdens het uitwerken van dit onderzoek wordt de tweede helft van deze methode toegepast, om tot een beantwoording van de hoofdvraag te komen.

Het onderstaande figuur beeldt de stappen van de A3 methode uit. De linkerhelft van deze methode is tijdens het vormen van het plan van aanpak uitgewerkt, de rechterhelft wordt tijdens dit onderzoek gevormd.



Figuur 4, LEAN A3 verbetermethode (Weijters & Heerkens)

De LEAN A3 methode is echter bedoeld voor kleine verbetervoorstellen in een bedrijfsproces, denk aan iets zoals het verminderen van het aantal print bewegingen. Dit onderzoek focust zich op een probleem op grotere schaal en vereist daarom een algemenere methode voor het implementeren van verbeteringen, dat aansluit op de eerder toegepaste A3 methode.

In dit geval is het de DMAIC-cyclus die aansluit op de A3 methode en dit onderzoek.



Figuur 5, DMAIC-cyclus (Groep, sd)

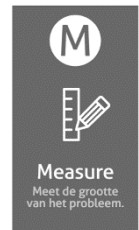
Define, measure en analyse sluiten aan op de linkerhelft van de A3 methode en improve en control op de rechterhelft.

De 4 onderzoeksfases van dit onderzoek sluiten aan op de DMAIC-cyclus, hierover leest u meer in de volgende paragraaf.

4.3 Onderzoeksfases

Onderstaande figuren geven per fase de toegepaste deelvragen, onderzoeksmethodes en de betrouwbaarheid hiervan weer.

De nulmeting sluit aan op de fase 'Measure' van de DMAIC-cyclus, aangezien tijdens deze fase de huidige situatie en dus het probleem uitgebreider in beeld wordt gebracht.



Nulmeting - Fase 1.

Deelvragen

Deelvraag 1: Hoe vindt het huidige proces tussen werkvoorbereider en onderaannemer plaats?

Deelvraag 2: Wat is de huidige kwaliteit en informatieverrijking van aspectmodellen?

Methode

Deelvraag 1 is beantwoord doormiddel van interviews, enquêtes en observaties. Deze onderzoeksmethoden vallen onder de categorie field research.

Deelvraag 2 is beantwoord doormiddel van data-analyse, model-analyse en interviews. Zowel deskresearch als field research wordt hier toegepast.

Validatie

Interviews en enquêtes – Informatie van enkel professionele medewerkers van gespecialiseerde firma's wordt gebruikt.

Data- en model-analyse – Informatie wordt verkregen volgens en verwerkt in vooraf goedgekeurde standaard lijsten.

Observaties – Observaties zijn gevalideerd voordat deze gebruikt worden in een van de resultaten.

Toelichting

Doel - Veel vragen stellen, veel werknemers benaderen, veel informatie verzamelen en observeren.

Draagvlak - Door het toepassen van deze methode worden automatisch alle werkvoorbereiders betrokken bij het onderzoek en wordt dus draagvlak gecreëerd, iets wat tijdens de implementatie belangrijk gaat zijn.

Positieve sfeer - Kleine extra details zoals het neerzetten van een snoep pot op de werkplek en het altijd open hebben van de deur geeft het onderzoek een positieve sfeer, zie ook 'draagvlak'.

De analyse sluit aan op de fases 'Measure' en 'Improve' van de DMAIC-cyclus. Tijdens de analyse fase worden de informatiebehoeftes van de aannemer en onderaannemer uitgewerkt wat de eerste stap is van het komen tot een standaardisatie.



Analyse – Fase 2.

Deelvraag

Deelvraag 3: Wat zijn de informatiebehoeftes van de aannemer en onderaannemer?

Methode

Deelvraag 3 Bestaat uit een combinatie tussen interviews, observaties en analyses van projecten en bronnen. Informatie wordt voornamelijk verkregen uit modelcontroles en digitale bronnen, en ondersteund door informatie uit interviews.

Validatie

Interviews – Informatie van enkel professionele medewerkers van gespecialiseerde firma's is gebruikt, zowel intern als extern.

Data- en model-analyse – Informatie uit door experts goedgekeurde model-controle lijsten en betrouwbare bronnen is toegepast.

Observaties en ontwerpkeuzes – Observaties en keuzes zijn altijd onderbouwd of gevalideerd door een professional.

Toelichting

Doel – Veel informatie verzamelen, verwerken en vervolgens toepassen om een informatiebehoefte- en koppeling op BIM- en bouwtechnisch niveau te vormen.

Vorbereiding – De informatie die in dit onderdeel verzameld is wordt gebruikt als voorbereiding voor de fase: standaardisatie.

Koppeling – De koppeling van BIM- en bouwtechnisch is belangrijk omdat de informatie die in de praktijk van groot belang is, ook digitaal verwerkt zou moeten zijn, waar in dit onderdeel uitgebreid naar gekeken wordt.

De standaardisatie sluit aan op de fase 'Improve' van de DMAIC-cyclus. Tijdens de standaardisatie wordt de te implementeren verbetering gerealiseerd.



Standaardisatie – Fase 3.

Deelvragen

Deelvraag 4: Hoe kan de analyse werkbaar gemaakt worden?

Deelvraag 5 Hoe kan de analyse verwerkt worden in een te implementeren document?

Methode

Deelvraag 4 en 5 zijn deelvragen die in de convergerende fase van het onderzoek zitten. Tijdens deze deelvraag wordt weinig tot geen nieuwe informatie verkregen. De resultaten van deze deelvragen vormen een concept dat in interview vorm gevalideerd wordt, wat onder field-research valt.

Validatie

Interviews – Informatie van enkel professionele medewerkers van gespecialiseerde firma's is gebruikt, zowel intern als extern.

Data- en model-analyse – Informatie uit door experts goedgekeurde model-controle lijsten en betrouwbare bronnen is toegepast.

Observaties en ontwerpkeuzes – Observaties en keuzes zijn altijd onderbouwd of gevalideerd door een professional.

Toelichting

Doel – Verzamelde informatie visueel en werkbaar maken zodat deze geïmplementeerd kan worden.

Convergeren – Verzamelde gegevens worden niet aangevuld maar juist gefilterd en verduidelijkt in dit hoofdstuk, dit is de convergerende fase van het onderzoek.

Duidelijkheid – De eindproducten van dit hoofdstuk dienen duidelijk, kort & krachtig en voor elke werknemer leesbaar en toepasbaar te zijn.

De implementatie sluit aan op de fases 'Improve' en 'Control' van de DMAIC-cyclus. Tijdens de implementatie wordt toegelicht hoe de standaardisatie geïmplementeerd en gewaarborgd kan worden in het totaalproces bij Van de Ven.



Implementatie – Fase 4.

Deelvragen

Deelvraag 6: Hoe kan het onderzoeksresultaat geïmplementeerd worden in het bedrijfsproces?

Methode

Deelvraag 6 is een deelvraag die in de convergerende fase van het onderzoek valt. Tijdens deze deelvraag wordt weinig tot geen nieuwe informatie verkregen. Het draait hier vooral om (een aanzet maken tot) de implementatie van het onderzoek. De onderzoeksmethode valt logischerwijs daarom ook onder de categorie fieldresearch omdat op basis van interviews en expertvalidatie de deelvraag beantwoord wordt.

Validatie

Interviews – Informatie van enkel professionele medewerkers binnen het bedrijf is gebruikt.

Implementatiemanaging – Onderzoeksresultaten die gesuggereerd worden tot implementatie worden zorgvuldig in samenwerking met het innovatiemanagement binnen het bedrijf besproken en verwerkt.

Toelichting

Doel – Onderzoek implementeren binnen het bedrijf, aansluitend op eerder uitgevoerde onderzoeken in het kader van BIM-(proces)innovatie.

Convergeren – Eerder verzamelde gegevens worden na volledige verwerking geïmplementeerd binnen het bedrijf, er wordt geen nieuwe feitelijke informatie verweven.

Aanbeveling – De implementatie van het onderzoek dient als aanzet tot verdere research naar het onderwerp, om het BIM-proces in zijn geheel te vernieuwen.

5. Theoretisch kader

Wat is BIM?

BIM is een relatief nieuwe werkmethode die in de bouwwereld wordt gebruikt, waarin alle belanghebbende partijen integraal samenwerken en informatie delen. BIM is een afkorting met verschillende betekenissen, waar je in de bouwwereld van de 21^e eeuw niet meer aan kan ontkomen. (Het Nationaal BIM Platform, 2017) BIM kan het volgende betekenen:

Bouw Informatie Model

Bouw Informatie Modelling

Bouw Informatie Management

De derde variant, Bouw Informatie Management, is de definitie waarop Van de Ven Bouw en Ontwikkeling B.V. doelt. De essentie van het begrip is dat alle informatie van alle partijen die met de bouw te maken hebben, eenvoudig gemanaged kan worden.

Waarom BIM?

BIM is geen eenmalige aankoop; het is een proces, een nieuwe werkwijze die je met je hele bedrijf moet aan kunnen en willen gaan. Het wordt daarom ook gezien als een investering, waarmee in de toekomst rendement behaalt kan worden. Het kost dus de nodige moeite, maar komt met veel voordelen:

- Voorkom fouten in de vroegere fasen van projecten.
- Spoor grote interdisciplinaire conflicten op, al voordat de bouw begint.
- Optimaliseer projectcommunicatie, zowel intern als extern.
- Verbeter het beheer van projectgegevens, zowel intern als extern.
- Verzet meer werk en maak sneller beslissingen op basis van visuals.

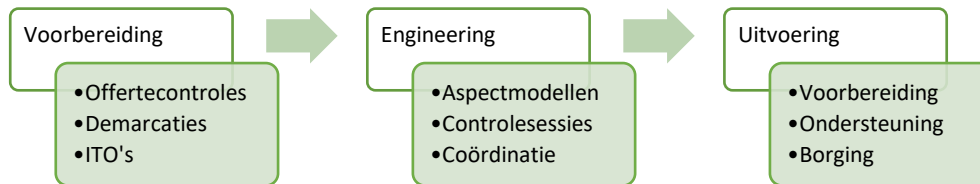
(IDCM, 2016)

Het is bekend dat er veel voordelen zijn omtrent BIM, maar voordelen komen niet zomaar. Onduidelijke modelafspraken, onduidelijkheid over wat men met BIM wil behalen of wat de informatiebehoefte bij de belanghebbenden is, kunnen alle voordelen van BIM tenietdoen of sterk verminderen. Wanneer men bijvoorbeeld te veel, onnodige informatie gaat verwerken in BIM, kan dit het proces juist alleen maar vertragen. Een aannemer heeft er bijvoorbeeld niet veel aan wanneer een architect een model maakt waarin de muren vanaf de begane grond tot aan de derde verdieping zijn doorgetrokken. Een aannemer heeft in zijn model de wanden graag los getekend om te kunnen gebruiken voor bijvoorbeeld calculatie en simulaties. Daarom is het erg belangrijk vooraf de informatiebehoefte van de ander te weten. Veel voordelen vallen of staan met transparantie en duidelijkheid.

Wat is BIM voor een werkvoorbereider?

De rol van een werkvoorbereider in het BIM-proces is vooral coördinerend. De werkvoorbereider is niet aan het modelleren, de werkvoorbereider is constant bezig met samenwerken en informatie controleren en delen.

BIM als werkvoorbereider



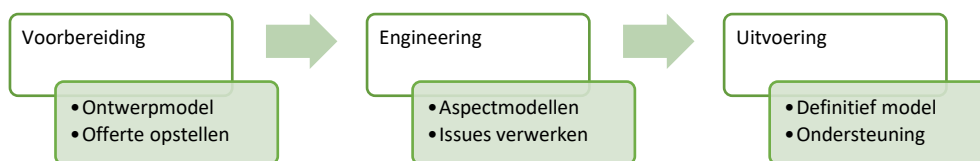
Figuur 6, BIM taken werkvoorbereider (Weijters & Heerkens)

De werkvoorbereider vervult in dit BIM-proces dus een zeer belangrijke rol. De werkvoorbereider is verantwoordelijk voor de coördinatie tussen alle disciplines. Er komt niet alleen veel bij kijken qua BIM maar ook op het gebied van communicatie, afspraken, contracten, et cetera. BIM is daarom voor de werkvoorbereider niet alleen een model en het controleren ervan, het omvat een werkmethode die steeds meer aantrekt in de markt. (Brakke & Stroetinga, 2017)

Wat is BIM voor een onderaannemer?

De rol van een onderaannemer in het BIM-proces is vooral uitwerkend. De onderaannemer is aan het modelleren, in opdracht van de hoofdaannemer. Door juiste coördinatie en communicatie tussen onderaannemer en hoofdaannemer worden projecten uitgewerkt van een leeg blaadje tot een productie gereed 3D-model.

BIM als onderaannemer



Figuur 7, BIM taken onderaannemer (Weijters & Heerkens)

Er is veel verschil in de BIM-niveaus tussen onderaannemers. Niet alleen per branche, maar ook binnen de branches kan veel verschil ontstaan. Daarnaast is BIM voor veel onderaannemers nog een relatief nieuwe term. Door de kwestie van nut en noodzaak zijn veel onderaannemers nog niet ver in BIM, terwijl de klant (hoofdaannemer) wel graag wil BIMmen. De laatste jaren trekt het wel meer aan; er komen meer en meer BIMmende onderaannemers op de markt en meer bedrijven zijn een innovatieslag aan het maken. (Werkvoorbereiders Van de Ven Bouw en Ontwikkeling, 2020)

Wat is een breedplaat?

Een breedplaat is een prefab gewapend vlakke betonnen plaat die dient als bekisting voor een betonstort en werkvloer voor de montage van bouwkundige installaties en voorzieningen die ingestort worden, een van de meest gebruikte vloeren bij projecten van Van de Ven.



Figuur 8, breedplaat (Havebo, sd)

Wat is een gevelkozijn?



Gevelkozijnen zijn een omlijsting van hout, kunststof, aluminium, staal of steen waarin vaak glas of draaiende delen worden toegepast. Gevelkozijnen kunnen zich in allerlei vormen voordoen, zoals puien, schuifdeuren, kiepramen, dakramen, enzovoort. Bijna elk gebouw heeft unieke gevelkozijnen.

Figuur 9, gevelkozijn (Archive3D, sd)

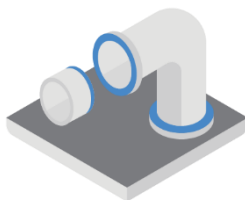
Wat is gasbeton?

Gasbeton, ook bekend als cellenbeton, is een lichtgewicht betonsoort met goede thermische en akoestische eigenschappen, veelal gebruikt als scheidende elementen binnenin gebouwen. Gasbeton wordt meestal gebruikt in panelenvorm voor snelle assemblage en wordt meestal niet-constructief uitgevoerd.



Figuur 10, gasbeton (Bouwmaterialen, sd)

Wat zijn installaties?



Installaties omvatten bronnen, distributieonderdelen, regelaars, afgiftepunten en gebruikers van lucht, water, elektra en gassen. Bij de ruwbouw zijn dat vooral schachten en leidingen (distributie). In de afbouwfase worden installaties vooral gezien als technische toestellen, zoals WKO, WTW-units, radiatoren et cetera. Installaties komen in elk gebouw voor en zijn vooral bij utiliteitsbouw zeer complex.

Figuur 11, installaties (Naviate, sd)

6. Resultaten

Dit hoofdstuk bevat alle relevante resultaten die zijn voortgekomen uit het beantwoorden van de deelvragen. De resultaten bevatten enkel informatie en actiepunten.

6.1 Nulmeting

Fase 1 van het onderzoek bestaat uit een nulmeting. Hierbij wordt zoals in de onderzoeksmethode benoemd het huidige proces van de werkvoorbereiders onderzocht en de huidige informatiestromen en kwaliteit van modellen vastgelegd. Ondertussen wordt tijdens de nulmeting voorzichtig draagvlak gecreëerd en de eerste input en actiepunten vanuit de experts worden verkregen.

De nulmeting sluit aan op de fase measure van de DMAIC-cyclus. Tijdens deze fase worden relevante gegevens verzameld om het onderzoek te ondersteunen en het probleem en de grootte ervan vast te stellen.



Figuur 12, DMAIC-cyclus (Groep, sd)

6.1.1 Huidig proces en input werkvoorbereiding

De resultaten in deze paragraaf zijn verkregen door de onderzoeksmethode interviewen, en komen voort uit onderstaande deelvraag:

Hoe vindt het proces tussen werkvoorbereider en onderaannemer momenteel plaats?

De resultaten staan in de onderstaande uitwerkingen beschreven, ondersteund met citaten en cirkeldiagrammen. De paragraaf eindigt met een aantal actiepunten die vormgeven aan het vervolg van dit onderzoek.

Inleiding

Momenteel zijn er 11 werkvoorbereiders fulltime aan het werk bij Van de Ven, dit zijn de mensen die het eindproduct van dit onderzoek als eerste gaan gebruiken en implementeren in hun proces. Vandaar dat de prioriteit hoog ligt bij het betrekken van deze werknemers bij het onderzoek. Hun mening en input in het onderzoek zijn belangrijk, dit is de reden dat de eerste stap van het onderzoek het interviewen van alle werkvoorbereiders is. Deze interviews zijn om een aantal redenen uitgevoerd:

- Het betrekken van alle werkvoorbereiders bij het onderzoek.
- Het verkrijgen van een nulmeting over het huidige proces dat de werkvoorbereiding doorloopt.
- Het verkrijgen van input over het concept plan voor het vormen van checklists en contractafspraken.

In bijlage B: Interviews vindt u de gebruikte vragenlijst en getranscribeerde interviews, in dit hoofdstuk vindt u de belangrijkste actiepunten en gegevens die naar voren zijn gekomen tijdens het afnemen van de interviews.

In de onderstaande sub-paragrafen zijn eerst per werkvoorbereider de niet eerder benoemde hoofdresultaten uit elk interview schematisch weergegeven. Vervolgens zijn een aantal specifieke onderwerpen in meer detail uitgewerkt.

Werkvoorbereider 1

- Een checklist per STABU-code opdelen in hoofdnormen en bijzaken.
- Deze lijst afpellen tijdens een kick-off om je proces te vormen.
- Hoofdnormen terugkoppelen naar de inkoop en vastleggen.

Werkvoorbereider 2

- Ontwerpmodel is de basis, deze moet goed zijn.
- Eventueel ontwerpafspraken uit een checklist terugkoppelen naar het ontwerpmodel.

Werkvoorbereider 3

- Welke leveranciers kunnen /moeten mee met het BIM-proces?
- Onderscheid maken in het type bouw, een checklist moet project specifiek kunnen zijn.

Werkvoorbereider 4

- De kick-off zoals Martijn die met de architect en constructeur doet willen wij ook kunnen.
- Eenvoudig handen en voeten aan je proces geven.



Werkvoorbereider 5

- Tijdens de inkoop al actie ondernemen door bijvoorbeeld selectiecriteria in te voeren.
- Het werkproces niet 100% vaststellen, creativiteit bij de werkvoorbereider behouden.

Werkvoorbereiders 6 en 7

- Een checklist kort en krachtig houden, gericht op resultaat.
- Raakvlakken tussen verschillende partijen zoeken.

Werkvoorbereider 8

- Wanneer is dat formulier klaar?
- ILS is te algemeen voor een onderaannemer, deze ruimte moet opgevuld worden.

Werkvoorbereider 9 en 10

- 2D is nog steeds de uiteindelijke output van BIM, dit in gedachten houden.
- Een checklist is vrijblijvend, het consequent toepassen ervan moet gehandhaafd worden.

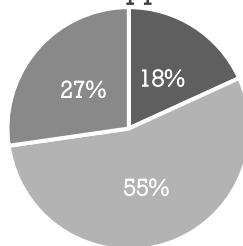
Inkoopproces

De inkoper en werkvoorbereider werken nauw samen. Deze samenwerking wordt echter door elke werkvoorbereider anders aangepakt en anders ervaren. Er zijn grofweg 3 vormen van het inkoopproces te onderscheiden:

1. Werkvoorbereider stapt laat in. Er wordt bouw en BIM technisch weinig afgestemd.
2. Werkvoorbereider stapt tussendoor in en is aanwezig bij een inkoop gesprek en eventueel ook een startbespreking. Er wordt bouw en BIM technisch het een en ander afgestemd.
3. Werkvoorbereider stapt vroeg in en is bij de inkoop en alle gesprekken aanwezig. Er wordt bouw en BIM technisch veel afgestemd.

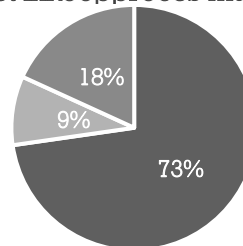
Zie bijlage C: Interne werkprocessen voor een proces visualisatie van de bovenstaande varianten. De onderstaande cirkeldiagrammen geven de onderlinge verdeling tussen de werkvoorbereiders weer.

Maakt aanvullende afspraken tijdens het inkoopproces.



- Maakt aanvullende afspraken tijdens inkoop.
- Maakt soms aanvullende afspraken tijdens inkoop.
- Maakt geen aanvullende afspraken tijdens inkoop.

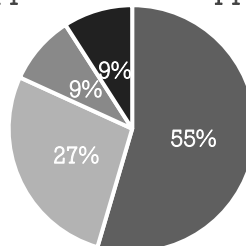
Wil aanvullende afspraken tijdens het inkoopproces maken.



- Wil afspraken maken tijdens inkoop.
- Wil geen afspraken maken tijdens inkoop.
- Onduidelijke mening.

Figuur 13, cirkeldiagram afpraken inkoop (Weijters & Heerkens) Figuur 14, cirkeldiagram afpraken inkoop (Weijters & Heerkens)

Instappen in het inkoopproces.



- Wil eerder instappen bij het inkoop proces.
- Wil soms eerder instappen bij het inkoop proces.
- Hoeft niet eerder in te stappen bij het inkoop proces.
- Onduidelijke mening.

Figuur 15, cirkeldiagram instappen inkoopproces (Weijters & Heerkens)

Hoe dit inkoopproces aangepakt wordt is natuurlijk ook afhankelijk van een aantal factoren zoals raakvlakken, complexiteit van het project en werkdruk. Met een stukadoor of tegelzetter hoeft BIM technisch minder afgestemd te worden dan bijvoorbeeld een prefab betonleverancier. Deze hypothese is tijdens de interviews bevestigd door meerdere werknemers, waaronder werkvoorbereider 3:

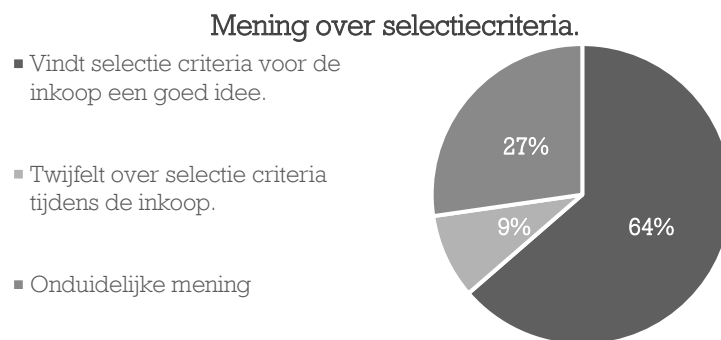
“Je moet vooral kijken naar onze standaard leveranciers en onderaannemers. Wat kunnen ze, misschien kunnen ze helemaal niet mee. Of ze hoeven niet mee”.

Contractafspraken

Een tweede interessante opmerking is voortgekomen uit het interview met Werkvoorbereider 5:

“Ik vind dat de inkoop ook moet zeggen: wij hebben ook een steentje bij te dragen, laten we maar eens inventariseren welke onderaannemers machtig zijn in BIM, en maak een besluit of keuzerichting in de huur van onderaannemers. Een soort selectiecriteria”.

Na deze opmerking van werkvoorbereider 5 is tijdens de interviews de vraag gesteld of meer werkvoorbereiders graag selectiecriteria tijdens de inkoop wilden zien, op de manier zoals werkvoorbereider 5 het beschreef. De verdeling van antwoorden is weergegeven in het onderstaande cirkeldiagram:



Figuur 16, cirkeldiagram selectiecriteria (Weijters & Heerkens)

Ontwerpmodel

Werkvoorbereider 2 benadrukte tijdens zijn interview dat het ontwerpmodel dat gevormd wordt door de constructeur en architect, de absolute basis is. Aan de hand van deze basis worden onderaannemers aangenomen en later aangestuurd. Het is daarom van groot belang dat de onderaannemers kunnen voortborduren op een accuraat, bijna-foutloos ontwerpmodel.

“Ik kan niet altijd garanderen dat ik een architect heb die ILS kan aanleveren en een model kan leveren waarmee ik kan aansturen. Dan wordt het wel lastiger. Je moet met de basis beginnen. Je kan wel tegen de onderaannemer zeggen je moet het zo doen, maar als je het al niet kan leveren kan je het ook niet verwachten. Dus dan moet je van tevoren al met de architect gaan afspreken”.

Kickstart

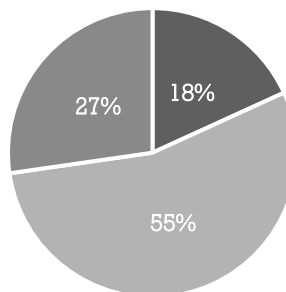
Een gedeelte van de interviews bestond uit het verzamelen van meningen over het concept-idee van de kickstart. De kickstart is een idee dat gevormd is tijdens de eerste bespreking met Dhr. van den Berg. Het is een idee dat al enige tijd heerst bij V/d Ven, een verbetering van dat proces, maar het is nog niet toegepast of uitgewerkt. Om geen tunnelvisie te vormen naar een enkele oplossing is pas tijdens de afsluiting van de afgenomen interviews gevraagd naar de mening over het idee, het vormen van BIM en bouwtechnische checklists per type onderaannemer. In het kort de gestelde vragen:

- Wat is uw mening hierover?
- Zou je dit kunnen gebruiken?

Op basis van deze 2 vragen is bepaald hoe de werkvoorbereiding een dergelijke kickstart in ontvangst neemt en in welke vorm zij deze graag toepassen. Het onderstaande cirkeldiagram geeft de mening van de geïnterviewde werkvoorbereiders weer:

Mening over concept Kickstart formulier.

- Zeer enthousiast over toepassing van kickstart formulier.
- Positief over toepassing van kickstart formulier.
- Twijfelend over de toepassing van kickstart formulier.



Figuur 17, cirkeldiagram kickstart concept (Weijters & Heerkens)

Het blijkt dat een aantal werkvoorbereiders enthousiast waren en zo snel mogelijk met een dergelijk formulier wilden starten. Een werkvoorbereider deed zelfs de uitspraak:

“Wanneer is dat formulier klaar”?

Het grootste gedeelte van de werkvoorbereiders is positief en vooral benieuwd naar de vormgeving en toepassing van een dergelijk plan. Het gros denkt zeker dat het nut gaat hebben en dat ze het kunnen toepassen.

“Ik denk dat het, startformulieren per STABU, waarin we verwachtingen afspreken, ja dan ben ik daar ontzettend voorstander van”.

Een aantal werkvoorbereiders twijfelden nog. Het leek ze geen slecht idee maar ze zagen de toepassing van een dergelijk plan nog niet goed voor zich.

“Ja ik denk dat dat in sommige gevallen wel kan helpen. Ik zit vooral te denken voor welk type onderaannemer je het zou willen doen dan”.

Uit de interviews bleek daarnaast dat veel werkvoorbereiders allergisch zijn voor lange en uitgebreide lijsten. Veel feedback die voort is gekomen uit de interviews bestond uit opmerkingen zoals:

“Mijn motto is wel dat het kort en duidelijk moet zijn. Die grote lijsten gaan meteen weg bij mij, daar heb ik geen tijd voor”.

Als laatste is naar voren gekomen dat een aantal werkvoorbereiders van mening zijn dat op een dergelijke checklist gestuurd moet worden, anders wordt deze niet consequent genoeg toegepast.

Resultaten

De uiteindelijke resultaten van deze deelvraag zijn een correcte weergave van het huidige werkvoorbereidingsproces met de onderaannemer en een aantal actiepunten die het vervolg van dit onderzoek vormgeven. In deze sub-paragraaf staan deze resultaten weergegeven.

Proces:

In bijlage C: Interne werkprocessen staan de 3 processchema's zoals onder het kopje 'Inkoop' beschreven zijn uitgebeeld.

Actiepunten:

Onderstaande schematisering bevat per onderwerp actiepunten en interessante nader te onderzoeken onderwerpen.

Inkoop	- Bepalen welke onderaannemers wel en niet mee kunnen en mee moeten in het BIM-proces. - Bepalen of inkoop criteria gewenst zijn, toepasbaar zijn en hoe deze toegepast kunnen worden. - Tijdens de inkoop bepaalde contractuele afspraken met betrekking tot BIM maken, die specifiekere dan de Basis ILS zijn. Dit kunnen meteen de hoofdnormen van een checklist zijn.
Ontwerpmodel	- De basis, het ontwerpmodel, coördineren aan de hand van specifieke afspraken met de onderaannemer. Oftewel de project specifieke informatiebehoefte van de onderaannemer terugkoppelen naar het ontwerpmodel.
Kickstart	- Checklists aan de hand van een codering zoals de STABU-codering vormen. - Functioneren als een kick-off zoals met de architect en constructeur wordt uitgevoerd. - Kort en krachtig, moet geen mensen afschrikken. - Raakvlakken of eventuele risico's tussen onderaannemers in een checklist en in BIM verwerken. - Moet consequent toepasbaar zijn en eventueel gehandhaafd worden.

6.1.2 Huidige informatiestromen

De resultaten in deze paragraaf zijn verkregen door de onderzoeksmethoden data- en model-analyse, interviews en observeren, en komen voort uit onderstaande deelvraag:

Wat is de huidige kwaliteit en informatieverrijking van aspectmodellen?

Om deze vraag te beantwoorden is voor verschillende specifieke relevante onderdelen in de bouw een analyse uitgevoerd. De relevantie wordt bepaald in overleg met de bedrijfsbegeleiders en andere experts binnen Van de Ven.

De analyse bestaat uit het vastleggen van de informatie in de huidige modellen van een specifiek onderdeel en het interviewen van een werkvoorbereider werkzaam bij een onderaannemer van dat specifieke onderdeel. Het doel is het vastleggen van het werkproces en de informatiestromen. Hierbij worden de checklists van de heer Johan Dobbelaar als belangrijke bron gebruikt voor de controle van belangrijke bouwtechnische eigenschappen en risico's. (Dobbelaar, 2017-2021)

Zie [bijlage B: Interviews](#) voor de interviews afgenomen bij onderaannemers.

Onderstaande figuur bevat een samengevatte versie van de modelcontrolelijst die gehanteerd is. Met behulp van deze lijst wordt uit elk model dezelfde informatie gehaald en is deze makkelijk vergelijkbaar. Zie [bijlage D: Modelcontroles](#) voor de ingevulde modelcontroles.

Modelcontrole lijst onderaannemers	
Projectgegevens	Onderaannemer gegevens
Projectnaam:	Onderaannemer:
Naamgeving	
Bestandsnaam cf protocol	
Naamgeving conform basis ILS v2020	
Informatierijkheid en verrijking	
Aanwezige/afwezige parameters IFC	
Aanwezige parameters PSET	
Verrijking t.o.v. ontwerpmodel	
Verarming t.o.v. ontwerpmodel	
MOSCOW principe, welke verrijking essentieel of overbodig	
Fouten	
Clashes intern	
Clashes extern	
Doublures	
Ontbrekende onderdelen	
Bouwtechnisch gemodelleerde onderdelen	
Onderdeel specifieke zaken	
Vergelijking checklist	
Raakvlakken	
Raakvlakken tussen onderaannemers	
Opmerkingen	
Overige te benoemen zaken over het gecontroleerde model	

Figuur 18, modelcontrolelijst (Weijters & Heerkens)

Wegens tijdsbestek en onderzoeksomvang moet een keuze gemaakt worden in welke onderdelen geanalyseerd gaan worden. In dit geval wordt de keuze gemaakt om 4 onderdelen te analyseren, elk onderdeel van een andere fase van het bouwproces.

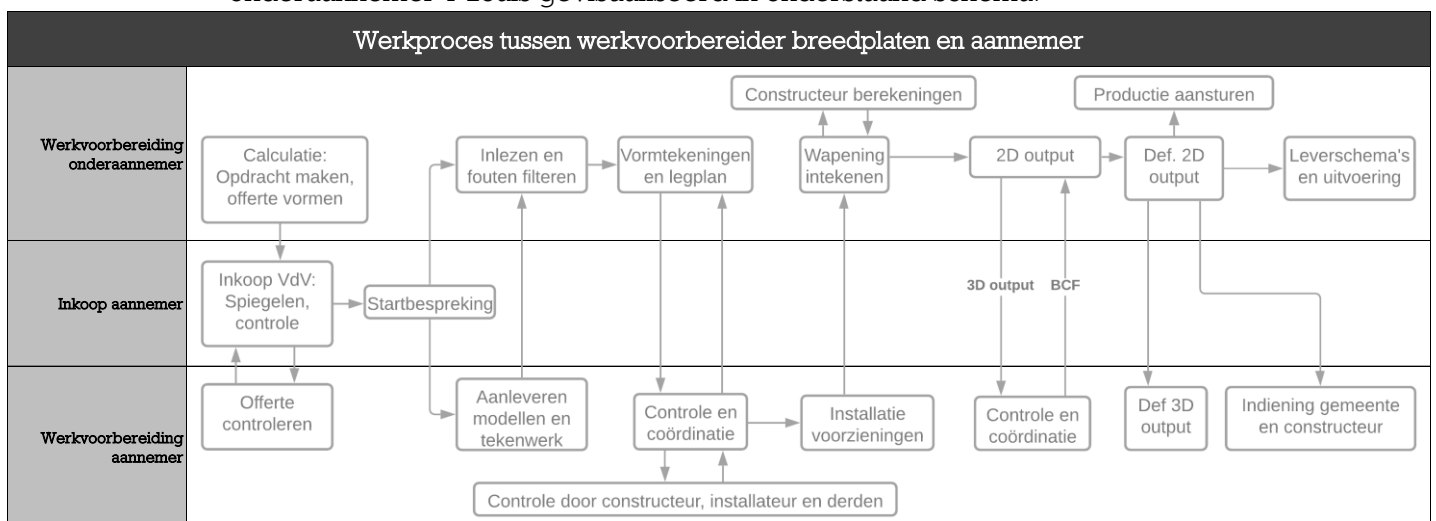
- Breedplaten – onderdeel van de ruwbouwfase.
- Gevelkozijnen – onderdeel van de gevelopbouw.
- Gasbeton separatiepanelen – onderdeel van de afbouw fase.
- Installaties – onderdeel van en raakvlakken met alle fases.

Breedplaten

Om tot een betrouwbare analyse van het onderdeel breedplaten te komen zijn 9 recent ontwikkelde BIM-modellen van verschillende breedplaat leveranciers geanalyseerd. Hiernaast is projectcoördinator, BIM-modelleur en tekenaar, onderaannemer 1 van Geelen Beton geïnterviewd. Zie [bijlage B: Interviews](#) voor een uitwerking van dit interview.

Resultaten interview:

Het huidige proces tussen Geelen beton en de aannemer verloopt volgens onderaannemer 1 zoals gevisualiseerd in onderstaand schema:



Figuur 19, werkproces Geelen Beton (Weijters & Heerkens)

De belangrijkste aandachtspunten uit het interview zijn:

- Geelen beton stuurt hun productie 2D aan, BIM heeft voor hun weinig tot geen meerwaarde.
- Het omzetten van 3D informatie naar 2D AutoCAD kost tijd en moeite.
- Het omzetten van een 2D AutoCAD model naar 3D gaat automatisch en gestandaardiseerd via een plug-in bij Geelen, dit kost dus weinig tijd.
- Parameters en informatie worden enkel in AutoCAD ingevuld.
- De overgang van 2D naar 3D verloopt foutloos, menselijke fouten kunnen ontstaan wanneer 2D aangepast wordt zonder het 3D te updaten.
- Geelen beton hanteert een checklist met BIM-zaken die zij bij een BIM-project van de aannemer verwachten, hun informatiebehoefte.
- Onderaannemer 1 merkt dat het procesverloop sterk afhangt van de ervaring en interesses van de werkvoorbereider bij de aannemer.

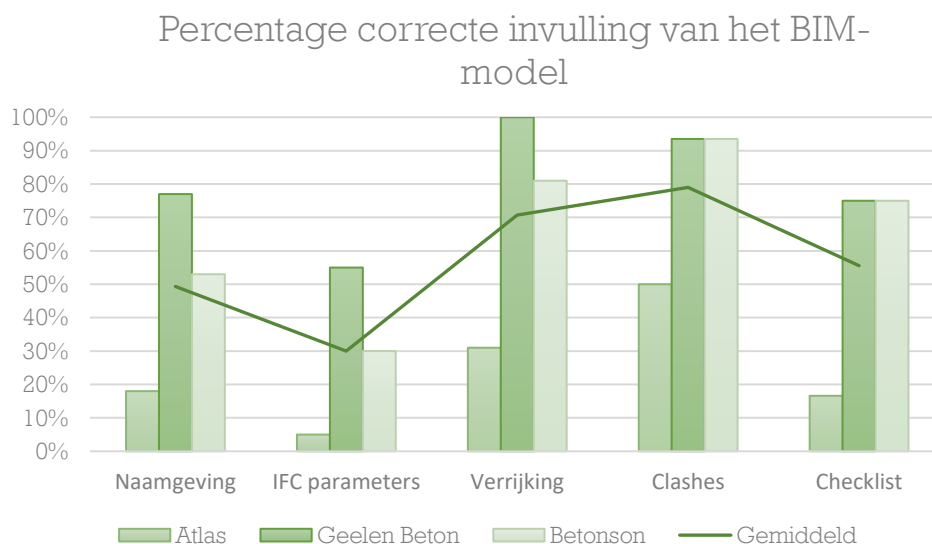
Resultaten model analyse

Om tot een correcte analyse van de huidige kwaliteit en informatierijkheid van de breedplaat modellen te komen zijn 9 modellen geanalyseerd. Op basis van hoe recent de modellen gecreëerd zijn, en of er daadwerkelijk geBIMt is op het betreffende project zijn deze modellen geselecteerd.

Drie verschillende breedplaat leveranciers hebben gewerkt aan de projecten die geanalyseerd zijn, dit zijn:

- Atlas Bouw en Advies B.V.
- Betonson
- Geelen Beton

De modelcontrole lijst (zie bijlage D: modelcontroles) is gebruikt om de gegevens uit de 9 modellen op vergelijkbare wijze uit te werken. Op deze manier kunnen de gegevens eenvoudig als data gebruikt worden. De onderstaande tabel toont het percentage correct ingevulde parameters van een aantal BIM-technische onderwerpen.



Figuur 20, modelcontrole grafiek breedplaten (Weijters & Heerkens)

Daarnaast is vastgesteld welke informatie in een breedplaatvloer van belang blijkt te zijn voor het BIM-proces. Dit is gedaan aan de hand van de informatie die in de huidige modellen te vinden was en logischerwijs bijdraagt aan het classificeren en controleren van de breedplaten.

- Visueel blijken sparingen, maattoleranties en de plaatoplegging belangrijk te zijn.
- Bouwtechnisch en visueel blijken instortvoorzieningen, stortstroken en aansluitingen vooral gemodelleerd te worden.
- Informatief zijn de betonsterkte, milieuklasse, dekking van de wapening en brandwerendheid de belangrijkste parameters.
- BIM-technisch zijn correcte naamgeving, uitgebreide Quantities en bepaalde parameters zoals LoadBearing en IsExternal belangrijk voor de coördinatie.

Prefab beton

Breedplaten vallen onder de noemer prefab beton, echter bestaat dit onderwerp uit veel meer onderdelen, zoals betonnen balkons, trappen, wanden, penanten, balken, gevelbanden en nog veel meer. Prefab beton is belangrijk tijdens de engineering en vereist veel coördinatie om foutloos en succesvol uit te werken. Vandaar dat gezocht is naar een onderaannemer, gespecialiseerd in BIM en prefab beton, om deze te interviewen met twee doelen: De werkwijze van een vooruitstrevende 3D prefab betonleverancier leren begrijpen en feedback en input van zo'n partij over het afstudeeronderzoek ontvangen.

Frank van der Drift, operationeel directeur bij Mombarg Beton, is geïnterviewd om deze doelen te behalen. Mombarg beton werkt al sinds 2012 in uitsluitend 3D en realiseert grote projecten in heel Nederland.

Tijdens het interview met Frank van der Drift, operationeel directeur en BIM-tekenaar bij Mombarg beton, zijn een aantal belangrijke punten naar voren gekomen, namelijk:

- Mombarg was erg vroeg ingestapt in de BIM-wereld. Dat kostte direct ook veel leergeld. Misschien is koploper niet altijd de beste optie, maar in de voorhoede zitten is zeker wel een goed idee.
- BIM is soms een toverwoord of kapstokwoord, in andere sectoren is men al veel verder. Let daarom goed op wat een onderaannemer claimt, in hoeverre kan die partij echt BIMmen?
- In de fabriek werkt men nog met mallen, dus je zult altijd 2D aansturing hebben op enig niveau. Bij Mombarg ook, maar dan wel vanuit 3D.
- De factor geld is erg belangrijk. Er is een gebrek aan noodzaak, waardoor er niet genoeg wordt geïnvesteerd.
- Of je je product wel of niet BIMt, het is nog steeds evenveel waard.
- Mombarg is vooral volgend, afhankelijk van de door de aannemer geleverde BIM-protocollen
- Met een correct en volledig sjabloon in je tekenpakket kan er nog maar weinig fout gaan.
- Het aangeleverde ontwerpmodel is enorm belangrijk, als de basis niet goed is wordt de engineering die daarop volgt ook nooit goed.
- Checklists maken, helemaal goed. Maar vooral afspreken wie wat doet en in welke volgorde, daar win je het mee.

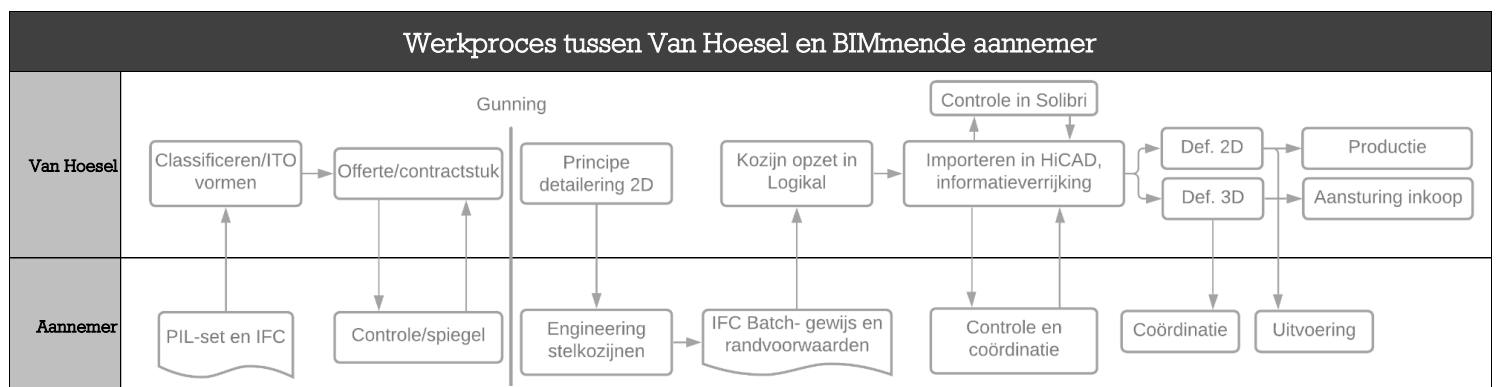
Vooraf het laatste punt is interessant, waarin Frank aankaart dat de fasering en volgorde van engineering soms nog kan clashen met de efficiëntie van het BIM-proces. Hekwerken en gevelkozijnen worden veel later geëngineerd dan balkon platen, toch kan de engineering van balkon platen niet voltooid worden zonder hekwerken en kozijnaansluitingen. Hierdoor moet de beton leverancier meerdere keren modelleren aan zijn balkonplaat, wat onnodig is. Bijna alle bouwonderdelen zijn afhankelijk van elkaar, en in de engineering is deze volgorde van afhankelijkheid anders dan in de uitvoering.

Gevelkozijnen

Om tot een betrouwbare analyse van het onderdeel gevelkozijnen te komen zijn 7 modellen geanalyseerd. Deze modellen zijn op basis van relevantie en BIM-niveau van het project geselecteerd. Daarnaast is een interview afgenomen met onderaannemer 2, werkzaam bij Van Hoesel Aluminium Kozijnen B.V als operationeel directeur. Een uitwerking van dit interview is te vinden in bijlage B: Interviews.

Resultaten interview

Onderaannemer 2 is werkzaam als operationeel directeur bij Van Hoesel en is zeer bekwaam in het BIM-proces. Van Hoesel is bezig met het maken van een grote verbeterslag wat betreft BIM. Het huidige proces dat Van Hoesel doorloopt met de aannemer is ingericht om maximale waarde uit het BIMmen te halen, zie hiervoor de onderstaande visualisatie.



Figuur 21, processchema Van Hoesel (Weijters & Heerkens)

Van Hoesel haalt waarde uit BIM door zelf ook te controleren in Solibri, en de uitvoering foutloos voor te bereiden. Doordat Van Hoesel betrokken is bij het BIM-proces levert dit ook meer voor de aannemer op.

De belangrijkste aandachtspunten uit het interview:

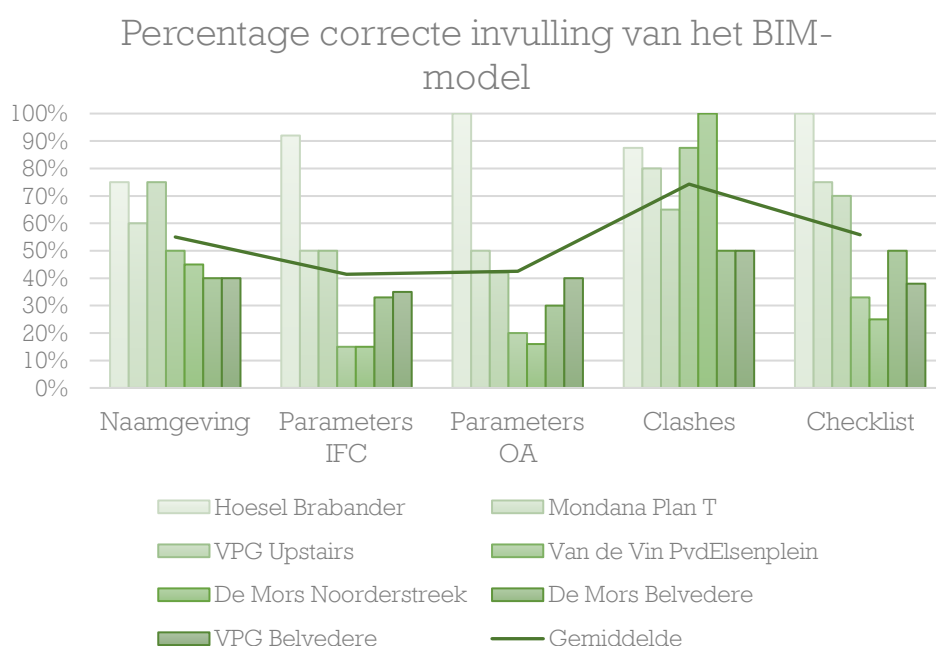
- Zodra Van Hoesel een model ontvangt gaan ze zelf classificeren en ITO's maken voor hun offerte en contractstuk.
- Het engineerings programma Logikal heeft een monopolie en bepaald dus gedeeltelijk de softwareontwikkeling binnen de sector.
- Van Hoesel gebruikt HiCAD om vanuit Logikal hun kozijnen 3D te importeren en kan binnen dit programma alle nodige parameters toekennen.
- Van Hoesel controleert hun model opnieuw op kwaliteit met Solibri voordat dit naar de aannemer wordt gestuurd.
- Het zou onderaannemer 2 enorm helpen als adviesrapportages over onderdelen zoals brandwerendheid en akoestische eigenschappen in het ontwerpmodel tijdens de offerte aanvraag al waren meegenomen.
- De inkoopfase is volgens onderaannemer 2 essentieel, niet alleen de werkvoorbereider maar ook inkoper bepaalt het niveau van de uitkomst. Vooraan het proces moet er meer besproken worden.
- Onderaannemer 2 is benieuwd of het BIMmen zo ver gaat dat het bouwkundig denken vertroebelt.
- De uitvoering van Van Hoesel en de aannemer is nog niet ingesteld op werken met 3D, dit is een belangrijke volgende stap.

Resultaten model analyse

In totaal zijn 7 gevel kozijn modellen geanalyseerd met behulp van de modelcontrole lijst. Deze modellen zijn ontwikkeld door 5 verschillende onderaannemers:

- Van Hoesel Aluminium Kozijnen B.V.
- Mondana Kozijnen en Gevelsystemen
- Van de Vin ramen en kozijnen B.V.
- De Mors Timmerfabriek
- V.P.G. Aluminium Ramen en Geveltechniek B.V.

De onderstaande tabel toont het percentage correct ingevulde parameters van een aantal BIM-technische onderwerpen. De gegevens komen uit de ingevulde model controlelijsten, zie bijlage D: Modelcontroles.



Figuur 22, modelcontrole grafiek gevelkozijnen (Weijters & Heerkens)

Uit de analyse is daarnaast gebleken welke informatie in BIM-modellen van gevelkozijnen vaak wordt toegevoegd. Voornamelijk het model van Van Hoesel, dat BIM-technisch veel meer inhoud had dan de andere modellen, heeft voor veel informatie input gezorgd.

- Visueel zijn vooral maatvoering en toleranties van belang.
- Bouwtechnisch visueel zijn gemodelleerde onderdelen zoals beslag, ventilatieroosters en waterslagen aanwezig.
- Informatief is informatie over brandveiligheid, inbraakveiligheid en doorval veiligheid vaak aangegeven.
- Informatief is daarnaast informatie over bouw fysische eigenschappen van belang zoals de LTA, ZTA en U-waarde, ook informatie over de kleur, coating en het materiaal van het kozijn.
- Het modelleren in een torenhoog LOD kan visueel aantrekkelijk zijn, maar is niet altijd even nuttig en nodig. In veel gevallen leidt het tot tragere modellen zonder informatie daadwerkelijk te bereiken.
- Aansluiting op het stelkozijn, de spouwlat en het metselwerk zijn belangrijk voor de visuele controle, samen met kierdichtingen.

Gasbeton separatiepanelen

De analyse van het onderdeel gasbeton separatiepanelen zit anders in elkaar dan de analyses van de onderdelen breedplaten en gevelkozijnen. Dit komt doordat het onderdeel op alle projecten door dezelfde onderaannemer wordt uitgewerkt, dit is Xella. Er zijn daarom geen verschillende modellen van leveranciers om met elkaar te vergelijken, daarnaast brengt het onderdeel separatiepanelen een stuk minder risico's en raakvlakken met zich mee dan veel andere onderdelen in de bouw. De redenen hiervoor zijn:

- Het is geen onderdeel van de constructie.
- Het is geen onderdeel van de schil van het gebouw, oftewel minder doorslaggevende bouwfysische eigenschappen.
- Het onderdeel komt pas laat aan de beurt in het bouwproces.

Ondanks het lagere risico dat dit onderdeel met zich meebrengt, is correcte coördinatie alsnog van belang om fouten en dus onnodige kosten te voorkomen. Het onderdeel kent alsnog een aantal risico's waar op gelet moet worden zoals:

- Incorrecte deur sparingen.
- Onnodig veel zaagwerk op de bouw.
- Foute drukklasse en/of geluidsdichtheid van wanden.
- Uitvoeringstechnische problematiek met de pakketten die tijdens de ruwbouwfase al in de woningen geplaatst moeten worden.

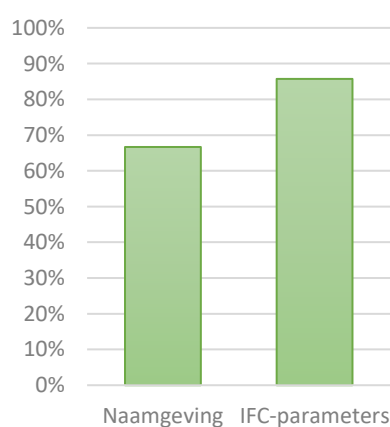
Resultaten model analyse

Een van de recentere Xella modellen is geanalyseerd om de huidige kwaliteit ervan te achterhalen. Clashes waren niet voorkomend, en een bouwkundige checklist vanuit Van de Ven was niet aanwezig, vandaar dat alleen de naamgeving en IFC-parameters in de onderstaande grafiek terug te vinden zijn. Zie bijlage D: Modelcontroles voor de ingevulde modelcontrole lijst.

Daarnaast is uit de analyse gebleken welke informatie Xella in hun aspectmodel verwerkt:

- Informatief is in de naamgeving de druksterkte en breedte afmeting van het paneel benoemd.
- Informatief is de materialisatie benoemd.
- Visueel zijn deursparingen en toleranties terplaatse van later te monteren trappen van belang.
- Visueel intekenen van pakketten met panelen die vroegtijdig in de bouw geplaatst moeten worden.
- Visueel bouwtechnisch zijn de kimlaag en indien van toepassing schuimlaag onder en boven de panelen getekend.

Percentage correcte invulling van het BIM-model



Figuur 23, modelcontrole grafiek gasbeton (Weijters & Heerkens)

Installaties

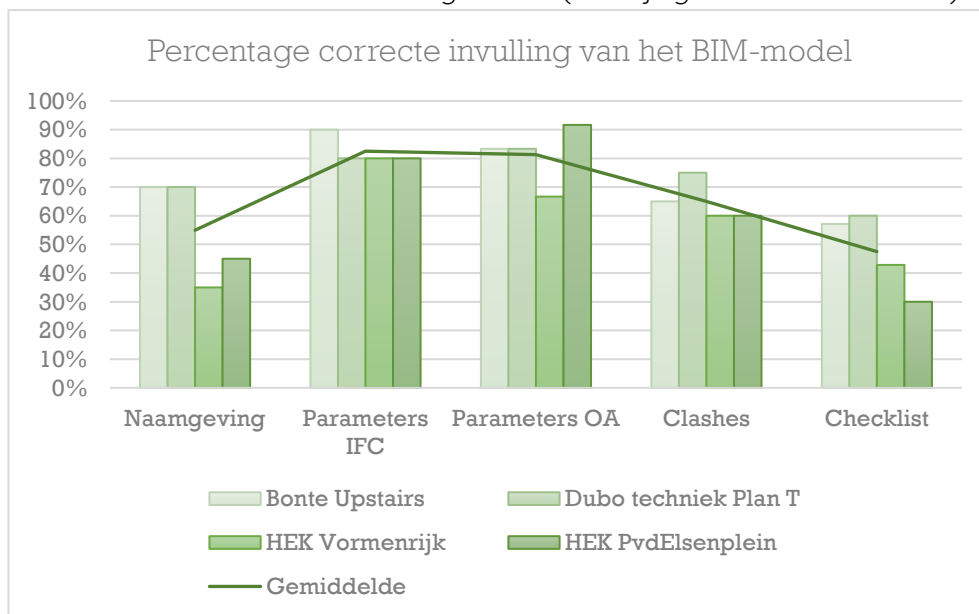
Installaties zijn een erg omvangrijk en complex onderdeel van een bouwproject. Om tot een betrouwbare analyse van installaties te komen zijn de E en W installaties los van elkaar gecontroleerd. De W installaties bestaan uit alle werktuigbouwkundige installaties, de E installaties uit elektriciteit.

Modelcontrole werktuigbouwkundig

Voor de modelcontrole zijn 4 aspectmodellen van onderaannemers gecontroleerd. Deze modellen zijn ontwikkeld door:

- Bonte
- Dubo Techniek
- HEK

De resultaten van de modelcontrole van de werktuigbouwkundige installaties staan in de onderstaande tabel uitgewerkt. (Zie [bijlage D: Modelcontroles](#))



Figuur 24, modelcontrole grafiek W-installaties (Weijters & Heerkens)

Uit de modelcontrole blijkt dat de installateurs ongeveer aan elkaar gewaagd zijn wat betreft informatieverrijking en kwaliteit van het model. In de modellen blijkt de volgende informatie van belang te zijn:

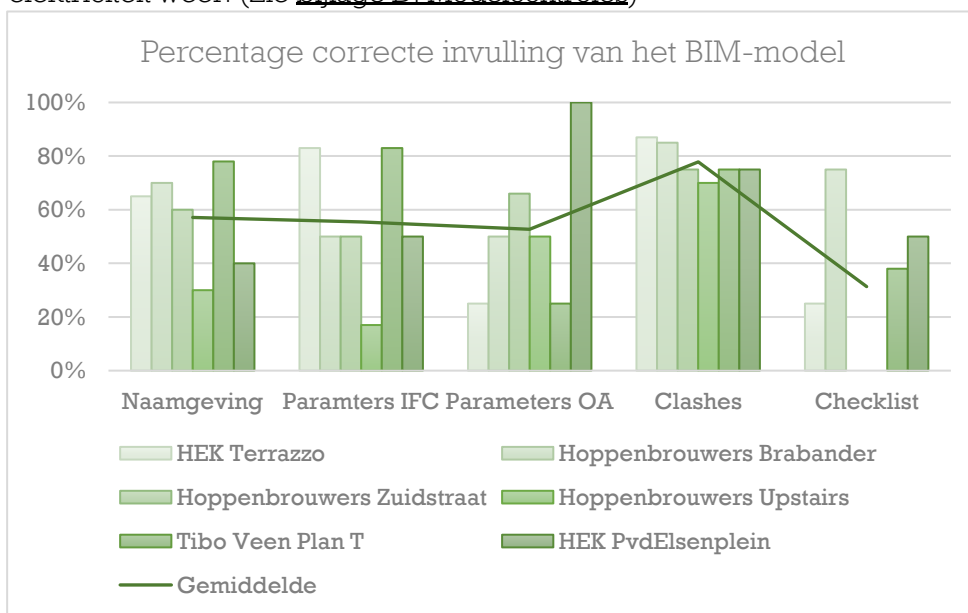
- Visueel is het correct en volledig intekenen van belang voor de coördinatie, iets wat door alle partijen gedaan wordt.
- Informatief valt veel informatie te vinden over de afmetingen, diameter van buizen, kanalen, et cetera.
- Daarnaast valt informatie over de functie van onderdelen te vinden, bijvoorbeeld toevoer tapwater.
- Informatie over de materialisatie en leverancier van een onderdeel is terug te vinden.
- Veel getekende onderdelen lijken uit een gedetailleerde bibliotheek te komen.
- Soms zijn de bevestigingen van installaties getekend, dit lijkt zeer handig voor de coördinatie te zijn.

Modelcontrole elektriciteit

Voor de modelcontrole zijn 6 aspectmodellen van onderaannemers gecontroleerd. Deze modellen zijn ontwikkeld door:

- HEK
- Hoppenbrouwers
- Tibo Veen

De onderstaande grafiek geeft de resultaten van de modelcontrole elektriciteit weer. (Zie bijlage D: Modelcontroles)



Figuur 25, modelcontrole grafiek E-installaties (Weijters & Heerkens)

Uit de modelcontrole blijkt dat de E-installateurs niet allemaal gelijk lopen qua correctheid van de modellen. Er zijn duidelijke verschillen te zien in de percentages. Daarnaast is af te leiden dat hoe recent de modellen zijn geen directe relatie hoeft te hebben met de mate van correctheid ervan. De grafiekkolommen zijn van links naar rechts chronologisch opgesteld en daaruit is geen direct verband af te lezen tussen correctheid en datum.

In de modellen blijkt de volgende informatie van belang:

- Type installatie, incl. in/opbouw
- Aardvoorziening installaties
- Positionering installaties t.o.v. schachten/peilmaten
- Geometrische informatie dozen en armaturen

Daarnaast is een opmerkelijke statistiek zichtbaar: de twee buitenste kolommen zijn per categorie erg uiteenlopend qua percentages, terwijl deze van dezelfde onderaannemer zijn. Er is dus een soort kruislingse informatieverrijking maar tegelijkertijd ook informatieverarming opgetreden.

Op basis van de categorie 'clashes' scoren de onderaannemers hoog. Dit is ergens ook logisch, omdat veel van deze projecten reeds zijn opgeleverd (en dus uitgewerkt). Daarnaast wordt qua clashes bij E-installaties veel getolereerd aan de hand van de Basis ILS en VolkerWessels ILS+.

6.1.3 Conclusies nulmeting

Werkvoorbereiders

Interviews

- 73% wil meer afspraken maken tijdens de inkoop.
- 82% wil eerder instappen in het inkoopproces.
- 64% vindt selectiecriteria qua BIM tijdens de inkoop een goed idee.
- 55% is positief over het concept idee 'kickstart'.

Uitgangspunten

- Nagaan welke OA wel/niet mee moet/kan met het BIM-proces.
- Handen en voeten geven aan de ILS voor werkvoorbereiders.
- Huidige basis ILS is te algemeen voor engineering met de OA.
- Het ontwerpmodel is de basis, deze moet allereerst voldoen.

Kickstart concept

- De checklists moeten project specifiek afgestemd kunnen worden.
- Hoofdnormen gaan terugkoppelen richting de inkoop en vastleggen.
- Maak de checklists op basis van bestaande coderingen.
- Houd rekening met de raakvlakken tussen disciplines.
- Denk aan de vrijblijvendheid van nieuwe werkmethodeken.
- Houd alles kort en krachtig.

Onderaannemers

Interviews

- Veel producten worden nog 2D uitgewerkt. Nog meer wordt 2D geproduceerd.
- 3D engineering is niet voor iedereen een meerwaarde. Productafhankelijk.
- Houd rekening met de bouwvolgorde en engineeringsvolgorde van onderdelen
- Inkoopcriteria en ontwerpmodel zijn beide van groot belang voor het proces.

Modelcontroles

- Stijgende lijn in modelkwaliteit en juistheid in recentste jaren.
- Significante informatieverrijking in de meeste modellen van OA's.
- Clashes komen niet heel veel voor, coördinatie verloopt gestaag.
- Algemeenste parameters vaak in grote lijnen aanwezig en correct.

Inhoudelijk

- Springen en toleranties tussen partijen onderling blijft uitdagend.
- Uitgebreide informatie over de getekende materialen ontbreekt vaak.
- Bouwfysische kernwaarden worden vaak niet meegeleverd in de modellen.
- LOD is niet altijd overeenstemmend met de kwaliteit en datavoorziening van modellen.
- Naamgeving van modellen en onderdelen conform ILS vaak nog niet helemaal juist. Binnen disciplines soms uiteenlopend.

6.2 Analyse

Fase 2 van het onderzoek bestaat uit een analyse. Tijdens deze analyse wordt zoals beschreven in de onderzoeksmethode informatie verzameld over de informatiebehoeftes en informatiestromen van de onderaannemers en werkvoorbereiders. Aan de hand van deze uitwerkingen kan een standaardisatie worden toegepast zoals al eerder is beschreven.

De analyse bestaat uit de fases 'Measure' en 'Improve' van de DMAIC-cyclus. Tijdens dit hoofdstuk worden gegevens verzameld en verwerkt naar informatiebehoeftes, wat de start is van de fase 'Improve'.



Figuur 26, DMAIC-cyclus (Groep, sd)

6.2.1 Huidige informatiebehoeftes

Aan de hand van interviews, model analyse en bron analyse zijn gegevens verzameld om antwoord te geven op onderstaande deelvraag:

Wat zijn de informatiebehoeftes van de aannemer en onderaannemer?

Inleiding

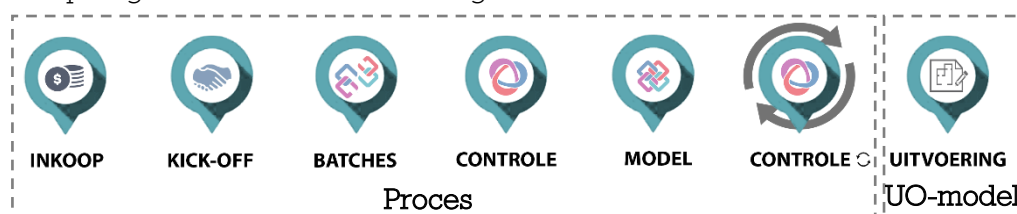
Informatiebehoeftes vormen de basis voor contractafspraken en het proces. Uiteindelijk moet tijdens de uitvoering door de onderaannemer een onderdeel gemaakt worden. Het uiterlijk en de eigenschappen van dit onderdeel zijn allemaal een informatiebehoefte van de aannemer.

Om aan die informatiebehoefte te kunnen voldoen heeft de onderaannemer ook bepaalde gegevens van de aannemer nodig. Wat moet ik maken? Waar moet het aan voldoen? Dit is wat de resultaten van deze deelvraag omvatten.

Tijdens de nulmeting zijn in de vorige paragraaf een aantal onderdelen van verschillende bouwprojecten geanalyseerd om de huidige kwaliteit en het huidige proces vast te leggen. Gegevens uit deze interviews en modelcontroles kunnen gedeeltelijk gebruikt worden om deze informatiebehoefte te bepalen. De volgende informatiebronnen worden hiervoor gebruikt:

- Informatiebehoefte aannemer: Informatie uit de modelcontroles en bouwkundige checklists binnen Van de Ven (Dobbelaar, 2017-2021), informatie uit referentieonderzoeken en digitale bronnen, en input van werkvoorbereiders.
- Informatiebehoefte onderaannemer: Informatie uit de modelcontroles, interviews met onderaannemers, input van de werkvoorbereiders en informatie uit digitale bronnen.

Op de volgende pagina worden deze informatiebehoeftes verwerkt in twee sub-paragrafen. Zie onderstaande figuur:



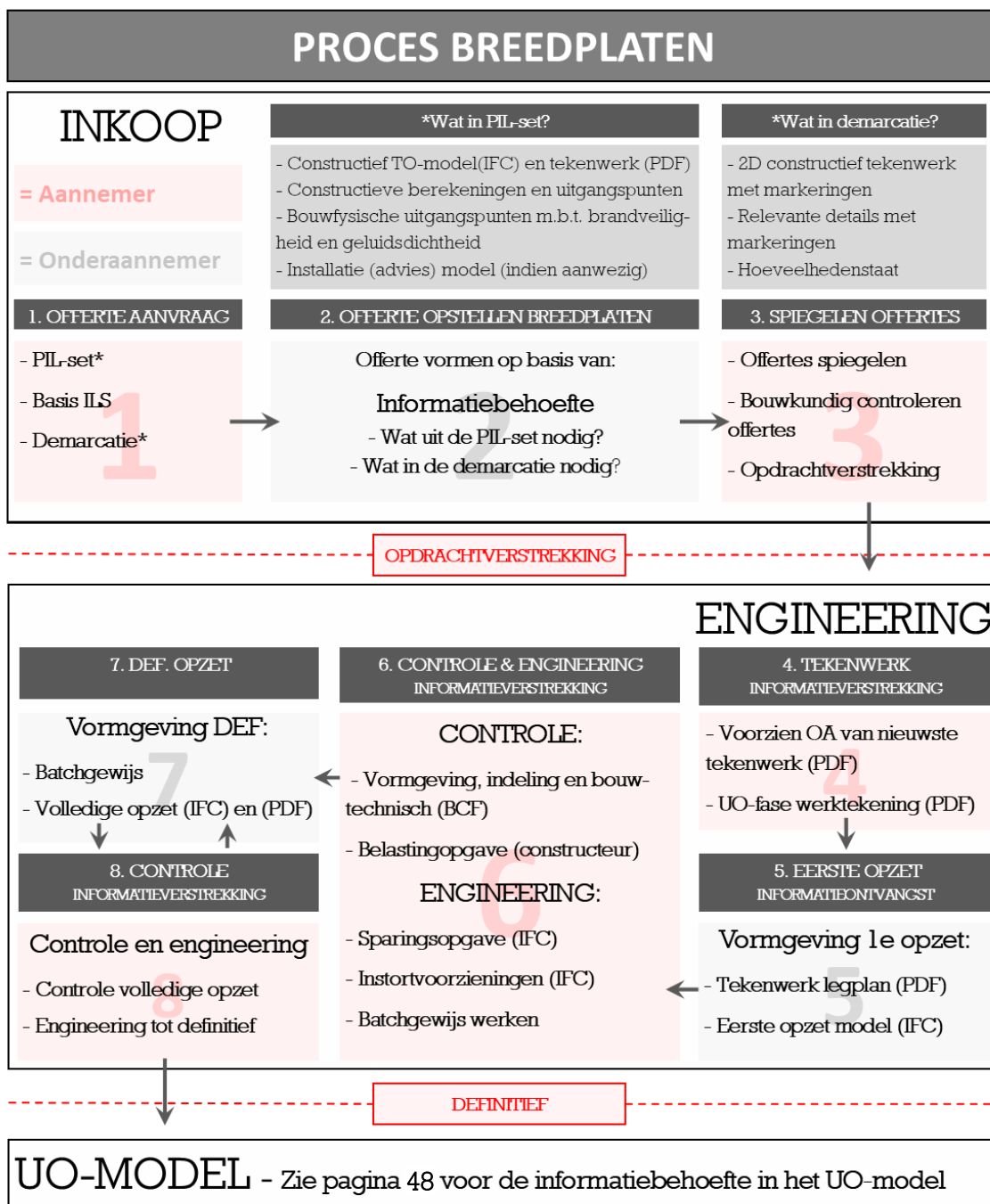
1. **Proces**: Eerst wordt het proces dat de werkvoorbereider met de onderaannemer doorloopt toegelicht, hierbij wordt ook de informatiebehoefte van de onderaannemer beschreven.
2. **UO-model**: De tweede sub-paragraaf zal bestaan uit een uitwerking van de uiteindelijke informatiebehoefte van de aannemer in het definitief model van de onderaannemer, oftewel het UO-model.

De resultaten zijn allemaal objectief, feitelijk en direct; de deelvraag slaat volledig op de rauwe informatiebehoefte.



Proces

Onderstaande uitwerking bestaat uit een schematisering van het proces en de informatiebehoefte van de breedplaat leverancier.

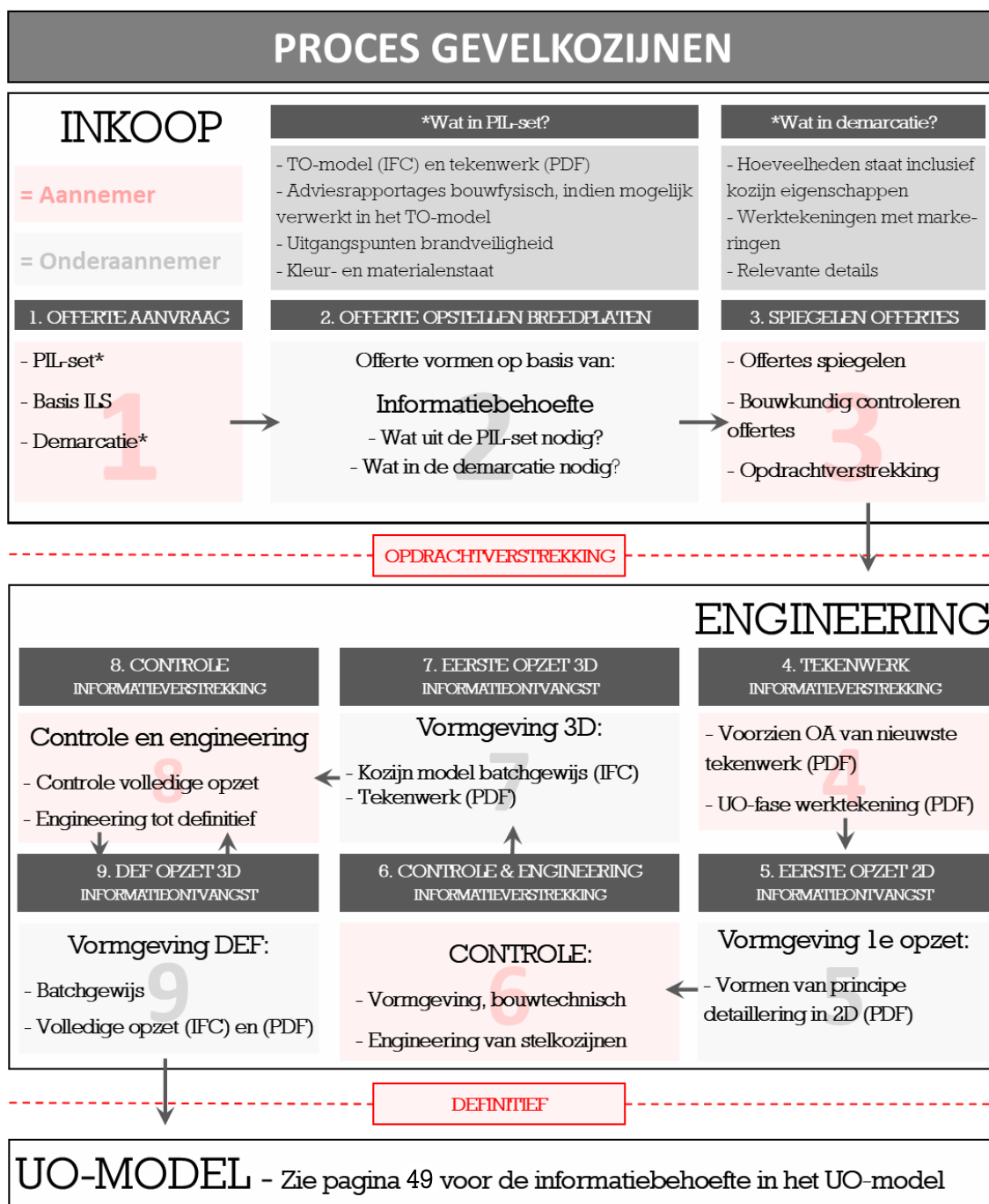


Figuur 27, werkproces breedplaten (Weijters & Heerkens)

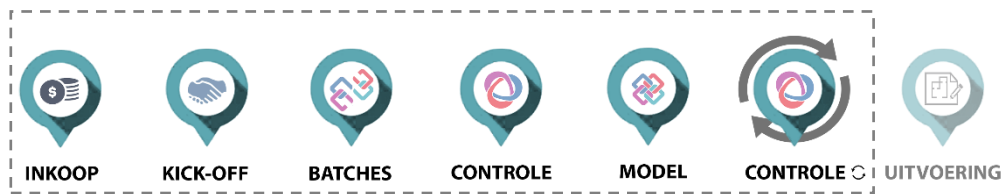


Proces

Onderstaande uitwerking bestaat uit een schematisering van het proces en de informatiebehoefte van de gevelkozijnen leverancier.

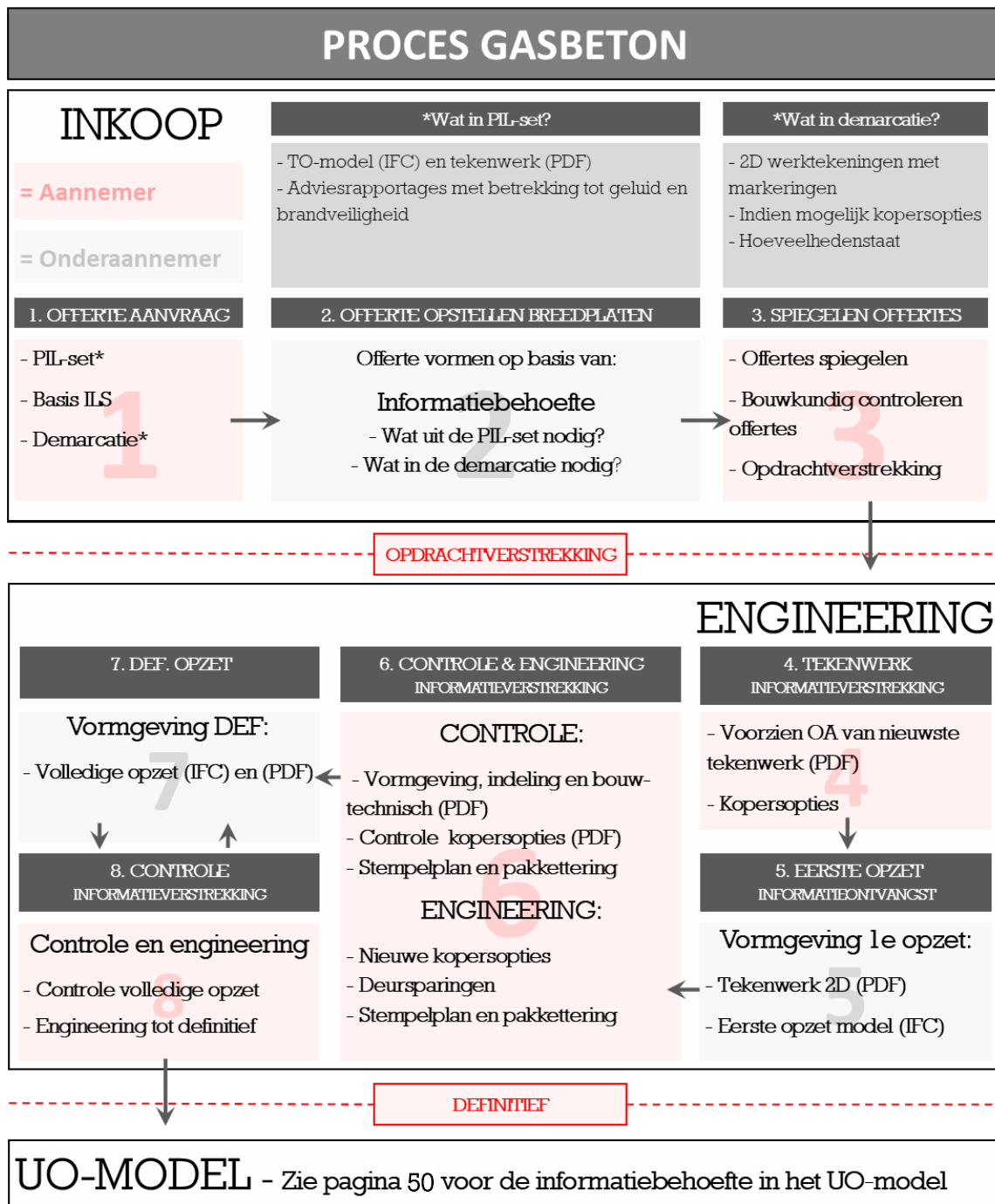


Figuur 28, werkproces gevelkozijnen (Weijters & Heerkens)



Proces

Onderstaande uitwerking bestaat uit een schematisering van het proces en de informatiebehoefte van de gasbeton leverancier.

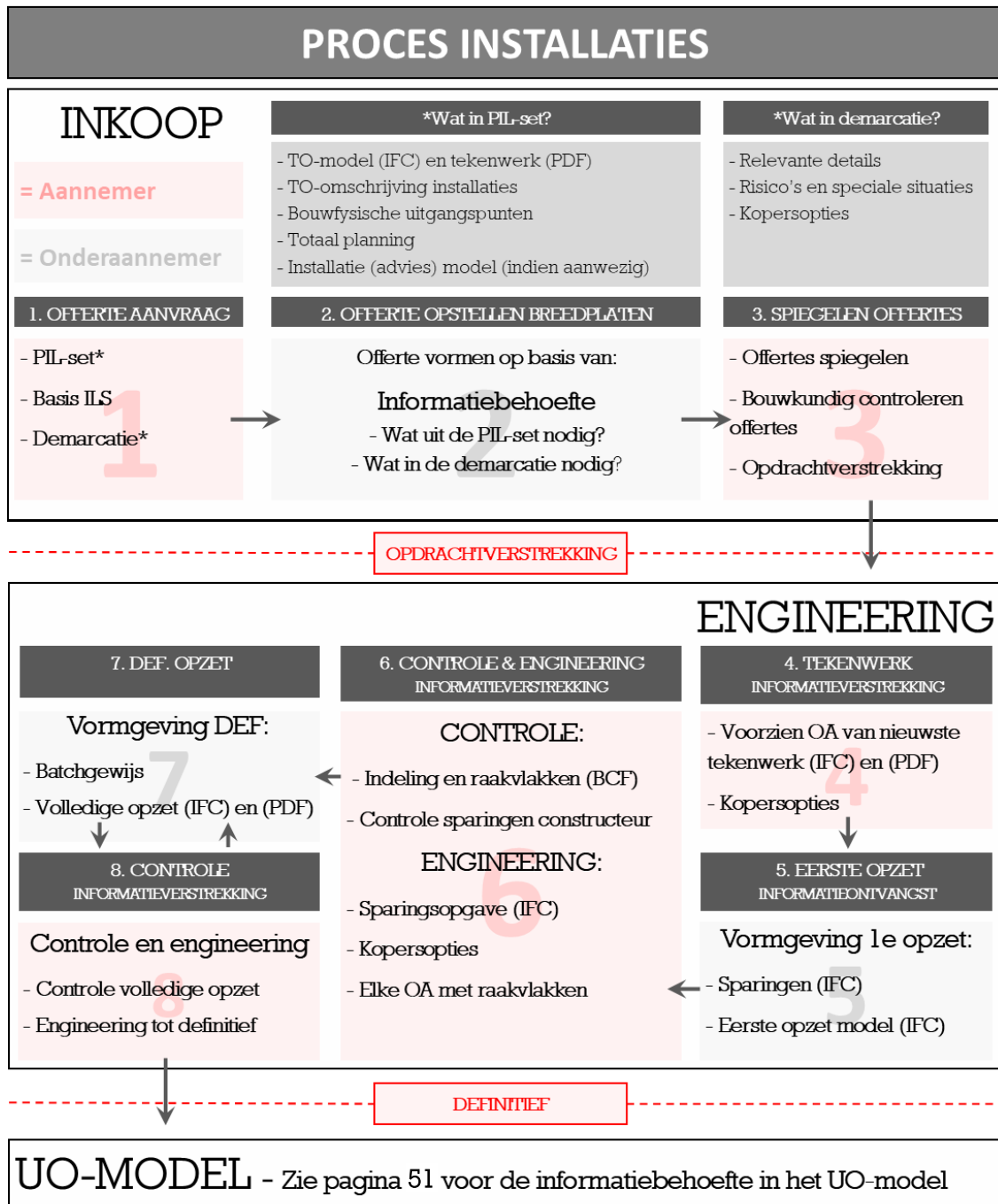


Figuur 29, werkproces gasbeton (Weijters & Heerkens)



Proces

Onderstaande uitwerking bestaat uit een schematisering van het proces en de informatiebehoefte van de installateur.



Figuur 30, werkproces installaties (Weijters & Heerkens)



UO-model

Dit hoofdstuk bevat per onderdeel de definitieve informatieverrijking die de aannemer in het uitvoeringsmodel van de onderaannemer verwacht. Onderstaande uitwerkingen bestaan uit 2 onderdelen:

- Invulling van het aspectmodel conform Basis ILS
- Verwachte bouwkundige informatieverrijking van het aspectmodel, onderverdeeld in de categorieën parameters en te modelleren.

Ruwbouw - Breedplaten

Tabel 1, breedplaat conform Basis ILS (Weijters & Heerkens)

Informatiebehoefte conform Basis ILS en BVGO Zuid ILS+							
Oorsprong	Omschrijving	Eigenschap	Invulling	Oorsprong	Omschrijving	Eigenschap	Invulling
Basis ILS 3.1	Bestandsnaam	Bestand	E-<ProjectID>-<RWB>-<Breedplaat>-<Beschrijving>	Basis ILS 4.1	Ruimten	-	-
Basis ILS 3.2	Positionering	-	-	Basis ILS 4.2	Installatie systeem	IfcSystem	-
Basis ILS 3.3	Bouwlaag	IfcBuildingStorey	00 beg. Grond 01 1e verdieping etc.	Basis ILS 4.3	Dragend/niet dragend	LoadBearing	True/false
Basis ILS 3.4	Entiteit	IfcEntity	IfcSlab	Basis ILS 4.4	Inwendig/uitwendig	IsExternal	True/false
Basis ILS 3.5	Structuur en naamgeving	IfcName IfcType	Breedplaat Breedplaat_70	Basis ILS 4.5	Brandveiligheid	FireRating	20/30/60/120
Basis ILS 3.6	NL-SfB	NL-SfB	23.21	Basis ILS 4.6	Bouwfysisch	Translucency & meer	-
Basis ILS 3.7	Pset	Pset-invulling	-	Basis ILS 4.7	Materiaal	IfcMaterial	beton_gewapend_pref ab-element
Basis ILS 3.8	Doublures en doorsnijdingen	-	-	Basis ILS 4.8	Projectspecifiek	IfcDescription	Bijvoorbeeld legplan nummer
ILS+ 3.9	Stramien	-	-	ILS+ 4.4	Geluidwerendheid	AcousticRating	xx dB
ILS+ 3.10	Output	-	Direct afgeleid uit 3D	ILS+ 4.5	Ruimtes/spaces	-	-
ILS+ 3.11	Detailniveau	LOD	Conform afspraken	ILS+ 4.6	Sparingen	-	-

Informatiebehoefte bouwkundig

MUST

- Marges en oplegging modelleren
- Sparingen en sparingsvoorzieningen modelleren
- Betonsterkte en milieuklasse
- Plaatgewicht en -afmeting
- Dekking van de plaatwapening
- Brandwerendheid
- Legplan nummering verwerken
- Instortvoorzieningen modelleren

SHOULD

- Tralieliggers modelleren
- Bovenwapening modelleren
- Legplan nummering visueel modelleren
- Plaatinhoud voor materiaalpaspoort

COULD

- Plaatwapening modelleren

Tabel 2, parameters breedplaten (Weijters & Heerkens)

Informatiebehoefte in parameters	
Eigenschap	Invulling
Betonsterkte	Bijv. C25/30
Milieuklasse	Bijv. XC1
Dekking wapening	In mm
Plaatgewicht	In kg
Plaatinhoud	In L
Plaatafmeting	Lengte x Breedte
Legplan	Nummering

Tabel 3, modelleren breedplaten (Weijters & Heerkens)

Informatiebehoefte modelleren	
Onderdeel	Wat
Toleranties en oplegging	Bijv. 10mm van trap
Sparingsvoorzieningen	Gasbeton / Tempex
Instortvoorzieningen	Dozen, natte zones
Wapening	Onderwapening, staven
Tralieliggers	Strekend, gespaard
LOD	LOD400 (UO)
Legplan	Nummers, gelijk aan 2D

Toegepaste bronnen:

(BIM BASIS ILS, 2020); (DRBG, VBI, Betonson, & Geelen, 2017); (VMRG, 2020); (Dobbelaar, 2017-2021) (Dobbelaar, 2017-2021); (N.A.A.K.T, 2021); (NL-SfB Codering, 2005); (Van de Ven Bouw en Ontwikkeling, 2017).



UO-model

Gevelbouw - Gevelkozijnen

Tabel 4, gevelkozijnen conform Basis ILS (Weijters & Heerkens)

Informatierijkheid conform Basis ILS en BVGO Zuid ILS+							
Oorsprong	Omschrijving	Eigenschap	Invulling	Oorsprong	Omschrijving	Eigenschap	Invulling
Basis ILS	3.1 Bestandsnaam	Bestand	E-<ProjectID>-<GVL>-<Breedplaat>-<Beschrijving>	Basis ILS	4.1 Ruimten	-	-
Basis ILS	3.2 Positionering	-	-	Basis ILS	4.2 Installatie systeem	IfcSystem	-
Basis ILS	3.3 Bouwlaag	IfcBuildingStorey	00 beg. Grond 01 1e verdieping etc.	Basis ILS	4.3 Dragend/niet dragend	LoadBearing	True/false
Basis ILS	3.4 Entiteit	IfcEntity	IfcWindow	Basis ILS	4.4 Inwendig/uitwendig	IsExternal	True/false
Basis ILS	3.5 Naamgeving	IfcName IfcType	Draaikiepraam (Merk) bovenlicht + rooster	Basis ILS	4.5 Brandveiligheid	FireRating	20/30/60/120
Basis ILS	3.6 NL-SfB	NL-SfB	31.20	Basis ILS	4.6 Bouwfysisch	Translucency & meer	U, LTA, ZTA-waarden, xx dB
Basis ILS	3.7 Pset	Pset invulling	-	Basis ILS	4.7 Materiaal	IfcMaterial	metaal_aluminum_profiel
Basis ILS	3.8 Doublures en doorsnijdingen	-	-	Basis ILS	4.8 Projectsamenstelling	IfcDescription	Bijvoorbeeld kozijn merk
ILS+	3.9 Stramienen	-	-	ILS+	4.4 Geluidwerendheid	AcousticRating	xx dB
ILS+	3.10 Output	-	Direct afgeleid uit 3D	ILS+	4.5 Ruimtes/spaces	-	-
ILS+	3.11 Detailniveau	LOD	Conform afspraken	ILS+	4.6 Sparingen	-	-

Informatiebehoefte bouwkundig

MUST

- LTA/ZTA/U-waarden
- Brandklasse/brandwerendheid
- Geluidswerendheid
- Draairichting informatief
- Materialisatie, kleur en afwerking
- Marges modelleren

SHOULD

- Waterslagen en lekdoorpels
- Draairichting modelleren
- Roosters en kierdichtingen
- Doorval- en letselveiligheid
- Zelfsluitend in parameters
- Hang- en sluitwerk informatief

COULD

- Hang en sluitwerk modelleren
- Slabben modelleren
- Leverancier toevoegen
- Los modelleren kozijn, glas, et cetera

Tabel 5, parameters gevelkozijnen (Weijters & Heerkens)

Informatiebehoefte in parameters	
Eigenschap	Invulling
LTA/ZTA/U-waarde	Getalvorm en in W/(m² K)
Brandwerendheid	WBDBO 20/30/60/120
Geluidsdichtheid	... DB
Draairichting	Kiepraam, links of rechts
Materialisatie	Aluminium, hout, kunststof
Kozijn afwerking	Bijv. type coating
Kleur	RAL code of grondverf
Leverancier	Bijv. van roosters
Doorval- en letselveiligheid	Glas type, True/False
Hang- en sluitwerk	type, merk, materiaal
Los modelleren onderdelen	Naamgeving, IfcWindow
Zelfsluitend	Deurtype, True/False

Tabel 6, modelleren gevelkozijnen (Weijters & Heerkens)

Informatiebehoefte modelleren	
Onderdeel	Wat
Bouwkundige onderdelen	Waterslag, (lek)doorpels
Tolerantie	Bijv. 5mm van stelkozijn
Roosters	Met informatie modelleren
Kierdichtingen	Kitrand en rubbers
Slabben	Slabben in spouw
Draairichting	2D of 3D aangeven
Los modelleren onderdelen	Beglazing en kozijn los
LOD	LOD400 (UO)

Toegepaste bronnen:

(BIM BASIS ILS, 2020); (NBvT, 2021); (van Beers, 2016); (Van Rhijn Bouw, 2021) (VMRG, 2020); (Dobbelaar, 2017-2021); (N.A.A.K.T, 2021); (NL-SfB Codering, 2005); (Van de Ven Bouw en Ontwikkeling, 2017).



INKOOP



KICK-OFF



BATCHES



CONTROLE



MODEL



CONTROLE



UITVOERING

UO-model

Afbouw - Gasbeton

Tabel 7, gasbeton conform Basis ILS (Weijters & Heerkens)

Informatierijkheid conform Basis ILS en BVGO Zuid ILS+									
Oorsprong		Omschrijving	Eigenschap	Invulling	Oorsprong		Omschrijving	Eigenschap	Invulling
Basis ILS	3.1	Bestandsnaam	Bestand	E-<ProjectID>-<AFB>-<Breedplaat>-<Beschrijving>	Basis ILS	4.1	Ruimten	-	-
Basis ILS	3.2	Positionering	-	-	Basis ILS	4.2	Installatie systeem	IfcSystem	-
Basis ILS	3.3	Bouwlaag	IfcBuildingStorey	00 beg. Grond 01 1e verdieping etc.	Basis ILS	4.3	Dragend/niet dragend	LoadBearing	True/false
Basis ILS	3.4	Entiteit	IfcEntity	IfcWall	Basis ILS	4.4	Inwendig/uitwendig	IsExternal	True/false
Basis ILS	3.5	Naamgeving	IfcName IfcType	Gasbeton Gasbeton_50 G4/600	Basis ILS	4.5	Brandveiligheid	FireRating	20/30/60/120
Basis ILS	3.6	NL-SfB	NL-SfB	22.10	Basis ILS	4.6	Bouwfysisch	AcousticRating	xx dB
Basis ILS	3.7	Pset	Pset-invulling	-	Basis ILS	4.7	Materiaal	IfcMaterial	beton_cellenbeton_blok
Basis ILS	3.8	Doublures en doorsnijdingen	-	-	Basis ILS	4.8	Projectspecifiek	IfcDescription	Bijvoorbeeld Pakketering
ILS+	3.9	Stramienen	-	-	ILS+	4.4	Geluidwerendheid	AcousticRating	xx dB
ILS+	3.10	Output	-	Direct afgeleid uit 3D	ILS+	4.5	Ruimtes/spaces	-	-
ILS+	3.11	Detailniveau	LOD	Conform afspraken	ILS+	4.6	Sparingen	-	-

Informatiebehoefte bouwkundig

MUST

- Lateien modelleren
- Kimlaag en foam modelleren
- Dilataties modelleren
- Materialisatie alle onderdelen
- Gewichtsklasse/geluidwering
- Pakketten modelleren
- Brandwerendheid in parameters

SHOULD

COULD

- Panelen los modelleren
- Panelen pakket informatie geven

Tabel 8, parameters gasbeton (Weijters & Heerkens)

Informatiebehoefte in parameters	
Eigenschap	Invulling
Lateien en bovenlichten	Materialisatie en informatie
Kimlaag en foam	Materialisatie en informatie
Gewichtsklasse	G4 of G5
Geluidwering	= gewichtsklasse
Pakkettering	Koppeling aan paneel

Tabel 9, modelleren gasbeton (Weijters & Heerkens)

Informatiebehoefte modelleren	
Onderdeel	Wat
Bouwkundige onderdelen	Elementen apart modelleren
Pakketten modelleren	Afmeting en positionering
Kimlaag en foam	Visueel en maatvoering
Toleranties	10 mm rondom openingen
Dilataties	Gelijk aan 2D, materiaal
LOD	LOD 400 (UO)

Toegepaste bronnen:

(BIM BASIS ILS, 2020); (Calduran Kalkzandsteen B.V., 2020); (Van Rhijn Bouw, 2021); (Xella, 2019); (Dobbelaar, 2017-2021); (N.A.A.K.T, 2021); (NL-SfB Codering, 2005); (Van de Ven Bouw en Ontwikkeling, 2017).



UO-model

Totale bouw - Installaties

Tabel 10, installaties conform Basis ILS (Weijters & Heerkens)

Informatierijkheid conform Basis ILS en BVGO Zuid ILS+							
Oorsprong	Omschrijving	Eigenschap	Invulling	Oorsprong	Omschrijving	Eigenschap	Invulling
Basis ILS	3.1 Bestandsnaam	Bestand	E-<ProjectID>-<INS><Breedplaat>-<Beschrijving>	Basis ILS	4.1 Ruimten	-	-
Basis ILS	3.2 Positionering	-	-	Basis ILS	4.2 Installatie systeem	IfcSystem	HWA/Koud Water/etc
Basis ILS	3.3 Bouwlaag	IfcBuildingStorey	00 beg. Grond 01 1e verdieping etc.	Basis ILS	4.3 Dragend/niet dragend	LoadBearing	-
Basis ILS	3.4 Entiteit	IfcEntity	IfcPipeFitting, IfcFlowTerminal, etc	Basis ILS	4.4 Inwendig/uitwendig	IsExternal	True/false
Basis ILS	3.5 Naamgeving	IfcName IfcType	HWA_standleiding standleiding_110	Basis ILS	4.5 Brandveiligheid	FireRating	20/30/60/120
Basis ILS	3.6 NL-SfB	NL-SfB	5x.xx / 6x.xx	Basis ILS	4.6 Bouwfysisch	Translucency & meer	-
Basis ILS	3.7 Pset	Pset-invulling	-	Basis ILS	4.7 Materiaal	IfcMaterial	metaal koper_profiel
Basis ILS	3.8 Doublures en doorsnijdingen	-	-	Basis ILS	4.8 Projectspecifiek	IfcDescription	Bijvoorbeeld leverancier
ILS+	3.9 Stramien	-	-	ILS+	4.4 Geluidwerendheid	AcousticRating	-
ILS+	3.10 Output	-	Direct afgeleid uit 3D	ILS+	4.5 Ruimtes/spaces	-	-
ILS+	3.11 Detailniveau	LOD	Conform afspraken	ILS+	4.6 Sparingen	-	-

Informatiebehoefte bouwkundig

MUST

- Bevestiging van installaties modelleren
- Materialisatie in parameters
- Volledig in onderdelen modelleren
- Afmetingen leidingwerk, bochtstukken
- Functie van elk onderdeel
- Product specificaties
- Indeling zonnepanelen
- Sparingsmodel maken/gebruiken
- Geluidswerendheid en productie
- Profiel met afmetingen in parameters

SHOULD

- Isolatie modelleren
- Modellen splitsen
- Vloerverwarming zones modelleren
- Luchtsnelheid in parameters

COULD

- Elektra groeperen
- Kleur en coating indien relevant
- Leverancier aangeven
- Waterdichtheid dak modelleren

Tabel 11, parameters installaties (Weijters & Heerkens)

Informatiebehoefte in parameters	
Eigenschap	Invulling
Materialisatie	Koper, Alupex, PVC
Quantities leidingwerk	Lengte, oppervlak, inhoud
Functies	Warm water, lucht afvoer
Product specificaties	Vermogen, druk, capaciteit
Profiel en afmetingen	Radius en vorm
Leverancier	Leverancier
Elektra groeperen	WCD en lampen groepering
Kleur en coating	RAL codering of kleur

Tabel 12, modelleren installaties (Weijters & Heerkens)

Informatiebehoefte modelleren	
Onderdeel	Wat
Bevestigingen	Verankering of onderstel
Volledig in onderdelen	Brandkleppen, koppelstukken
Zonnepanelen indeling	Positionering en specificaties
Sparingsmodel	Sparingen modelleren
Model splitsing	Lucht, water, elektra, sparingen
Isolatie	Positionering en specificaties
Waterdichtheid dak	Dakdoorvoer, dakplaat, kitnaad
Vloerverwarming	Zone indeling, verdeler
LOD	LOD 400 (UO)

Toegepaste bronnen:

(BIM BASIS ILS, 2020); (Van Rhijn Bouw, 2021); (Picard, 2016); (Dobbelaar, 2017-2021); (N.A.A.K.T, 2021); (NL-SfB Codering, 2005); (Van de Ven Bouw en Ontwikkeling, 2017).

6.3 Standaardisatie

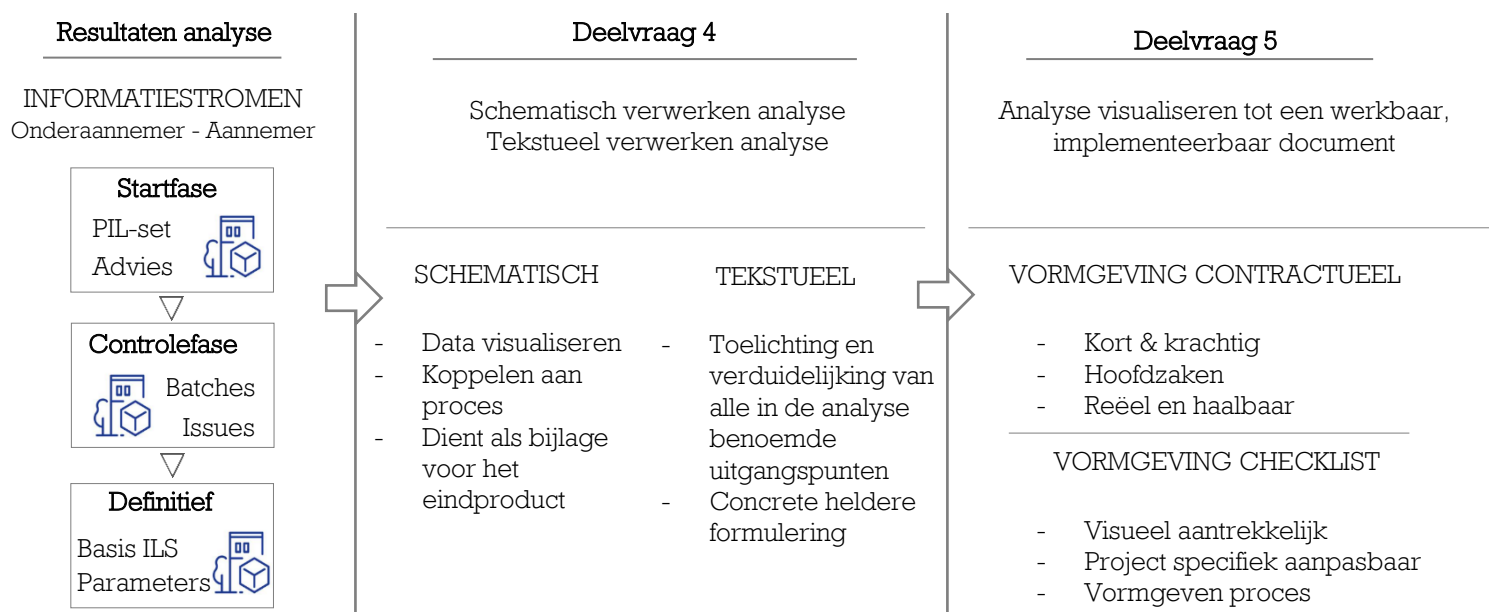
Fase 3 van het onderzoek omvat de standaardisatie. Tijdens de standaardisatie dienen de informatiebehoeftes zoals deze in de analysefase uitgewerkt zijn, werkbaar gemaakt te worden. De grote hoeveelheid informatie moet samengevat worden in een eindproduct dat te implementeren valt in het werkproces bij Van de Ven.

De fase standaardisatie krijgt invulling door de beantwoording van 2 deelvragen:

Deelvraag 4:
Hoe kan de analyse werkbaar gemaakt worden?

Deelvraag 5:
Hoe kan de analyse verwerkt worden in een te implementeren document?

Onderstaande visualisatie beeldt uit hoe invulling wordt gegeven aan beide deelvragen.



De standaardisatie is onderdeel van de fase 'Improve' van de DMAIC-cyclus. Tijdens deze fase wordt gewerkt aan een te implementeren oplossing.



Figuur 31, DMAIC-cyclus (Groep, sd)

6.3.1 Analyse werkbaar maken

De verzamelde gegevens uit de analysefase moeten tot een coherent, werkbaar geheel komen. De analyse wordt daarom op verschillende manieren verwerkt; zowel tekstueel als schematisch. Beide vormen een basis voor de resultaten van deelvraag 5, waarin de werkbare informatie zo overzichtelijk mogelijk wordt gevisualiseerd voor nadere implementatie.

De tekstuele uitwerking is in vier gedeeltes, zoals ook bij de voorgaande fasen is gedaan (breedplaten, gevelkozijnen, gasbeton en installaties). De uitgangspunten zijn op basis van gewichtigheid (must, should en could) gecategoriseerd, startend op de volgende pagina.

Onder de 4 tekstuele uitwerkingen zijn de 4 schematiseringen te vinden. Deze schematiseringen zijn opnieuw in vier verdeeld en geordend op basis van gewichtigheid.

In Bijlage E: IISen tekstueel, staat per uitgangspunt extra uitleg over het precieze nut van het uitgangspunt en eventuele overige informatie. De tekstuele uitwerkingen zijn beknopt op de volgende pagina's in de scriptie verwerkt.

Tekstuele uitwerkingen

23.2 VLOEREN; CONSTRUCTIEF – BREEDPLAATVLOER

MUST (MOET)

Aspectmodellen van de breedplaatleveranciers dienen minimaal te voldoen aan de BIM BASIS ILS 2020, met als onderdeel specifieke toevoegingen:

- Plaatmarges dienen op (afgesproken x mm) nauwkeurig gemodelleerd te worden, bijvoorbeeld bij raakvlakken met andere prefab- of constructieonderdelen.
- Plaatopleggingsmaat op de betrokken constructieve wanden dient op (afgesproken x mm), welke afgesproken tijdens kick-off, nauwkeurig gemodelleerd te worden.
- Legplannummering dient verwerkt te worden in een parameter of beschrijving van elke plaat en direct overeenkomstig te zijn met de daarbij behorende 2D-extracten.
- Algemene plaatgeometrie dient op (afgesproken x mm) nauwkeurig gemodelleerd te zijn en alle platen dienen middels een parameter het nettogewicht te beschrijven.
- Dekking van de plaatwapening dient middels een parameter af te lezen zijn ten behoeve van de brandveiligheid van de vloerconstructie.
- Sparingen en sparingsvoorzieningen dienen als vaste objecten gemodelleerd te worden en in een los IFC-bestand als aspectmodel aangeleverd te worden.
- Alle instortvoorzieningen dienen gemodelleerd te worden, met zowel geometrische- als parameterinformatie zoals functie en materiaal van de voorziening.
- De betoneigenschappen sterkte- en milieuklasse van de breedplaat dienen ingevuld te worden in afleesbare parameters.

SHOULD (ZOU MOETEN)

- Tralieliggers dienen gemodelleerd te worden zoals de plaat ook geproduceerd gaat worden.
- Bovenwapening dient gemodelleerd te worden en direct overeenkomstig te zijn met de daarbij behorende 2D extracten.
- Een zichtbaar legplannummer dient als vast object gemodelleerd te worden op de breedplaat, strokend met het 2D legplanextract.
- Plaatinhoud dient verwerkt te worden in een parameter.

COULD (ZOU KUNNEN)

- Plaatwapening van breedplaat dient gemodelleerd te worden.

31.0 BUTTENWANDOPENINGEN; ALGEMEEN – GEVELKOZIJNEN

MUST (MOET)

Aspectmodellen van de kozijnleveranciers dienen minimaal te voldoen aan de BIM BASIS ILS 2020, met als onderdeel specifieke toevoegingen:

- Bouwfysische glasaspecten (LTA/ZTA/U-waarden) dienen in afleesbare parameters verwerkt te worden.
- Brandwerendheid van het kozijn/element dient in afleesbare parameters verwerkt te worden.
- Geluidswaarden van gevelkozijnen dienen in afleesbare parameters verwerkt te worden, 2D werktekeningen dienen hiermee te stroken.
- Draairichtingen van alle draaiende delen dienen in afleesbare parameters verwerkt te worden.
- Materialisatie, kleur en kozijnafwerking dient in afleesbare parameters verwerkt te worden.
- Uitvoeringsgerichte marges dienen gemodelleerd te worden, in afstemming met betrokken raakvlakken.

SHOULD (ZOU MOETEN)

- Waterslagen en lekdorpels dienen gemodelleerd te worden conform BASIS ILS.
- Draairichtingen van alle draaiende delen dient visueel gemodelleerd te worden.
- Roosters en kierdichtingen van alle gevelopeningen dienen gemodelleerd te worden conform BASIS ILS.
- Doorvalveiligheid en letselveiligheid dienen in afleesbare parameters verwerkt te worden.
- Zelfsluitende functie dient afleesbaar te zijn in parameters.
- Hang- en sluitwerk en de daarbij behorende eigenschappen dienen informatief in parameters verwerkt te worden.

COULD (ZOU KUNNEN)

- Hang- en sluitwerk dient visueel gemodelleerd te worden conform de BASIS ILS.
- Kozijnslabben dienen gemodelleerd te worden conform BASIS ILS.
- Leveranciers van specifieke elementen dienen in afleesbare parameters verwerkt te worden.
- Invullingen van buitenwandopeningen (gevelkozijnelementen) dienen op gelaagde manier gemodelleerd te worden waardoor elementen afzonderlijk selecteer- en dus controleerbaar zijn.

22.1 BINNENWANDEN; NIET-CONSTRUCTIEF – GASBETON

MUST (MOET)

Aspectmodellen van de gasbetonleveranciers dienen minimaal te voldoen aan de BIM BASIS ILS 2020, met als onderdeel specifieke toevoegingen:

- Lateien boven wandopeningen dienen gemodelleerd te worden, conform de BIM BASIS ILS.
- Kimlaag en foamlaag dienen gemodelleerd te worden, conform de BIM BASIS ILS.
- Dilataties dienen gemodelleerd te worden, met directe 2D-extracten die gebruikt worden op de bouw.
- Gewichtsklasse en geluidswerendheid van de gasbetonwand dient in een parameter afleesbaar te zijn.
- Te leveren gasbetonpakketten (pallets) dienen gemodelleerd te worden met exacte afmetingen.
- Brandwerendheid van de gasbetonwand dient in een parameter afleesbaar te zijn.

COULD (ZOU KUNNEN)

- Gasbetonpanelen dienen los gemodelleerd te worden.
- Gasbetonpanelen dienen pakketinformatie toegekend te krijgen, strokend met het pakkettenplan in 2D.

50-70 INSTALLATIES; ALGEMEEN – E&W

MUST (MOET)

Aspectmodellen van de installateurs dienen minimaal te voldoen aan de BIM BASIS ILS 2020, met als onderdeel specifieke toevoegingen:

- Bevestigingen van installatieonderdelen dienen gemodelleerd te worden.
- Installatiemodellen dienen volledig uit onderdelen/producten van het assortiment gemodelleerd te worden.
- Leidingwerk uit installatiemodellen dient afleesbare parameters te hebben die exacte afmetingen (diameters, hoeken, inwendig) toont.
- Verschillende installatieonderdelen binnen modellen dienen een afleesbare parameter te bevatten met de functie van het onderdeel.
- Productspecificaties dienen in afleesbare parameters verwerkt te worden bij zelfstandige installaties. (CV ketel, WTW, lamp, etc.)
- Sparingsmodellen dienen opgezet te worden door de installateurs.
- Akoestische eigenschappen zoals geluidsisolatie- en productie dienen in afleesbare parameters verwerkt te worden.

SHOULD (ZOU MOETEN)

- Leidingisolatie dient indien aanwezig in opdracht gemodelleerd te worden conform BASIS ILS.
- Verschillende functies dienen in losse aspectmodellen aangeleverd te worden, los drinkwatermodel, HWA model, etc.
- Indien aanwezig dienen vloerverwarmingszones gemodelleerd te worden.
- Leveranciers van installatieproducten dienen in een afleesbare parameter verwerkt te worden.

COULD (ZOU KUNNEN)

- Elektrische installaties dienen gegroepeerd te worden, afleesbaar in een parameter.
- Specifiekere materiaaleigenschappen als kleur en coating dienen aan de installatieonderdelen toegevoegd te worden in parameters.
- Waterdichtheidsvoorzieningen bij dakdoorvoeren dienen gemodelleerd te zijn of middels een parameter aangegeven zijn.

Schematische uitwerking

Onderstaande schematiseringen bevatten de resultaten van fase 2: Analyse, en geven deze resultaten gesorteerd weer, met een koppeling aan het proces. De gegevens zijn gesorteerd op basis van gewichtigheid en op basis van het onderscheid of het een parameter of te modelleren onderdeel is.

De schematiseringen zijn niet alleen als voorzet voor nader onderzoek bedoeld maar ook als bijlage voor het nog te realiseren eindproduct, een bijlage van de checklist voor de werkvoorbereiders. Een werkvoorbereider zou deze schematisering dus kunnen raadplegen, waardoor deze visueel aantrekkelijk en duidelijk moet zijn.

Tabel 13, schematische uitwerking breedplaat (Weijters & Heerkens)

23.2 BREEDPLAAT		LOD:	INKOOP	ENGINEERING	UITVOERING	
		FASE:				
ONDERWERP	OMSCHRIJVING:		DO-MODEL	CONTROLE EN COÖRDINATIE	UITVOERING WERKZAAMHEDEN	DEFINITIEF MODEL
PARAMETERS	Welke informatie moet ik in de parameters van het onderdeel kunnen vinden?					
MUST						
	- Betonsterkte breedplaat - Milieuklasse breedplaat - Brandwerendheid inclusief stort - Dekking plaatwapening - Legplan nummering - Uitgebreide base quantities inclusief plaatgewicht	x	x	x	x	x
SHOULD						
COULD						
MODELLEREN	Wat moet ik kunnen zien in het model van de betreffende onderaannemer/leverancier?					
MUST						
	- Marges en oplegging plaat modelleren - Sparingen en sparingsvoorzieningen - Instortvoorzieningen	x (sparingen)	x	x	x	x
SHOULD						
	- Tralieliggers modelleren - Totaal wapening modelleren		x	x	x	x
COULD						
	- Plaatwapening modelleren - Zichtbaar legplan nummer op de plaat modelleren		x	x	x	x

Tabel 14, schematische uitwerking gevelkozijnen (Weijters & Heerkens)

31 GEVELKOZIJNEN		LOD:	INKOOP	LOD 350	LOD 400
		FASE:			
ONDERWERP	OMSCHRIJVING:		DO-MODEL	ENGINEERING	UITVOERING
PARAMETERS	Welke informatie moet ik in de parameters van het onderdeel kunnen vinden?				
MUST					
	- LTA/ZTA/U-WAARDE - Brandklasse - Draairichting - Materialisatie, kleur en afwerking	x	x	x	x
SHOULD					
	- Doorval en letselveiligheid - Zelfsluitend of niet - Hang- en sluitwerk informatief weergeven		x	x	x
COULD					
MODELLEREN	Wat moet ik kunnen zien in het model van de betreffende onderaannemer/leverancier?				
MUST					
	- Draairichting zichtbaar aangeven - Marges t.o.v. stelkozijn		x	x	x
SHOULD					
	- Waterslagen, lekdorpels, etc. - Roosters en kierdichtingen	x	x	x	x
COULD					
	- Hang en sluitwerk modelleren - Kozijnslabben		x	x	x

Tabel 15, schematische uitwerking gasbeton (Weijters & Heerkens)

22.1 Gasbeton		LOD:	INKOOP	LOD 350	LOD 400	
		FASE:		ENGINEERING	UITVOERING	
ONDERWERP	OMSCHRIJVING:		DO-MODEL	CONTROLE EN COÖRDINATIE	UITVOERING WERKZAAMHEDEN	DEFINITIEF MODEL
PARAMETERS	Welke informatie moet ik in de parameters van het onderdeel kunnen vinden?					
MUST						
	- Materialisatie en informatie lateien			x	x	x
	- Materialisatie en informatie Kimlaag en Foamlaag			x	x	x
	- Gewichtsklasse	x		x		x
SHOULD						
	- Pakketten voorzien van paneel informatie			x	x	x
COULD						
MODELLEREN	Wat moet ik kunnen zien in het model van de betreffende onderaannemer/leverancier?					
MUST						
	- Los modelleren onderdelen zoals de Kimlaag			x	x	x
	- Dilatatie modelleren			x	x	x
	- Pakketten modelleren			x	x	
SHOULD						
COULD						

Tabel 16, schematische uitwerking installaties (Weijters & Heerkens)

50-70 INSTALLATIES		LOD:	INKOOP	LOD 350	LOD 400	
		FASE:		ENGINEERING	UITVOERING	
ONDERWERP	OMSCHRIJVING:		ADVIES MODEL	CONTROLE EN COÖRDINATIE	UITVOERING WERKZAAMHEDEN	DEFINITIEF MODEL
PARAMETERS	Welke informatie moet ik in de parameters van het onderdeel kunnen vinden?					
MUST						
	- Functie van onderdelen in System (Denk aan HWA of Warme lucht aanvoer)	x		x	x	x
	- Product specificaties van zelfstandige installaties (Denk aan CV ketel of WKO)			x	x	x
	- Geluidwerendheid en geluidsproductie			x		x
	- Profiel en afmetingen van leidingwerk	x		x	x	x
SHOULD						
	- Leverancier vermelden			x	x	x
COULD						
	- Elektra groepen vermelden			x	x	x
	- Kleur coating			x	x	x
MODELLEREN	Wat moet ik kunnen zien in het model van de betreffende onderaannemer/leverancier?					
MUST						
	- Bevestiging van installaties aan het gebouw			x	x	x
	- Volledig in onderdelen modelleren (Denk aan koppelstukken of bochtstukken)	x		x	x	x
	- Maatvoering en indeling zonnepanelen			x	x	x
	- Springsmodel maken	x		x		
SHOULD						
	- Modellen splitsen per onderdeel (Denk aan CV, lucht, water en elektra)	x		x		x
	- Isolatie van leidingen modelleren	x		x	x	x
COULD						
	- Waterdichtheid dakdoorvoeren waarborgen			x	x	x
	- Vloerverwarmingszones/buizen modelleren			x	x	x

De tekstuele en schematische uitwerking kunnen gezamenlijk worden gebruikt om tot een logisch, te implementeren eindproduct te komen. De volgende sub-paragraaf zal dit onderdeel van het onderzoek behandelen.

6.3.2 Documentvorming

Paragraaf 6.3.2 bevat de resultaten van deelvraag 5:

Hoe kan de analyse verwerkt worden in een te implementeren document?

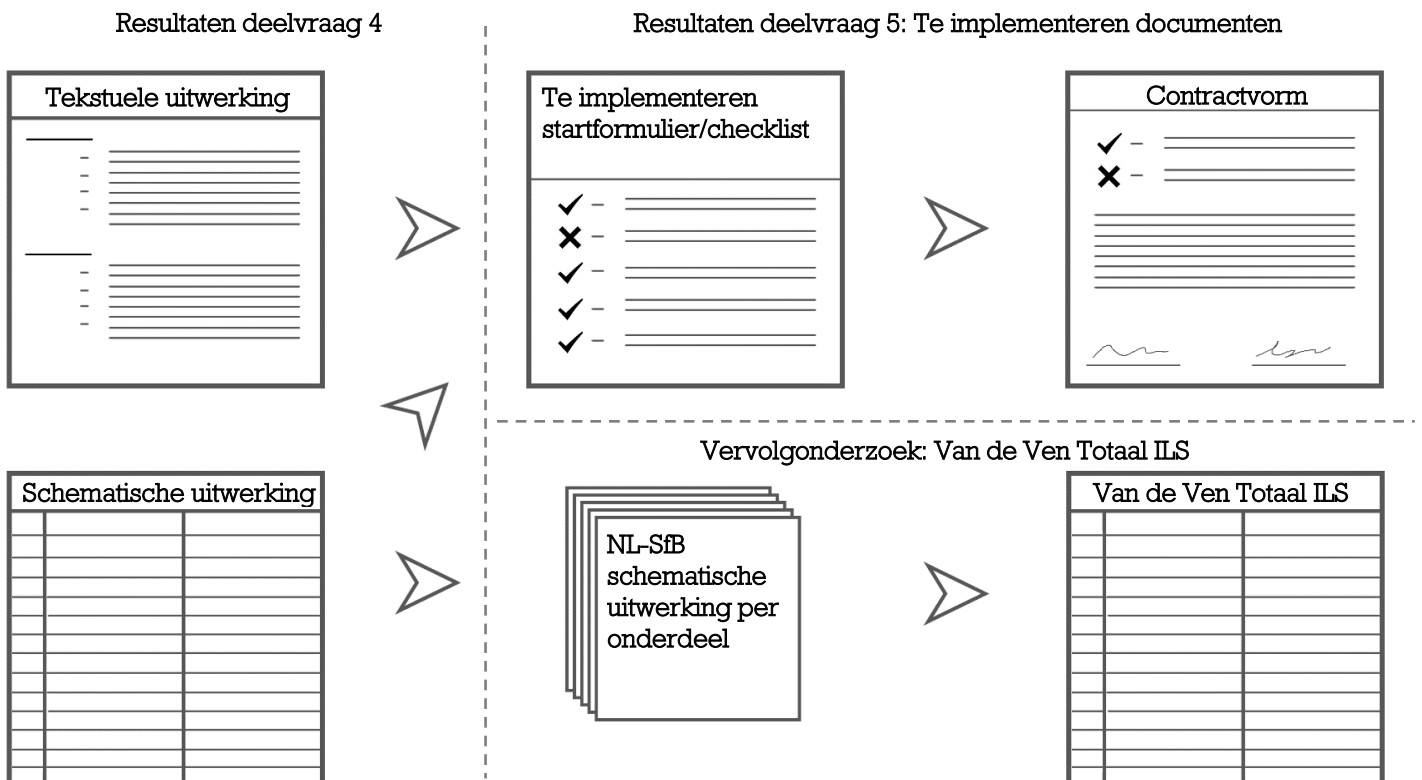
Door deelvraag 4 te beantwoorden in de vorige sub-paragraaf is informatie verzameld die benodigd is om een te implementeren document te vormen. De vormgeving van dit document wordt bepaald aan de hand van:

- Ontwerpkeuzes, gevalideerd door de bedrijfsbegeleiders en werkvoorbereiding;
- Uitgangspunten uit verschillende digitale bronnen;
- Input uit de eerder afgenomen interviews met de werkvoorbereiders.

Tijdens de eerder afgenomen interviews met de werkvoorbereiders is gebleken dat een document gewenst is dat:

- Helpt bij het handen en voeten geven aan het BIM-proces;
- Project specifiek te gebruiken is;
- Gebruikt kan worden als een checklist of bouwmemo;
- Kort en krachtig qua inhoud en lay-out is;
- Zorgt voor specifiekere afspraken dan de BIM BASIS ILS; en
- Mogelijkheden biedt om specifieke contractuele afspraken te maken.

Om tot een document te komen dat voldoet aan de bovenstaande uitgangspunten en ook bouw- en BIM-technisch goed in elkaar steekt, is meer nodig dan alleen het maken van een enkele checklist. De onderstaande visualisatie geeft een inzicht in de wijze waarop het te implementeren document tot stand komt, en welke ondersteunende documenten hierbij gevormd worden.

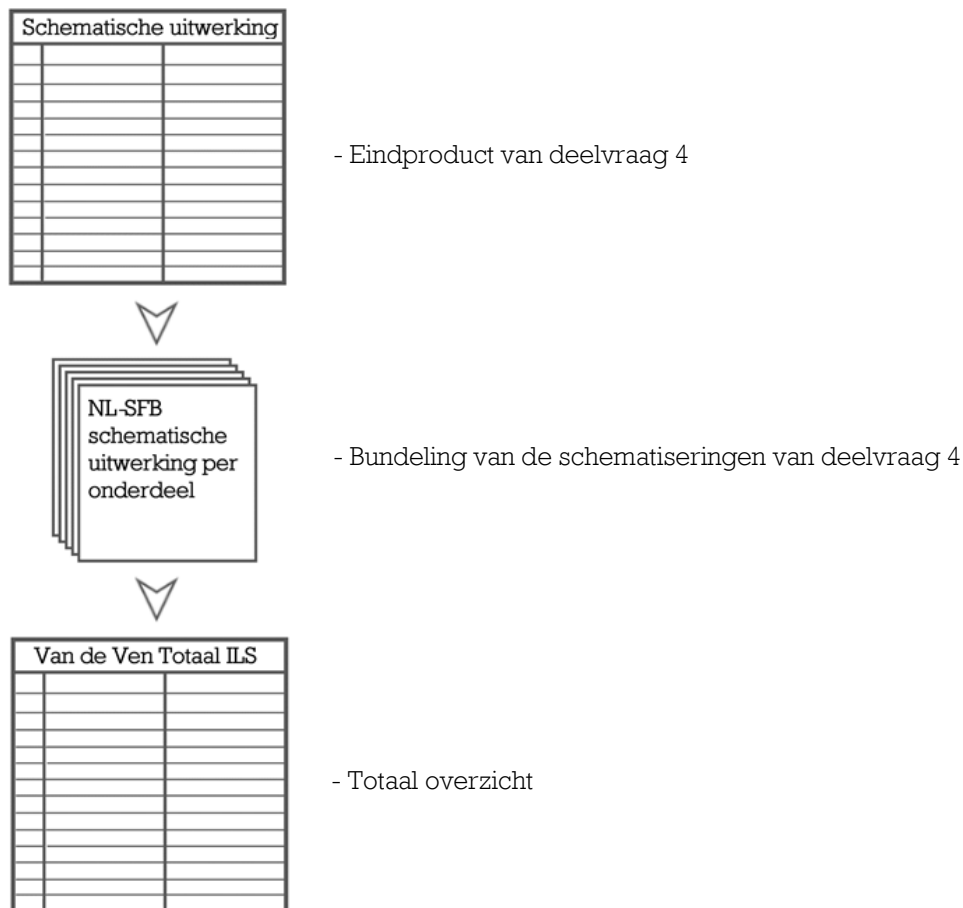


Toelichting vervolgonderzoek

In de visualisatie op de vorige pagina wordt de Van de Ven Totaal ILS benoemd als mogelijk vervolgonderzoek.

Wanneer elk onderdeel van een bouwwerk onderzocht en geschematiseerd zou worden zoals in dit onderzoek met de 4 onderzochte onderdelen gedaan is, kan een NL-SfB gesorteerde totaal lijst opgesteld worden. Deze lijst zou de totale BIM-technische gegevensbehoefte van de aannemer over elk onderdeel van een bouwwerk bevatten. Kortom zou dit de "NL-SfB schematische uitwerking per onderdeel" vormen. Een verzameling van allemaal losse schematische uitwerkingen.

De laatste stap zou zijn om deze verzameling van schematische uitwerkingen samen te voegen in een overzicht, de Van de Ven Totaal ILS.

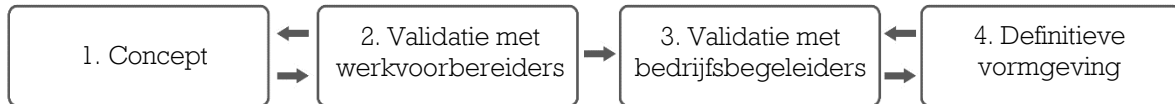


Wanneer een dergelijke Van de Ven Totaal ILS gerealiseerd zou worden, zullen de checklists en contractvormen een deel van een groter geheel zijn. Dit zorgt voor een logischer en makkelijker te implementeren eindproduct. En werkvoorbereiders die meer diepgang in BIM willen zoeken kunnen dit ook vinden.

Over dit onderwerp valt meer te lezen in paragraaf 6.4 implementatie en hoofdstuk 9: Aanbevelingen.

Checklist en contractvorm

Om tot een correcte vormgeving van een checklist en contractvorm te komen zal een eerste ontwerp hoogstwaarschijnlijk niet direct volledig voldoen. Er is feedback op en validatie van het document nodig. Om dit te waarborgen wordt het onderstaande proces doorlopen:



Een eerste concept opzet is gevalideerd door deze te presenteren aan een aantal werkvoorbereiders. De feedback die hieruit voortkomt is gebruikt voor de vormgeving van een definitief document. Dit document is klaar voor implementatie na verdere validatie met de bedrijfsbegeleiders.

1. Concept

De onderstaande afbeelding is het eerste concept van de checklist, ingevuld voor het onderdeel breedplaten. Zie [bijlage F: Checklists](#) voor de checklists op ware grootte. Dit eerste concept is gemaakt op basis van eerder verkregen onderzoeksresultaten en uitgangspunten uit de interviews afgenomen met de werkvoorbereiders bij Van de Ven.

CHECKLIST BREEDPLATEN

PROJECTINFORMATIE

Projectnaam: <invulling>
Werkvoorbereider: <invulling>
Onderaannemer/IV: <invulling>
Contactgegevens: <invulling>

COMMUNICEREN

Communicatiesysteem: Trimble Connect

Gids, document, tekeningen
Toegang tot A: projectinformatie, 3D Engineering, 2D tekeningen
Beveiligen op de server met 3D beveiligingen

Ontsluiten van actuele data op iedere plek!

BIM BASIS ILS

Modelvaliteit: Conform BASIS ILS 2020 [BIM Level - BIM basis ILS](#)

HANDIGE BASIS ILS PARAMETERS VOOR BREEDPLATEN

3.1 - Bestandsnaam: A RWB BREEDPLAAT_BATCH_PROJECT
3.5 - Structuur: Name: breedplaatvloer
Type: breedplaatvloer_dikte (mm)
4.8 - Specificiek: Description: legplaatnummering (xxx)
3.4 - Entiteiten: 3.6 - Classificatie: 3.7 - Materiaal *
IfcSlab: OPNN: beton
N: 508: beton_gespannen_grootvloer
* conform NAA 4.1

BIM AFSPRAKEN

Onderstaande afspraken zijn opgesteld om vorm te geven aan het proces tussen werkvoorbereider en onderaannemer. Deze afspraken zijn enkel bedoeld als hulpmiddel om meer waarde te halen uit het BIM-model. Aanvullingen of opmerkingen op onderstaande punten kunnen onder elke afspraak ingevuld worden.

☐ Betonsterkte/Milieuklasse/brandveiligheid in parameters. ☐ Plaatgewicht per plaat in parameters.
<aanvullende opmerking> <aanvullende opmerking>

☐ Plaatmarges bij raaivlakken dienen gemodelleerd te worden.
<aanvullende opmerking>

☐ Plaatoplegmaat op dragende wanden dient gemodelleerd te worden.
<aanvullende opmerking>

----- CONTRACT: NIET-DOENSTAANDE AFSPRAKEN KUNNEN ALS CONTRACTVORM TOEGEGEN OF INHOUD ZIJN BEREIKVOEGD -----

☐ Spangingsvoorzieningen dienen gemodelleerd te worden.
<aanvullende opmerking>

☐ Instortvoorzieningen dienen gemodelleerd te worden.
<aanvullende opmerking>

☐ Dekking van plaatwapening dient als parameter in het aspectmodel verwerkt te worden.
<aanvullende opmerking>

☐ Trailiggers dienen gemodelleerd te worden.
<aanvullende opmerking>

☐ Plaat- en/of opstortwapening dient gemodelleerd te worden.
<aanvullende opmerking>

AANVULLENDE AFSPRAKEN

Onderwerp: <invulling>
Onderwerp: <invulling>

MATE VAN IMPORTANTIE

HOOG
↑
LAAG

Figuur 32, checklist breedplaten (Weijters & Heerkens)

De checklist bevat 5 onderwerpen:

Projectinformatie: Introductie van het project en de onderaannemer.

Communicatie: Korte introductie van het gebruik van Trimble Connect, de communicatiemethode.

BASIS ILS: Invulling van handige BASIS ILS onderdelen.

BIM-afspraken: Mogelijk te maken afspraken met de onderaannemer voor nadere vormgeving van het aspectmodel.

Aanvullend: Ruimte voor aanvullende afspraken of opmerkingen.

In de checklist is tussen de afspraken de 'contractknip' ingevoegd, de afspraken die boven deze knip staan zijn verwerkt in een contractueel document. Dit document wordt vernoemd in het contractstuk tussen onderaannemer en aannemer, net zoals de BASIS ILS. Onderstaande figuur is het contractueel document van de breedplaten, zie bijlage G: contractvormen voor de contractuele documenten op ware grootte.

Het contractueel document bestaat uit gegevens van het project, de opdrachtgever en onderaannemer; en de BIM-afspraken die vastgelegd dienen te worden in het contract.

AFSPRAKEN BREEDPLATEN

GEGEVENS

<VERS>

Opdrachtgever: <opdrachtgever>

<adresgegevens>

Opdrachtnummer: <opdrachtnummer>

<adresgegevens>

BIM AFSPRAKEN

<opdrachtnummer>

Verklaart te zijn overeengekomen met:

Het verwerken van de volgende informatie in parameters in aspectmodellen;

Het verwerken van de volgende informatie op geometrische basis in aspectmodellen;

1

Betonsterkte, brandveiligheid en milieuklasse dienen verwerkt te worden in afleesbare parameters.

<exacte parameters, benaming> afspreek!

2

Exacte plaatgewicht per breedplaat dient verwerkt te worden in een afleesbare parameter.

<exacte locatie; basisQ of elders> afspreek!

3

Plaatmarges bij raaivlakken dienen gemodelleerd te worden.

<exacte afgesproken plaatmarges> afspreek!

4

Afgesproken plaatopleggingsmaat op dragende wanden dient gemodelleerd te worden.

<exacte afgesproken plaatopleggingsmaat> afspreek!

Dit document fungeert als bijlage van het hoofdcontract tussen de hoofdaannemer en de onderaannemer.

Wanneer men over vastgelegde BIM-afspraken praat, kan middels het contract hiernaar verwezen worden.

Dit document is een uittreksel van de <onderdeel CHECKLIST> voor werkvoorbereiding.

Samen
Stimuleren Bouwen

VolkerWessels
Eenheid Verpakkingsovername

Figuur 33, Concept contractvorm breedplaten (Weijters & Heerkens)

PAGINA | 63

2. en 3. Validatie met werkvoorbereiders en bedrijfsbegeleiders

De meeste werkvoorbereiders die eerder geïnterviewd zijn, zijn nu opnieuw gevraagd om de checklist te beoordelen. Dit is niet gedaan in interview vorm, maar in een informele vorm die niet opgenomen is. In bijlage H: Validatie checklists is een verslaglegging gemaakt van deze validatieronde.

Tijdens de validatie is gevraagd om feedback en input over de concept checklists en contractvormen. Daarnaast staat de volgende vraag centraal:

Zou je deze checklist gebruiken?

Werkvoorbereider 7

Werkvoorbereider 7 is positief over de checklists. Inhoudelijk heeft werkvoorbereider 7 voornamelijk bouwtechnische feedback die in de checklists verwerkt kan worden. Hierover meer in de paragraaf: Definitieve vormgeving.

Een interessant citaat van werkvoorbereider 7 als antwoord op de vraag: "Zou je deze checklist gaan gebruiken" is:

"Als dit op grotere schaal, dus voor alle onderdelen, uitgewerkt wordt, zie ik mezelf dit echt wel gebruiken."

Werkvoorbereider 6

Werkvoorbereider 6 is erg positief over de checklists. Hij ziet zichzelf deze checklists zeker raadplegen, vooral voor ruwbouwonderdelen. Hij raadt daarom ook aan om in een later stadium de lijsten uit te breiden op de ruwbouwonderdelen. Inhoudelijk heeft werkvoorbereider 6 een aantal kleine aanpassingen voorgesteld, voornamelijk in de verwoording van bepaalde punten.

Werkvoorbereider 1

Werkvoorbereider 1 is zeer te spreken over de checklists. Hij vindt het een essentieel onderdeel van de BIM-ambitie van het bedrijf, en ziet veel potentie in het gebruik van de checklists tijdens kickoffs met onderaannemers. Werkvoorbereider 1 vindt het altijd een spel tussen contractueel vastleggen en mondeling afspreken, en daar een gulden middenweg in vinden. Een onderdeel waarop het onderzoek zich niet focust, maar wel rekening mee houdt.

Een interessant citaat van werkvoorbereider 1 luidde:

"Dit soort documenten zijn naar mijn mening essentieel om aan onze toekomstige BIM-ambities te kunnen voldoen als Van de Ven. Dit soort lijsten zijn daar de absolute voorzet van."

Werkvoorbereider 2

Werkvoorbereider 2 is positief over de opgestelde documenten. Het valt hem op dat er aan veel bouwtechnische zaken gedacht is, waardoor hij meerwaarde ziet in de checklists. Het lijkt hem fijn als dergelijke documenten in het bedrijf opgenomen en gehandhaafd kunnen worden. Daarom vindt werkvoorbereider 2 ook dat de bijkomende contractvorm essentieel is. Voor de onderaannemers vindt werkvoorbereider 2 het nog een grote stap. Er zit aldus werkvoorbereider 2 zeker potentie in de documenten.

Werkvoorbereider 4

Werkvoorbereider 4 ziet zichzelf de checklists veel gebruiken. Hij vindt het kader waarin de BIM BASIS ILS wordt uitgelegd ook fijn voor zichzelf en collega's. De checklists zelf geven meer standaardisatie omdat werkvoorbereiders het proces op dezelfde manier aan kunnen pakken. Werkvoorbereider 4 vindt ook dat er goed nagedacht moet worden over het vormen van projectteams, door oudere ervaren werkvoorbereiders te koppelen aan jonge BIM-technisch vaardige werkvoorbereiders.

Een citaat van werkvoorbereider 4:

“Ik denk echt wel dat ik dit zou gebruiken. Net als bij de BASIS ILS is dit eigenlijk een soort drempel waar ik overheen moet; je leert het even te gebruiken, maar daarna wil je nooit meer zonder. Ik denk dat dat hierbij ook geldt. Het maakt ons proces in ieder geval een stuk transparanter.”

Bedrijfsbegeleiders

De bedrijfsbegeleiders zijn positief over de checklists. De inhoudelijke informatie over BIM was eerder al gevalideerd. Vooral de opzet van de documenten is positief ontvangen, doordat de afspraken ook worden gekoppeld aan het proces middels een kadertje met projectinformatie en de communicatiemethode. Ook de link met de opgestelde contractvorm en het bijbehorende document is positief beoordeeld.

Conclusie

De reacties van de werkvoorbereiders en bedrijfsbegeleiders waren erg positief; ze zien potentie in het onderzoek en de gevormde documenten. Tijdens de gesprekken zijn de documenten ook inhoudelijk bekeken en zijn er kleine aanbevelingen gedaan op het gebied van exacte afspraken of verwoording van bepaalde zaken.

4. Definitieve vormgeving

Aan de hand van de ontvangen feedback zijn de checklists en contractstukken aangepast en aangevuld om een definitief resultaat te vormen. Dit definitieve resultaat is op visueel gebied nauwelijks anders dan het concept, dit komt doordat de checklists positief ontvangen zijn.

Inhoudelijk zijn er een aantal kleine aanpassingen gemaakt in de vorm van toegevoegde of anders verwoorde parameters en te modelleren onderdelen. Zie [bijlage F: Checklists](#) en [bijlage G: Contractvorm](#) voor de definitieve checklists en contractvorm op ware grootte. Onderstaande figuren zijn de definitieve checklist en contractvorm voor het onderdeel gevelkozijnen.

AFSPRAKEN GEVELKOZIJNEN

GEGEVENS

<WERO>

Opdrachtgever: <opdrachtgever>

<adresgegevens>

Opdrachtnummer: <opdrachtnummer>

<adresgegevens>

BIM AFSPRAKEN

Opdrachtnummer: Verklaart te zijn overeengekomen met:

Het verwerken van de volgende informatie in parameters in aspectmodellen:

Het verwerken van de volgende informatie op geometrische basis in aspectmodellen:

1

Betonsterkte, brandveiligheid en milieulabels dienen verwerkt te worden in afleesbare parameters.

<exacte parameters, benaming> <afleesbaar>

2

Exakte plaatgewicht per breedteplaat dient verwerkt te worden in een afleesbare parameter.

<exacte locatie: basisQ of elders> <afleesbaar>

3

Plaatmarges bij raafkanten dienen gemodelleerd te worden.

<exacte afgesproken plaatmarges> <afleesbaar>

4

Afgesproken plaatoppervlakte op dragende wanden dient gemodelleerd te worden.

<exacte afgesproken plaatoppervlakte> <afleesbaar>

5

Geluidwerendheid van kozijnen dient in parameters verwerkt te worden.

<exacte afgesproken plaatoppervlakte> <afleesbaar>

Dit document fungeert als bijlage van het hoofcontract tussen de hoofdaannemer en de onderaannemer.

Wanneer men over vastgelegde BIM-afspraken praat, kan middels het contract hiernaar verwezen worden.

Dit document is een uittreksel van de volledige CHECKLIST voor werkvoorbereiding.

Van de Ven
Bouw en Ontwikkeling
Tilburg

VolkerWessels
Bouw & Infrastructuur B.V.

Figuur 34, Definitieve contractvorm gevelkozijnen (Weijters & Heerkens)

CHECKLIST GEVELKOZIJNEN

PROJECTINFORMATIE

Projectnaam: <invoering>

Werkvoorbereiden: <invoering>

Onderaannemer/LV: <invoering>

Contactgegevens: <invoering>

COMMUNICEREN

Communicatiesysteem: Trimble Connect

Grafisch ontwerp aanpak

Tragings tot 4 projectinformatie 5 Engineering 10 Koppelen

Besluiten op als ontwerp op te teken tekenen

Ontsluiten van actuele data op iedere plek!

BIM BASIS ILS

Modellering: Conform BASIS ILS 2020 BIM Level 2 - BIM Basis ILS

HANDIGE BASIS ILS PARAMETERS VOOR GEVELKOZIJNEN

3.3 - Bestandsaanpak

3.6 - Bouwafwijking

4.8 - Specificatie

3.4 - Entiteiten

3.6 - Classificatie

4.7 - Materiaal

3.1 - Geometrie

3.2 - Geometrie

3.3 - Geometrie

3.4 - Entiteiten

3.5 - Geometrie

3.6 - Classificatie

3.7 - Materiaal

3.8 - Geometrie

3.9 - Geometrie

3.10 - Geometrie

3.11 - Geometrie

3.12 - Geometrie

3.13 - Geometrie

3.14 - Geometrie

3.15 - Geometrie

3.16 - Geometrie

3.17 - Geometrie

3.18 - Geometrie

3.19 - Geometrie

3.20 - Geometrie

3.21 - Geometrie

3.22 - Geometrie

3.23 - Geometrie

3.24 - Geometrie

3.25 - Geometrie

3.26 - Geometrie

3.27 - Geometrie

3.28 - Geometrie

3.29 - Geometrie

3.30 - Geometrie

3.31 - Geometrie

3.32 - Geometrie

3.33 - Geometrie

3.34 - Geometrie

3.35 - Geometrie

3.36 - Geometrie

3.37 - Geometrie

3.38 - Geometrie

3.39 - Geometrie

3.40 - Geometrie

3.41 - Geometrie

3.42 - Geometrie

3.43 - Geometrie

3.44 - Geometrie

3.45 - Geometrie

3.46 - Geometrie

3.47 - Geometrie

3.48 - Geometrie

3.49 - Geometrie

3.50 - Geometrie

3.51 - Geometrie

3.52 - Geometrie

3.53 - Geometrie

3.54 - Geometrie

3.55 - Geometrie

3.56 - Geometrie

3.57 - Geometrie

3.58 - Geometrie

3.59 - Geometrie

3.60 - Geometrie

3.61 - Geometrie

3.62 - Geometrie

3.63 - Geometrie

3.64 - Geometrie

3.65 - Geometrie

3.66 - Geometrie

3.67 - Geometrie

3.68 - Geometrie

3.69 - Geometrie

3.70 - Geometrie

3.71 - Geometrie

3.72 - Geometrie

3.73 - Geometrie

3.74 - Geometrie

3.75 - Geometrie

3.76 - Geometrie

3.77 - Geometrie

3.78 - Geometrie

3.79 - Geometrie

3.80 - Geometrie

3.81 - Geometrie

3.82 - Geometrie

3.83 - Geometrie

3.84 - Geometrie

3.85 - Geometrie

3.86 - Geometrie

3.87 - Geometrie

3.88 - Geometrie

3.89 - Geometrie

3.90 - Geometrie

3.91 - Geometrie

3.92 - Geometrie

3.93 - Geometrie

3.94 - Geometrie

3.95 - Geometrie

3.96 - Geometrie

3.97 - Geometrie

3.98 - Geometrie

3.99 - Geometrie

4.00 - Geometrie

4.01 - Geometrie

4.02 - Geometrie

4.03 - Geometrie

4.04 - Geometrie

4.05 - Geometrie

4.06 - Geometrie

4.07 - Geometrie

4.08 - Geometrie

4.09 - Geometrie

4.10 - Geometrie

4.11 - Geometrie

4.12 - Geometrie

4.13 - Geometrie

4.14 - Geometrie

4.15 - Geometrie

4.16 - Geometrie

4.17 - Geometrie

4.18 - Geometrie

4.19 - Geometrie

4.20 - Geometrie

4.21 - Geometrie

4.22 - Geometrie

4.23 - Geometrie

4.24 - Geometrie

4.25 - Geometrie

4.26 - Geometrie

4.27 - Geometrie

4.28 - Geometrie

4.29 - Geometrie

4.30 - Geometrie

4.31 - Geometrie

4.32 - Geometrie

4.33 - Geometrie

4.34 - Geometrie

4.35 - Geometrie

4.36 - Geometrie

4.37 - Geometrie

4.38 - Geometrie

4.39 - Geometrie

4.40 - Geometrie

4.41 - Geometrie

4.42 - Geometrie

4.43 - Geometrie

4.44 - Geometrie

4.45 - Geometrie

4.46 - Geometrie

4.47 - Geometrie

4.48 - Geometrie

4.49 - Geometrie

4.50 - Geometrie

4.51 - Geometrie

4.52 - Geometrie

4.53 - Geometrie

4.54 - Geometrie

4.55 - Geometrie

4.56 - Geometrie

4.57 - Geometrie

4.58 - Geometrie

4.59 - Geometrie

4.60 - Geometrie

4.61 - Geometrie

4.62 - Geometrie

4.63 - Geometrie

4.64 - Geometrie

4.65 - Geometrie

4.66 - Geometrie

4.67 - Geometrie

4.68 - Geometrie

4.69 - Geometrie

4.70 - Geometrie

4.71 - Geometrie

4.72 - Geometrie

4.73 - Geometrie

4.74 - Geometrie

4.75 - Geometrie

4.76 - Geometrie

4.77 - Geometrie

4.78 - Geometrie

4.79 - Geometrie

4.80 - Geometrie

4.81 - Geometrie

4.82 - Geometrie

4.83 - Geometrie

4.84 - Geometrie

4.85 - Geometrie

4.86 - Geometrie

4.87 - Geometrie

4.88 - Geometrie

4.89 - Geometrie

4.90 - Geometrie

4.91 - Geometrie

4.92 - Geometrie

4.93 - Geometrie

4.94 - Geometrie

4.95 - Geometrie

4.96 - Geometrie

4.97 - Geometrie

4.98 - Geometrie

4.99 - Geometrie

5.00 - Geometrie

5.01 - Geometrie

5.02 - Geometrie

5.03 - Geometrie

5.04 - Geometrie

5.05 - Geometrie

5.06 - Geometrie

5.07 - Geometrie

5.08 - Geometrie

5.09 - Geometrie

5.10 - Geometrie

5.11 - Geometrie

5.12 - Geometrie

5.13 - Geometrie

5.14 - Geometrie

5.15 - Geometrie

5.16 - Geometrie

5.17 - Geometrie

5.18 - Geometrie

5.19 - Geometrie

5.20 - Geometrie

5.21 - Geometrie

5.22 - Geometrie

5.23 - Geometrie

5.24 - Geometrie

5.25 - Geometrie

5.26 - Geometrie

5.27 - Geometrie

5.28 - Geometrie

5.29 - Geometrie

5.30 - Geometrie

5.31 - Geometrie

5.32 - Geometrie

5.33 - Geometrie

5.34 - Geometrie

5.35 - Geometrie

5.36 - Geometrie

5.37 - Geometrie

5.38 - Geometrie

5.39 - Geometrie

5.40 - Geometrie

5.41 - Geometrie

5.42 - Geometrie

5.43 - Geometrie

5.44 - Geometrie

5.45 - Geometrie

5.46 - Geometrie

5.47 - Geometrie

5.48 - Geometrie

5.49 - Geometrie

5.50 - Geometrie

5.51 - Geometrie

5.52 - Geometrie

5.53 - Geometrie

5.54 - Geometrie

5.55 - Geometrie

5.56 - Geometrie

5.57 - Geometrie

5.58 - Geometrie

5.59 - Geometrie

5.60 - Geometrie

5.61 - Geometrie

5.62 - Geometrie

5.63 - Geometrie

5.64 - Geometrie

5.65 - Geometrie

5.66 - Geometrie

5.67 - Geometrie

5.68 - Geometrie

5.69 - Geometrie

5.70 - Geometrie

5.71 - Geometrie

5.72 - Geometrie

5.73 - Geometrie

5.74 - Geometrie

5.75 - Geometrie

5.76 - Geometrie

5.77 - Geometrie

5.78 - Geometrie

5.79 - Geometrie

5.80 - Geometrie

5.81 - Geometrie

5.82 - Geometrie

5.83 - Geometrie

5.84 - Geometrie

5.85 - Geometrie

5.86 - Geometrie

5.87 - Geometrie

5.88 - Geometrie

5.89 - Geometrie

5.90 - Geometrie

5.91 - Geometrie

5.92 - Geometrie

5.93 - Geometrie

5.94 - Geometrie

5.95 - Geometrie

5.96 - Geometrie

5.97 - Geometrie

5.98 - Geometrie

5.99 - Geometrie

6.00 - Geometrie

6.01 - Geometrie

6.02 - Geometrie

6.03 - Geometrie

6.04 - Geometrie

6.05 - Geometrie

6.06 - Geometrie

6.07 - Geometrie

6.08 - Geometrie

6.09 - Geometrie

6.10 - Geometrie

6.11 - Geometrie

6.12 - Geometrie

6.13 - Geometrie

6.14 - Geometrie

6.15 - Geometrie

6.16 - Geometrie

6.17 - Geometrie

6.18 - Geometrie

6.19 - Geometrie

6.20 - Geometrie

6.21 - Geometrie

6.22 - Geometrie

6.23 - Geometrie

6.24 - Geometrie

6.25 - Geometrie

6.26 - Geometrie

6.27 - Geometrie

6.28 - Geometrie

6.29 - Geometrie

6.30 - Geometrie

6.31 - Geometrie

6.32 - Geometrie

6.33 - Geometrie

6.34 - Geometrie

6.35 - Geometrie

6.36 - Geometrie

6.37 - Geometrie

6.38 - Geometrie

6.39 - Geometrie

6.40 - Geometrie

6.41 - Geometrie

6.42 - Geometrie

6.43 - Geometrie

6.44 - Geometrie

6.45 - Geometrie

6.46 - Geometrie

6.47 - Geometrie

6.48 - Geometrie

6.49 - Geometrie

6.50 - Geometrie

6.51 - Geometrie

6.52 - Geometrie

6.53 - Geometrie

6.54 - Geometrie

6.55 - Geometrie

6.56 - Geometrie

6.57 - Geometrie

6.58 - Geometrie

6.59 - Geometrie

6.60 - Geometrie

6.61 - Geometrie

6.62 - Geometrie

6.63 - Geometrie

6.64 - Geometrie

6.65 - Geometrie

6.66 - Geometrie

6.67 - Geometrie

6.68 - Geometrie

6.69 - Geometrie

6.70 - Geometrie

6.71 - Geometrie

6.72 - Geometrie

6.73 - Geometrie

6.74 - Geometrie

6.75 - Geometrie

6.76 - Geometrie

6.77 - Geometrie

6.78 - Geometrie

6.79 - Geometrie

6.80 - Geometrie

6.81 - Geometrie

6.82 - Geometrie

6.83 - Geometrie

6.84 - Geometrie

6.85 - Geometrie

6.86 - Geometrie

6.87 - Geometrie

6.88 - Geometrie

6.89 - Geometrie

6.90 - Geometrie

6.91 - Geometrie

6.92 - Geometrie

6.93 - Geometrie

6.94 - Geometrie

6.95 - Geometrie

6.96 - Geometrie

6.97 - Geometrie

6.98 - Geometrie

6.99 - Geometrie

7.00 - Geometrie

7.01 - Geometrie

7.02 - Geometrie

7.03 - Geometrie

7.04 - Geometrie

7.05 - Geometrie

7.06 - Geometrie

7.07 - Geometrie

7.08 - Geometrie

7.09 - Geometrie

7.10 - Geometrie

7.11 - Geometrie

7.12 - Geometrie

7.13 - Geometrie

7.14 - Geometrie

7.15 - Geometrie

7.16 - Geometrie

7.17 - Geometrie

7.18 - Geometrie

7.19 - Geometrie

7.20 - Geometrie

7.21 - Geometrie

7.22 - Geometrie

7.23 - Geometrie

7.24 - Geometrie

7.25 - Geometrie

7.26 - Geometrie

7.27 - Geometrie

7.28 - Geometrie

7.29 - Geometrie

7.30 - Geometrie

7.31 - Geometrie

7.32 - Geometrie

7.33 - Geometrie

7.34 - Geometrie

7.35 - Geometrie

7.36 - Geometrie

7.37 - Geometrie

7.38 - Geometrie

7.39 - Geometrie

7.40 - Geometrie

7.41 - Geometrie

7.42 - Geometrie

7.43 - Geometrie

7.44 - Geometrie

7.45 - Geometrie

7.46 - Geometrie

7.47 - Geometrie

7.48 - Geometrie

7.49 - Geometrie

7.50 - Geometrie

7.51 - Geometrie

7.52 - Geometrie

7.53 - Geometrie

7.54 - Geometrie

7.55 - Geometrie

7.56 - Geometrie

7.57 - Geometrie

7.58 - Geometrie

7.59 - Geometrie

7.60 - Geometrie

7.61 - Geometrie

7.62 - Geometrie

7.63 - Geometrie

7.64 - Geometrie

7.65 - Geometrie

7.66 - Geometrie

7.67 - Geometrie

7.68 - Geometrie

7.69 - Geometrie

7.70 - Geometrie

7.71 - Geometrie

7.72 - Geometrie

7.73 - Geometrie

7.74 - Geometrie

7.75 - Geometrie

7.76 - Geometrie

7.77 - Geometrie

7.78 - Geometrie

7.79 - Geometrie

7.80 - Geometrie

7.81 - Geometrie

7.82 - Geometrie

7.83 - Geometrie

7.84 - Geometrie

7.85 - Geometrie

7.86 - Geometrie

7.87 - Geometrie

7.88 - Geometrie

7.89 - Geometrie

7.90 - Geometrie

7.91 - Geometrie

7.92 - Geometrie

7.93 - Geometrie

7.94 - Geometrie

7.95 - Geometrie

7.96 - Geometrie

7.97 - Geometrie

7.98 - Geometrie

7.99 - Geometrie

8.00 - Geometrie

8.01 - Geometrie

8.02 - Geometrie

8.03 - Geometrie

8.04 - Geometrie

8.05 - Geometrie

8.06 - Geometrie

8.07 - Geometrie

8.08 - Geometrie

8.09 - Geometrie

8.10 - Geometrie

8.11 - Geometrie

8.12 - Geometrie

8.13 - Geometrie

8.14 - Geometrie

8.15 - Geometrie

8.16 - Geometrie

8.17 - Geometrie

8.18 - Geometrie

8.19 - Geometrie

8.20 - Geometrie

8.21 - Geometrie

8.22 - Geometrie

8.23 - Geometrie

8.24 - Geometrie

8.25 - Geometrie

8.26 - Geometrie

8.27 - Geometrie

8.28 - Geometrie

8.29 - Geometrie

8.30 - Geometrie

8.31 - Geometrie

8.32 - Geometrie

8.33 - Geometrie

8.34 - Geometrie

8.35 - Geometrie

8.36 - Geometrie

8.37 - Geometrie

8.38 - Geometrie

8.39 - Geometrie

8.40 - Geometrie

8.41 - Geometrie

8.42 - Geometrie

8.43 - Geometrie

8.44 - Geometrie

8.45 - Geometrie

8.46 - Geometrie

8.47 - Geometrie

8.48 - Geometrie

8.49 - Geometrie

8.50 - Geometrie

8.51 - Geometrie

8.52 - Geometrie

8.53 - Geometrie

8.54 - Geometrie

8.55 - Geometrie

8.56 - Geometrie

8.57 - Geometrie

8.58 - Geometrie

8.59 - Geometrie

8.60 - Geometrie

8.61 - Geometrie

8.62 - Geometrie

8.63 - Geometrie

8.64 - Geometrie

8.65 - Geometrie

8.66 - Geometrie

8.67 - Geometrie

8.68 - Geometrie

8.69 - Geometrie

8.70 - Geometrie

8.71 - Geometrie

8.72 - Geometrie

8.73 - Geometrie

8.74 - Geometrie

8.75 - Geometrie

8.76 - Geometrie

8.77 - Geometrie

8.78 - Geometrie

8.79 - Geometrie

8.80 - Geometrie

8.81 - Geometrie

8.82 - Geometrie

8.83 - Geometrie

8.84 - Geometrie

8.85 - Geometrie

8.86 - Geometrie

8.87 - Geometrie

8.88 - Geometrie

8.89 - Geometrie

8.90 - Geometrie

8.91 - Geometrie

8.92 - Geometrie

8.93 - Geometrie

8.94 - Geometrie

8.95 - Geometrie

8.96 - Geometrie

8.97 - Geometrie

8.98 - Geometrie

8.99 - Geometrie

9.00 - Geometrie

9.01 - Geometrie

9.02 - Geometrie

9.03 - Geometrie

9.04 - Geometrie

9.05 - Geometrie

9.06 - Geometrie

9.07 - Geometrie

9.08 - Geometrie

9.09 - Geometrie

9.10 - Geometrie

9.11 - Geometrie

9.12 - Geometrie

9.13 - Geometrie

9.14 - Geometrie

9.15 - Geometrie

9.16 - Geometrie

9.17 - Geometrie

9.18 - Geometrie

9.19 - Geometrie

9.20 - Geometrie

9.21 - Geometrie

9.22 - Geometrie

9.23 - Geometrie

9.24 - Geometrie

9.25 - Geometrie

9.26 - Geometrie

9.27 - Geometrie

9.28 - Geometrie

9.29 - Geometrie

9.30 - Geometrie

9.31 - Geometrie

9.32 - Geometrie

9.33 - Geometrie

9.34 - Geometrie

9.35 - Geometrie

9.36 - Geometrie

9.37 - Geometrie

9.38 - Geometrie

9.39 - Geometrie

9.40 - Geometrie

9.41 - Geometrie

9.42 - Geometrie

9.43 - Geometrie

9.44 - Geometrie

9.45 - Geometrie

9.46 - Geometrie

9.47 - Geometrie

9.48 - Geometrie

9.49 - Geometrie

9.50 - Geometrie

9.51 - Geometrie

9.52 - Geometrie

9.53 - Geometrie

9.54 - Geometrie

9.55 - Geometrie

9.56 - Geometrie

9.57 - Geometrie

9.58 - Geometrie

9.59 - Geometrie

9.60 - Geometrie

9.61 - Geometrie

9.62 - Geometrie

9.63 - Geometrie

9.64 - Geometrie

9.65 - Geometrie

9.66 - Geometrie

9.67 - Geometrie

9.68 - Geometrie

9.69 - Geometrie

6.4 Implementatie

De 4^e en laatste fase van het onderzoek bestaat uit de implementatie van het eindproduct in het proces bij Van de Ven. De uitwerking van dit hoofdstuk zal bestaan uit de volgende onderdelen:

1. **Proces:** De plaatsing en het gebruik van de checklists en contractvorm in het proces van de werkvoorbereider en inkoper.
2. **Toepassing:** De wijze waarop de checklists en contractvormen toegepast kunnen worden.
3. **Verwerking:** Het verwerken van de checklists in een groter geheel voor een logischere samenhang en diepgang.

Op deze manier wordt antwoord gegeven op deelvraag 6:

Hoe kan het onderzoeksresultaat geïmplementeerd worden in het bedrijfsproces?

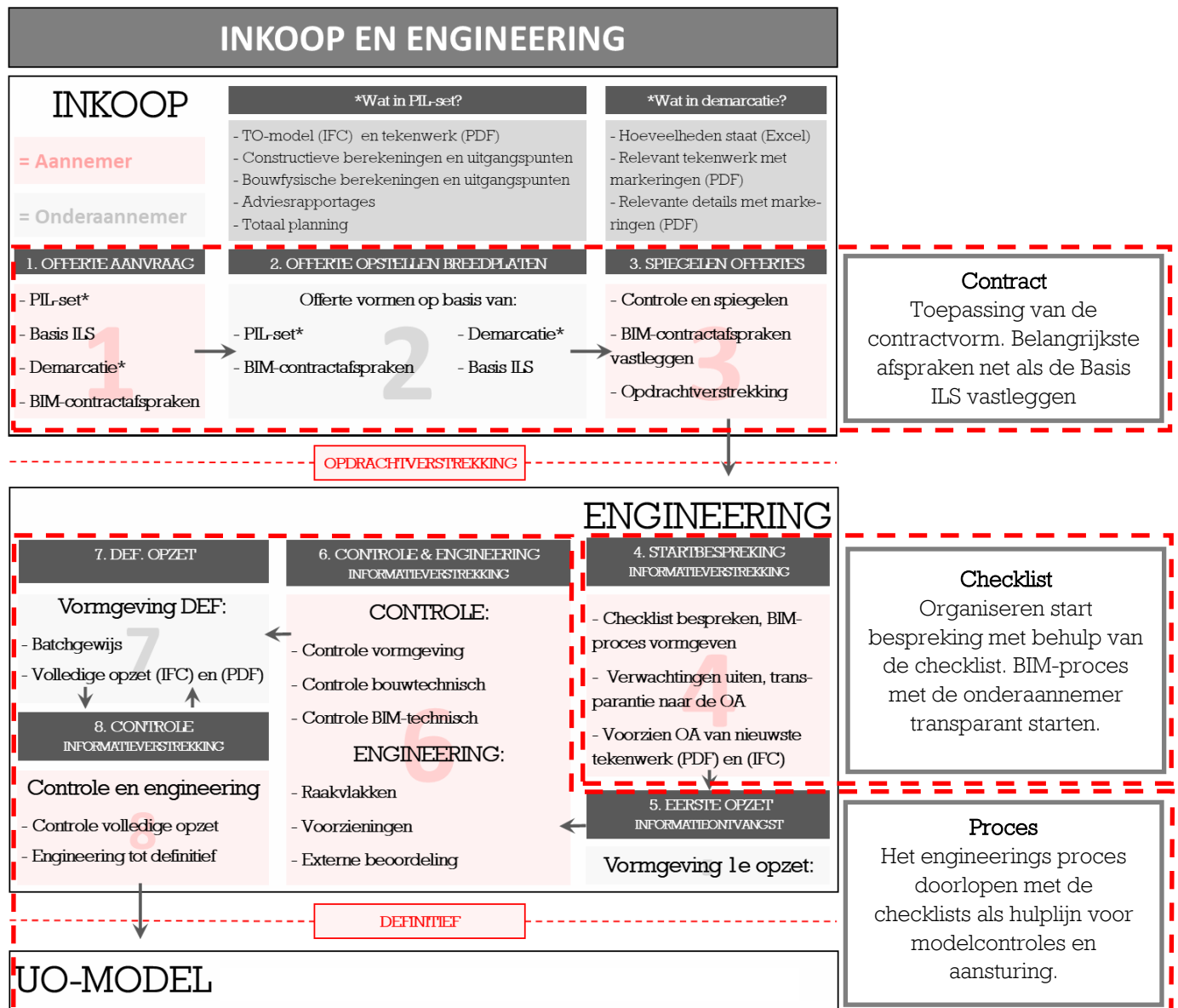
De implementatie is het laatste deel van de fase 'Improve' van de DMAIC-cyclus en bevat daarnaast ook een stukje 'Control'. Tijdens deze fase wordt de verbetering van het proces geïmplementeerd en toegelicht hoe deze implementatie gehandhaafd kan worden.



Figuur 36, DMAIC-cyclus (Groep, sd)

Proces

De onderstaande figuur bestaat uit een processchema dat al eerder in het onderzoek getoond is, tijdens de fase analyse. Deze keer zijn in dit processchema de contractvorm en checklist geïntegreerd. De onderzoeksproducten worden hiermee geïntegreerd in het proces.



Figuur 37, Proces werkvoorbereiding (Weijters & Heerkens)

In het bovenstaande proces schema is zichtbaar hoe geadviseerd wordt de contractvorm en checklist in het proces toe te passen. Echter zijn de checklist en contractvorm slechts hulplijnen beschikbaar voor de werkvoorbereider indien nodig. Er is niet maar een manier om dit eindproduct toe te passen, alleen een optimale en minder optimale manier. Op het moment dat een werkvoorbereider een checklist überhaupt opent en een klein foutje voorkomt door het scannen ervan, is dat een winst voor het bedrijf.

Toepassing

Visie

De checklists en contractvormen zijn gemaakt om als nuttige tool te kunnen fungeren, aansluitend op de probleemstelling. Het is de bedoeling dat elke werkvoorbereider een BIM-proces met de onderaannemer op dezelfde gewenste wijze kan doorlopen, ongeacht zijn/haar BIM-niveau of ervaring.

Door middel van de opgestelde checklists en contractvormen kunnen werkvoorbereiders eenvoudiger BIM-inhoudelijke afspraken maken. De checklists fungeren als handige reminders en geven handen en voeten aan de ILS. De bijkomende contractvorm kan mee worden gegeven tijdens de inkoop, waardoor het belangrijkste vastgelegd kan worden, nog voor de engineering van het project.

Flexibiliteit

Het is de bedoeling dat de checklists eenvoudig te gebruiken zijn en daarnaast ook flexibel opgesteld zijn. De achterliggende reden is in hoofdstuk 6.1.1 beschreven, waarin de input van de werkvoorbereiders (toekomstige gebruikers) is gebruikt om de checklists te vormen. Om die redenen zijn de checklists opgesteld met per afspraak ruimte voor aanvullende informatie, om projectspecifieke zaken nog beter af te stemmen. Daarnaast hebben alle afspraken een eigen check box, waardoor men afspraken kan schrappen of juist bevestigen. Tenslotte is er ook extra ruimte gemaakt voor wat algemenere aanvullende opmerkingen, waarin men bijvoorbeeld kan verwijzen naar bepaalde documenten, tabellen et cetera.

Toekomst

Uiteraard is de exacte toepassing nog altijd een vraagstuk en zal de tijd leren hoe het precies opgepakt gaat worden. Tijdens het onderzoek zijn 4 gebouwonderdelen gekozen waarvoor de checklists en contractvormen voor zijn opgesteld. Het is de bedoeling dat in de toekomst de documenten worden uitgebreid, aangepast en deel uit gaan maken van het gestandaardiseerde BIM-proces van de werkvoorbereiding. Hiervoor is echter nog meer onderzoek voor nodig. Zoals in het Plan van Aanpak al aan bod kwam, zullen niet snel BIM-checklists voor stukadoors of voegers gevormd worden, maar wel voor prefab beton.

Onderstaande uitwerking bestaat uit een toelichting van de wijze waarop de checklist gebruikt dient te worden, zie bijlage F: Checklists voor de ingevulde checklists.

Wanneer je als werkvoorbereider aan de slag gaat met de checklist, zal het document op de volgende wijze worden gebruikt:

CHECKLIST X	
1	4
2	
3	
	5

Figuur 38, blanco checklist illustratie (Weijters & Heerkens)

1. PROJECTINFORMATIE

In te vullen kader met projectnaam, betreffende werkvoorbereider, betreffende onderaannemer/leverancier + contactgegevens. Zorgt voor een makkelijk overzicht over het werk en de betrokkenen.

2. COMMUNICATIE

Kader dat de communicatiemethode, Trimble Connect, handen en voeten geeft. Het toont de stappen die gezet moeten worden om het te gebruiken en de betreffende werkmappen waarin de onderaannemer in te werk moet gaan.

3. BIM BASIS ILS

Kader dat een aantal belangrijke onderwerpen uit de BIM BASIS ILS nader toelicht, gespecificeerd op het checklistonderwerp. Het geeft verduidelijking aan de ILS betreffende een te engineeren onderdeel.

4. BIM AFSPRAKEN

Het kader met nieuwe BIM-afspraken die uit het onderzoek voortgekomen zijn. Elke afspraak heeft een vrije regel om te vullen met extra informatie, sub-afspraken of verduidelijking. Elke afspraak heeft een check box om aan te vinken of te doorkruisen, zodat men direct transparant in beeld heeft wat wel en niet verwacht wordt.

5. AANVULLENDE AFSPRAKEN

In te vullen kader met extra informatie, aanvullende afspraken of andere manieren van verduidelijking, indien gewenst.

Verwerking

Zoals reeds vernoemd vormen de checklists individueel geen logische structuur waardoor deze niet direct succesvol geïmplementeerd worden. Het succesvol implementeren van de checklists betekent niet alleen het passen van dit eindproduct in het proces, de checklists en contractvorm moeten onderling een logisch geheel vormen en ook samen met andere hulpdocumenten binnen Van de Ven gebruikt kunnen worden. Om dit te bereiken is vervolgonderzoek vereist.

Onderlinge samenhang

Het bereiken van logische onderlinge samenhang kan gerealiseerd worden door de checklists en contractvormen tot een geheel te maken. De checklists zijn enkel een visueel aantrekkelijke en werkbaar samenvatting van een groot aantal BIM-technische uitgangspunten. Een groot aantal uitgangspunten die in een gezamenlijke lijst voor verdere diepgang kunnen zorgen.

Binnen Van de Ven is er ooit gewerkt aan het vormen van een OE-lijst, Object Eigenschappen lijst. Dit is een grote lijst waarop elk onderdeel van de bouw NI-SfB gesorteerd opgesteld is, met daarbij de gewenste invulling van parameters conform Basis ILS en onderdeel specifiek. Het probleem van deze lijst was dat deze onoverzichtelijk, groot en niet afgewerkt was. Zo groot, dat het plaatsen van een overzichtelijk voorbeeld in dit verslag niet mogelijk is. Dit maakt het gebruiken ervan zeer hoogdrempelig voor werknemers.

Wanneer deze OE-lijst hervormd wordt naar een visueel aantrekkelijke lijst, met meer focus op onderdeel specifieke parameters uit de checklists, zou dit een goede onderlegger zijn voor de checklists zelf. Wanneer een werkvoorbereider meer verdieping zoekt is er altijd de OE-lijst. Een dergelijke lijst zou zorgen voor logische samenhang, meer diepgang en een allesomvattende norm voor de kwaliteit en invulling van alle aspectmodellen. Onderstaande figuur is een knipsel van een eerste voorstel voor de vormgeving van de **vernieuwde OE-lijst**. Het gehele voorstel is te groot om visueel duidelijk en aantrekkelijk in het verslag te plaatsen.

OE-lijst			VORMGEVING ASPECTMODELLEN CONFORM Basis ILS				
NL/SfB		ONTWERPENDE PARTIJ	ONDERDEEL	3.1 BESTANDSNAAM	3.3 BOUWLAAG	3.4 ENTITEIT	3.5 NAAMGEVING EN STRUCTUUR
				Bestand	IfcBuildingStorey	IfcEntity	IfcName
							IfcType
10	ONDERBOUW						
11	BODEMVOORZIENINGEN						
11.11	Bodemvoorzieningen grond, ontgravingen	CON	Grond te ontgraven				
11.12	Bodemvoorzieningen grond, aanvullingen	CON	Grond aan te vullen				
11.15	Bodemvoorzieningen grond, damwanden	CON	Damwanden				
11.24	Bodemvoorzieningen water, bemalingen	CON	Grondwaterstand bemalingen				
13	VLOEREN OP GRONDSLAG						
13.20	Constructief algemeen (verzamelniveau)	CON	Isolatie op zand				
13.21	Niet constructief, vloeren als bestrating	CON	Straatwerk				
13.22	Constructief, vloeren als gebouwoonderdeel	CON	Keldervloer/vloer op zand				
13.25	Constructief, grondverbeteringen	CON	Grondverbeteringen				
16	FUNDERINGSCONSTRUCTIES						
16.11	Voeten en balken, fundatie voeten	CON	Funderingsvoet				
16.12	Voeten en balken, fundatie balken	CON	Funderingsbalk				
16.13	Voeten en balken, fundatie poeren	CON	Funderingspoer				
16.21	Keerwanden, grondkerende wanden	CON	Grond kerende wand CSM-wand				
17	PAALFUNDERINGEN						
17.1	NIET GEHEID						
17.11	Dragende palen, geboord	CON	Boorpaal				
17.12	Dragende palen, geschroefd	CON	(mortel)Schroefpaal				
17.13	Trekverankeringen	CON	Groutanker				
17.2	GEHEID						
17.21	Dragende palen	CON	Heipaal				
17.21	Dragende palen	CON	Heipaal = draagpaal				
17.23	Trekverankeringen	CON	Heipaal = trekpaal				

Figuur 39, voorstel vernieuwde OE-lijst (Weijters & Heerkens)

Externe samenhang

Binnen Van de Ven zijn er veel ondersteunende documenten die werkvoorbereiders kunnen gebruiken. Allerlei handleidingen, memo's, checklists, ambitiedocumenten, et cetera. Voor een succesvolle implementatie is het van belang dat de checklists uit dit onderzoek niet zomaar een van de vele hulplijnen worden die achter in de kast belanden.

Andere belangrijke hulplijnen binnen Van de Ven zijn de checklists voor tekenwerkcontrole en de bouwtechnisch ingestoken bouwmemo's van Johan Dobbelaar. Samen met de checklists van dit onderzoek zijn dat al 3 essentiële documenten, die los van elkaar gezocht, geopend en toegepast moeten worden door de werkvoorbereiders. Het gebruiken en toepassen van deze documenten zal veel laagdrempeliger worden wanneer deze tegelijkertijd toegepast kunnen worden, in één samenvattend document.

Een samenvoeging van deze 3 bestanden is dus het plan. Onderstaande figuur toont welke inhoud dit bestand zou bevatten.

PROJECTINFORMATIE 	PROCES AFSPRAKEN BOUWTECHNISCH 	HULPLIJN TEKENWERK CONTROLE 2D
COMMUNICATIE  Trimble Connect	PROCES AFSPRAKEN BIM-TECHNISCH 	HULPLIJN MODELCONTROLE 3D 
CONTRACTUEEL Bouw- en BIM-technisch PAGINA 1	PAGINA 2	PAGINA 3

Figuur 40, concept externe samenhang (Weijters & Heerkens)

Het bovenstaande concept bestaat uit 3 onderdelen: Contractueel, proces en controle.

- Pagina 1 geeft de mogelijkheid om de communicatie te regelen en contractuele afspraken in beeld te brengen.
- Pagina 2 bevat net zoals de checklists procesafspraken, in dit geval bouw- en BIM-technisch.
- Pagina 3 bestaat uit een hulplijn die de werkvoorbereider ondersteund met het controleren van 2D en 3D tekenwerk.

Het bovenstaande concept zorgt voor contractafspraken, procesvorming en hulp tijdens de controle en engineeringsfase. Wanneer dit plan uitgevoerd zou worden binnen Van de Ven zou het niet alleen voor een goede implementatie van de checklists zorgen, maar ook voor een betere implementatie van de andere bestaande hulpdocumenten.

7. Conclusie

In dit onderzoek is gezocht naar een antwoord op de vraag:

'Hoe kunnen de BIM en bouwtechnische informatiestromen tussen aannemer en onderaannemer worden vastgelegd, gekoppeld en uiteindelijk geïmplementeerd om het BIM-proces met de onderaannemer zo gestandaardiseerd en transparant mogelijk te starten?'

Hiervoor is een kwalitatief onderzoek uitgevoerd naar de huidige BIM-processen tussen werkvoorbereiders en onderaannemers, en de daarbij behorende raakvlakken. De onderzoeksmethodologie is opgedeeld in 4 onderzoeksfases, elk waaruit belangrijke resultaten zijn gekomen die tot de uiteindelijke conclusie hebben geleid.

Uit de resultaten is gebleken dat er vanuit de afdeling werkvoorbereiding behoefte is aan een hulplijn om het BIM-proces te starten en een strengere selectie op het gebied van BIM tijdens de inkoop van onderaannemers. Maar liefst 73% van de geïnterviewde werkvoorbereiders heeft behoefte aan het maken van betere of meer afspraken met de onderaannemers. Het ontwikkelen van een dergelijke hulplijn in de vorm van een checklist en contractvorm blijkt een oplossing te zijn. Dit biedt de werkvoorbereiders een mogelijkheid om eerder afspraken te maken met de onderaannemer en hun BIM-proces meer vorm te geven.

Volgens de werkvoorbereiders dient deze checklist en contractvorm visueel aantrekkelijk en kort en krachtig te zijn om optimaal ingezet te kunnen worden. Inhoudelijk is de checklist daarom zo ontworpen dat deze de informatiebehoefte van de aannemer met betrekking tot aspectmodellen op een project specifiek aanpasbare, kort en krachtige wijze bevat. Hiermee kan de werkvoorbereiding de checklist op elk project met elke onderaannemer toepassen.

De contractvorm biedt de afdeling inkoop de mogelijkheid strenger en specifieker onderaannemers/leveranciers in te kopen voor een project. Hierdoor kunnen onderaannemer ingekocht worden die beter deelnemen aan het BIM-proces, en voor meer informatieverrijking in het coördinatie-model kunnen zorgen.

Het succesvol implementeren van deze checklist en contractvorm in het inkoop- en engineeringsproces bij Van de Ven Bouw en Ontwikkeling B.V. is een effectieve manier om een verbetering van het BIM-proces te initiëren. Informatiestromen worden inzichtelijk en bespreekbaar gemaakt middels de nieuwe documenten, waardoor het BIM-proces met de onderaannemer transparant en gestandaardiseerd door de werkvoorbereider gestart kan worden.

8. Discussie

Naar aanleiding van het vraagstuk over hoe BIM het proces tussen werkvoorbereiders en onderaannemers kan verbeteren, is dit onderzoek uitgevoerd om inzicht te verkrijgen in de huidige problemen en potentiële oplossingen betreft BIM tussen werkvoorbereiders en onderaannemers.

Dit hoofdstuk bestaat uit 3 onderdelen:

1. Het interpreteren van de onderzoeksresultaten
2. Het aantonen van beperkingen van het onderzoek
3. Het aanduiden van implicaties van het onderzoek

8.1 Resultaten interpreteren

Het interpreteren van de resultaten bestaat uit het vergelijken van de onderzoeksresultaten met de eerste verwachtingen. Hierbij wordt gekeken of het uiteindelijke resultaat nog in het geschetste kader in het plan van aanpak past. Welke nieuwe inzichten gedurende het onderzoek zijn ontstaan is hierbij belangrijk.

De volledige documentatie van de initiële verwachtingen van het onderzoek zijn te vinden in Bijlage I – Eerste impressie afstuderen. Dit document is opgesteld na een eerste bespreking met bedrijfsbegeleider Martijn van den Berg. In dit document staat de eerste probleemformulering, indeling van het onderzoek en verwachting van de eindproducten.

Onderstaande visualisatie geeft een vergelijking tussen de eerste impressie en de uiteindelijke scriptie weer.

EERSTE IMPRESSIE	HUDIGE SCRIPTIE
Probleemformulering	
- Vage contractafspraken en informatiebehoeftes. - Overbodige werkzaamheden tijdens het BIM-proces.	- Groot BIM-niveau verschil tussen werkvoorbereiders. - Gebrek aan een richtlijn, standaardisatie en contractvorm.
Indeling onderzoek	
1. Start met nulmeting, modelcontroles en continu flow. 2. Informatiebehoeftes in kaart brengen. 3. Standaarden en protocollen ontwerpen. 4. Proces protocol opstellen. 5. Overbodig werk bepalen.	De 4 fases: 1. Nulmeting 2. Analyse 3. Standaardisatie 4. Implementatie
Eindproducten	
Een standaard met daarin de informatiebehoefte van onderaannemer en aannemer. Een protocol over het werkproces en samenwerking.	Een checklist voor procesvorming en BIM-afspraken en een contractvorm om BIM-afspraken vast te leggen tijdens inkoop.

Zoals bovenstaande schematisering laat zien komt de eerste impressie veel overeen met het uiteindelijke onderzoek. De probleemformulering en indeling van het onderzoek bevatten dezelfde onderliggende gedachte, alleen met minder nader toegepast onderzoek. De verwachte eindproducten zijn tijdens de eerste impressie enigszins vaag omschreven, maar bevatten

wel de onderdelen informatiebehoefte en procesvorming, twee belangrijke uitgangspunten uit het huidige eindproduct. Het grootste verschil tussen toen en nu is het laten vallen van het idee om overbodig werk te onderzoeken. Deze keuze is gedurende de uitwerking van het onderzoek gemaakt omdat deze vraag enkel een bijproduct was en niet op een gewenste wijze in het onderzoek kon komen.

8.2 Beperkingen

Deze paragraaf gaat in op de betrouwbaarheid van de resultaten. Zaken die een negatieve invloed op de validiteit en betrouwbaarheid hebben gehad zijn hier benoemd. Hoe dit voorkomen had kunnen worden, of voorkomen kan worden in een vervolgonderzoek speelt hierbij een belangrijke rol.

De beperkingen worden per onderzoeksfase beschreven.

Nulmeting

Tijdens de nulmeting zijn twee vormen van onderzoek uitgebreid aan bod gekomen, namelijk: interviews en modelcontroles.

Tijdens de fase nulmeting zijn 10 werkvoorbereiders en 3 onderaannemers geïnterviewd en 28 modelcontroles uitgevoerd. Dit is een brede scope die zorgt voor betrouwbare onderzoeksresultaten. Wel zijn al deze werkvoorbereiders werkzaam bij Van de Ven. De interviews en dus de resultaten zijn hierdoor afgestemd op het proces bij Van de Ven. Voor de modelcontroles kan over de resultaten getwijfeld worden doordat de exacte projectomstandigheden tijdens de modelcontrole onbekend was. Hoe een model uit de modelcontrole komt hoeft niet direct definitief iets over de vaardigheden van de ontwerpende onderaannemer te zeggen.

In een toekomstig vervolg op dit onderzoek kunnen de bovenstaande beperkingen voorkomen worden. Tijdens interviews kan dit gedaan worden door werkvoorbereiders van andere bedrijven en meer onderaannemers te benaderen. Tijdens modelcontroles kan dit gedaan worden door ook de situatie van het project, en de gemaakte afspraken te achterhalen, om deze als factor mee te nemen in de modelcontrole, naast het controleren van meer en meer modellen voor een betrouwbaarder resultaat.

Analyse

Tijdens de analyse is de informatie uit de nulmeting omgezet naar een proces met daarin de informatiebehoefte van de onderaannemer en aannemer verwerkt. Hiervoor zijn digitale bronnen gebruikt en is gevalideerd met een aantal werkvoorbereiders, planvoorbereider Johan Dobbelaar, en bedrijfsbegeleiders Sander van Remortel en Martijn van den Berg. Dit zorgt voor betrouwbare resultaten.

Standaardisatie

De standaardisatie bestaat uit het ontwerpen van checklists en een contractvorm. Deze eindproducten zijn uitgebreid met 6 werkvoorbereiders en de bedrijfsbegeleiders gevalideerd, waarbij alle feedback verwerkt is. Dit maakt de definitieve eindproducten betrouwbaar.

Implementatie

Het hoofdstuk implementatie bevat voornamelijk adviezen. Een advies voor het gebruiken en toepassen van de checklists en advies voor mogelijk vervolgonderzoek. Deze adviezen zijn voornamelijk gebaseerd op meningen, ontwerp ideeën en validatie met de bedrijfsbegeleiders. De betrouwbaarheid hiervan is dus beperkt en vooral toegespitst op de ambities van het bedrijf en haar werknemers. De manier om deze beperking op te lossen is het daadwerkelijk uittesten van de gesuggereerde producten en implementatieplannen. Op korte termijn zou meer validatie met werkvoorbereiders kunnen plaatsvinden.

8.3 Implicaties aanduiden

Deze laatste paragraaf bevat de mogelijke uitkomsten na het afronden van dit onderzoek. Deze uitkomsten worden op verschillende niveaus uitgewerkt.

VAN DE VEN	VOLKERWESSELS	NATIONAAL
GUNSTIGE UITKOMST Volledige implementatie en vervolgonderzoek zoals geadviseerd.	GUNSTIGE UITKOMST Implementatie bij of inspiratie voor dochterbedrijven.	GUNSTIGE UITKOMST Inspiratie voor of zelfs implementatie bij andere ondernemers.
ONGUNSTIGE UITKOMST Geen implementatie, vervolgonderzoek of verdere aandacht aan BIM.	ONGUNSTIGE UITKOMST Geen implementatie of enige bekendmaking bij dochterbedrijven.	ONGUNSTIGE UITKOMST Geen inspiratie voor andere ondernemingen. Het onderzoek blijft onopgemerkt.

Van de Ven

In de ideale situatie zou binnen Van de Ven het onderzoek opgepakt worden en het proces tussen werkvoorbereider en onderaannemer meer gestructureerd plaats gaan vinden. Daarnaast zal het geadviseerde vervolgonderzoek gestart worden, en worden meer checklists gevormd. In het minst gunstige geval zal binnen het bedrijf het onderzoek niet verder opgepakt worden. Hierbij wordt geen vervolgonderzoek uitgevoerd.

VolkerWessels

Het onderzoek zou voor alle dochterondernemingen van VolkerWessels BVGO van toepassing kunnen zijn aangezien veel van deze bedrijven dezelfde idealen delen. Kennis delen en elkaar ondersteunen zijn hierbij belangrijke uitgangspunten. Het VolkerWessels breed implementeren van het ontworpen eindproduct is reëel aangezien er vanuit Hugo van Boxmeer, manager Samen Slimmer Bouwen VolkerWessels BVGO Zuid, interesse in het onderzoek getoond is. In het kader van maatschappelijk belang is dit essentieel, gezien VolkerWessels kan overwegen om het onderzoek toe te gaan passen op meerdere dochterondernemingen.

Nationaal

Voor alle bouwbedrijven in Nederland kunnen de checklists en de gedachten erachter van belang zijn. Het is van maatschappelijk belang dat heel de bouw bezig is met digitaliseren en werken met BIM. En al het onderzoek dat hiernaar gedaan wordt draagt daaraan bij. Net zoals bij dit onderzoek bronnen van andere aannemerijen zijn gebruikt, zouden de eindproducten van dit onderzoek een inspiratie voor andere bedrijven kunnen zijn, of zelfs volledig overgenomen kunnen worden.

9. Aanbevelingen

Tijdens de aanbevelingen in een scriptie dient een advies voor vervolgonderzoek verwerkt te worden. Dit kan gezien worden als onderdeel van de fase Control van de DMAIC-cyclus.



Figuur 41, DMAIC-cyclus (Groep, sd)

Een advies aan het bedrijf is gegeven in de resultaten en de conclusie, als antwoord op de hoofdvraag. Mogelijkheden voor vervolgonderzoek zijn behandeld in de fase implementatie, onderdeel van de resultaten. Dit hoofdstuk is daarom enkel een samenvatting van de eerder uitgebreid beschreven mogelijkheden tot vervolgonderzoek.

Voor een logische en volledige implementatie van de eindproducten dient dit onderzoek voltooid te worden. Dit kan gedaan worden door simpelweg voor elk onderdeel van de bouw een checklist en contractvorm te creëren. Naast het voltooien van dit onderzoek worden 2 vervolgonderzoeken aanbevolen voor een succesvolle implementatie.

1. Onderzoek naar het creëren van onderlinge samenhang tussen de bestaande en nog te realiseren checklists.
2. Onderzoek naar het creëren van samenhang tussen de checklists en andere hulp documenten die binnen Van de Ven in de omloop zijn.

1 – Momenteel is elke checklist een los document zonder diepgang of onderliggende informatiebron. Dit kan worden opgelost door een grote OE-lijst, object eigenschappen lijst, te vormen. Alle informatie uit elke checklist staat uitgebreid in deze NL-SfB gesorteerde lijst opgesomd en gekoppeld aan het totale bouwproces. Een dergelijke lijst zou zorgen voor logische samenhang, meer diepgang en een allesomvattende norm voor de kwaliteit en invulling van alle aspectmodellen.

2 – Binnen Van de Ven bestaan veel documenten die dienen als hulplijn, sommige hiervan worden uitgebreid gebruikt en andere niet. Het zou voor de implementatie van zowel de checklists als deze hulplijnen interessant zijn om een gezamenlijk document te vormen. Dit document borgt het maken van BIM en bouwtechnische afspraken, vormgeven aan het proces en hulp bij het controleren van 2D tekenwerk en aspectmodellen.

10. Literatuurlijst

- Archive3D. (sd). *3Darchive Doors*. Opgehaald van <https://archive3d.net/?a=download&id=987890cd>
- BIM BASIS ILS. (2019). *Basis ILS Installaties*. Opgeroepen op 03 2021
- BIM BASIS ILS. (2020, 10). *Basis InformatieLeveringsSpecificatie*. Opgeroepen op 02 2021, van BIMloket: <https://www.bimloket.nl/p/294/BIM-basis-ILS>
- BIM BASIS ILS. (2020). *ILS Ontwerp & Engineering v1.0 + Fasering*. Opgeroepen op 2021, van BIMloket: <https://www.bimloket.nl/p/294/BIM-basis-ILS>
- Bouwmaterialen, B. (sd). *Ytong Separatiepaneel*. Opgehaald van <https://www.bmn.nl/ytong-separatiepaneel-g4-600-2960x600x70mm>
- Brakke, E., & Stroetinga, E. (2017). *van WERKVOORBEREIDER naar BIM-COÖRDINATOR*. 's-Hertogenbosch: Avans Hogeschool. Opgeroepen op 02 2021
- BVG O Zuid. (2019). *BASIS ILS+*. VolkerWessels.
- Calduran Kalkzandsteen B.V. (2020). *Calduran BIM Kennisbank - Protocol/Schema/Memo/ILS*. Opgeroepen op 03 2021, van <https://www.calduran.nl/kennisbank/bim>
- Dobbelaar, J. (2017-2021). *BouwMEMO's*. Tilburg: Van de Ven Bouw en Ontwikkeling. Opgeroepen op 02 2021
- DRBG, VBI, Betonson, & Geelen. (2017). *ILS constructieve betonvloeren*. Opgeroepen op 04 2021
- Groep, L. S. (sd). *DMAIC*. Opgehaald van leansixsigmagroep: <https://leansixsigmagroep.nl/lean-agile-en-six-sigma/dmaic/>
- Havebo. (sd). *Breedplaatvloer*. Opgehaald van Havebo Producten: <https://www.havebo.nl/producten/breedplaatvloer/>
- Hermans, R. (2015). *Informatievoorziening in het voorbereidingsproces van houten gevelkozijnen in een BIM-proces*. Eindhoven: TU/e. Opgeroepen op 03 2021
- Het Nationaal BIM Platform. (2017). *Wat is BIM?* Opgeroepen op 03 2021, van Het Nationaal BIM Platform: <https://hetnationaalbimplatform.nl/wat-is-bim.php>
- IDCM. (2016). *Ontdek de kracht van BIM*. Opgeroepen op 03 2021, van ICDM Info: <https://www.idcm.info/nl/ontdek-de-kracht-van-bim>
- Kollenburg, T. v. (2019). *LEAN GREEN BELT*. 's-Hertogenbosch: Learning Lean. Opgeroepen op 02 2021

- N.A.A.K.T. (2021). *Naamgeving - Kenmerk - Toepassing*. Opgeroepen op 04 2021
- Naviate. (sd). *HVAC&PLUMBING*. Opgehaald van <https://www.naviate.com/product/naviate-hvac-&-plumbing/p-112>
- NBvT. (2021). *ILS Houten Kozijnen*. Almere. Opgeroepen op 04 2021
- (2005). *NL-SfB Codering*. Opgeroepen op 02 2021
- Picard, A. (2016). *Het engineeringsproces met BIM*. Eindhoven: TU/e. Opgeroepen op 02 2021
- SamenSlimmerBouwen. (2019). *BIM Ambities 2020 2021 2022*. VolkerWessels BGVO Zuid. Opgeroepen op 02 2021
- SamenSlimmerBouwen. (2019). *Levels van informatiemanagement*. VolkerWessels.
- van Beers, L. (2016). *BIM in de gevelbranche*. Eindhoven: TU/e. Opgeroepen op 03 2021
- Van de Ven Bouw en Ontwikkeling. (2017). *Brownpaper processchema*. Tilburg. Opgeroepen op 02 2021
- Van de Ven Bouw en Ontwikkeling. (2020). *BIM proces rode draad*. Tilburg. Opgeroepen op 04 2021
- Van den Berg, M. (2017). *Wat is openBIM?* Opgeroepen op 02 2021
- van den Berg, M. (2019). *BIM BASIS - Waarom Wat Hoe*. Van de Ven Bouw en Ontwikkeling. Opgeroepen op 02 2021
- Van den Berg, M. (2020). *SSBmidden OE-lijst v2-2*. Tilburg.
- Van Rhijn Bouw. (2021, 03). *Van Rhijn Bouw - BIM*. Opgeroepen op 04 2021, van VRBim Documenten: <https://vanrhijnbouw.nl/organisatie/bim/>
- VMRG. (2020). *ILS Gevel 0.9*. ILS Gevel Partners. Opgeroepen op 04 2021
- Vree, J. d. (sd). *Joost de Vree Bouw Wiki*. Opgehaald van <https://www.joostdevree.nl/index.shtml>
- Weijters, J., & Heerkens, H. (sd). *Visualisaties Afstuderen*. Avans Hogeschool.
- Werkvoorbereiders Van de Ven Bouw en Ontwikkeling. (2020, November). Enquete BIM werkvoorbereiding Van de Ven Bouw en Ontwikkeling B.V. (H. H. Weijters, Interviewer)
- Wolf, G. (2018). *Optimalisatie van BIM-modellen o.b.v. verschillende wensen van opdrachtgevers*. Twente: University of Twente. Opgeroepen op 03 2021
- Xella. (2019). *ILS Ytong separatiepanelen*. Opgeroepen op 04 2021
- Zuiker, A. (2012). *Het nieuwe inkopen; het gebruik van BIM in de inkoopfase*. Eindhoven: TU/e. Opgeroepen op 02 2021

11. Bijlagen

Bijlage A: Probleemformulering + Visgraat

Bijlage B: Interviews – Vragenlijsten + Transcripties

- Inkoop
- Werkvoorbereiding
- Onderaannemers

Bijlage C: Interne werkprocessen

Bijlage D: Modelcontroles

Bijlage E: ILSen Tekstueel

Bijlage F: Checklists

Bijlage G: Contractvormen

Bijlage H: Validatie checklists

Bijlage I: Eerste impressie afstuderen

Bijlage J: Aantekeningen gesprekken (Van de Ven, Avans, LEAN)

Bijlage K: SamenSlimmerBouwen VW BVGO BIM Ambities

