



A.C.M. (Arlette) Dekkers
L.E. (Loes) van Gils

4D-PLANNING BIJ VAN DE VEN BOUW & ONTWIKKELING BV

Afstudeerscriptie Bouwtechnische Bedrijfskunde

Colofon

Auteurs: A.C.M. (Arlette) Dekkers en L.E. (Loes) van Gils
Studentnummers: 2076792 en 2078684
E-mail: acm.dekkers@student.avans.nl en le.gils@student.avans.nl

Afstudeerscriptie bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV
Website: www.vandevenbv.nl

Opleiding: Bouwtechnische Bedrijfskunde
Organisatie: Avans Hogeschool te Tilburg
Academie voor Bouw & Infra (AB&I)

Bedrijfsbegeleider en afstudeerdocenten:
Dhr. M. Brouwer (Externe begeleider van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV)
Dhr. M. Rutten (1^e begeleider van Avans Hogeschool)
Dhr. T. van Deursen (2^e begeleider van Avans Hogeschool)

Afstudeerperiode: februari tot en met juni 2018
Tilburg, 14 juni 2018



**Van de Ven
Bouw en Ontwikkeling
Tilburg**

avans
hogeschool

Voorwoord

Voor u ligt de afstudeerscriptie '4D-planning bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV'. Deze scriptie is geschreven in het kader van het afstuderen aan de opleiding Bouwtechnische Bedrijfskunde aan Avans Hogeschool te Tilburg. Van februari 2018 tot en met juni 2018 zijn wij bezig geweest met het onderzoek en schrijven van onze scriptie.

Zoekende naar een afstudeeronderwerp met interesse voor BIM, Lean, plannen en innovatie bracht ons bij het onderwerp 4D-planning. Met ons onderzoek wordt er een bijdrage geleverd aan nieuwe ontwikkelingen binnen Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV.

Allereerst willen wij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV bedanken voor de mogelijkheid om 4D-planning te onderzoeken binnen de organisatie. Daarnaast onze bedrijfsbegeleider Dhr. Milan Brouwer voor zijn begeleiding, advies en motiverende woorden. Tevens willen we alle medewerkers binnen Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV bedanken voor hun medewerking, met name Dhr. Alex van Hulten en Dhr. Sander van Remortel voor hun specifieke kennis over software en innovatie.

Tot slot willen wij graag onze begeleiders Dhr. Maarten Rutten en Dhr. Theo van Deursen van Avans Hogeschool bedanken voor de fijne begeleiding, feedback en het vertrouwen tijdens onze afstudeerperiode. Ook willen we graag onze medestudenten uit het BIM/Lean-atelier bedanken die ons feedback hebben gegeven.

Wij wensen u veel leesplezier toe.

A.C.M. (Arlette) Dekkers & L.E. (Loes) van Gils

Tilburg, 14 juni 2018

Samenvatting

Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV werkt al een gehele tijd met BIM (Bouw Informatie Management). De volgende stap van het bedrijf is om de 3D-modellen verder te optimaliseren, dit kan door middel van 4D-planning. Waarbij de gewenste situatie is om 4D-planning te implementeren in het bedrijf om zo de faalkosten te verminderen en de bouwtijd te verkorten. Het doel van dit onderzoek is om een advies over 4D-planning uit te brengen naar Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV. Hiervoor is de volgende hoofdvraag opgesteld:

‘Op welke wijze kan er door middel van BIM en Lean, 4D-planning worden geïmplementeerd bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV?’

Allereerst is een literatuuronderzoek verricht om kennis op te doen van BIM, Lean en 4D-planning. Deze literatuur biedt achtergrondinformatie voor het verdere onderzoek. De huidige situatie van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV is in kaart gebracht door middel van deskresearch en een semigestructureerd interview. Bij het bedrijf wordt er op dit moment gepland met de software Asta Powerproject. De overallplanning wordt opgesteld door één persoon binnen het bedrijf, dit doet hij op basis van zijn ervaring en kerngetallen.

Verder zijn de technische mogelijkheden bepaald, door middel van deskresearch en literatuuronderzoek. Er is naar voren gekomen dat de software Powerproject BIM en Synchro getest gaan worden in ons onderzoek. Beide programma's hebben technische mogelijkheden die overeenkomen met de gewenste situatie.

Om de gewenste situatie te analyseren, wordt de ambitie en missie van het bedrijf in kaart gebracht door middel van deskresearch. Daarnaast bepalen we door middel van semigestructureerde interviews de gewenste situatie bij de werknemers. Uit de analyse van de gewenste situatie blijkt dat de ambitie van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV is om in 2018 simulaties te kunnen draaien van een project in 4D-planning. Om het van tevoren in uitvoering te nemen zodat de meest optimale bouwrouting vastgesteld kan worden, faalkosten verder afnemen en de bouwtijd verkort kan worden. Uit de semigestructureerde interviews is gebleken dat de medewerkers van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV de visualisatie het voornaamste vinden om inzicht te genereren. Het programma moet simpel, werkbaar en gebruiksvriendelijk zijn.

Om de gewenste situatie te kunnen behalen, zijn er twee testcases uitgevoerd. De software Powerproject BIM en Synchro worden getest. Uit de testcase is gebleken dat Synchro hoger scoort dan Powerproject BIM. De software Synchro bewaakt de planning beter door middel van visualisatie, daarnaast kan de bouwrouting beter inzichtelijk gemaakt worden dan bij Powerproject BIM. Synchro kan de logistiek op de bouwplaats managen, in Powerproject BIM is dit niet mogelijk. Powerproject BIM scoort hoger in gebruiksvriendelijkheid door de eenvoud van de software.

Uit alle resultaten van ons onderzoek is gebleken dat 4D-planning geïmplementeerd kan worden bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV. 4D-planning kan de meest optimale bouwrouting vaststellen, de faalkosten nemen verder af, de bouwtijd wordt verkort en het creëert inzicht in de veiligheid op de bouw. Ons advies is om de software Synchro te implementeren in het bedrijf, omdat deze aansluit bij het Beleidsplan 2018-2020 van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV. En omdat deze software ook voldoet aan de wensen van de werknemers. Niet alleen met de software Synchro kan 4D-planning geïmplementeerd worden, zowel kennis als handen om ermee te werken zijn nodig om 4D-planning te implementeren.

Summary

Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV is a construction and development company in the Netherlands, which has been using BIM (Building Information Management) for quite a long time now. One of the next steps within this company is to further optimize the use of 3D-models. This can be achieved by adding 4D-planning methods to the already existing 3D-models. The company's desired objective is to implement 4D-planning, to reduce failure costs and to shorten the construction time. Therefore, the goal of this research is to bring out an advice to Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV considering 4D-planning. This leads us to the following research question:

In which way, by means of BIM and Lean, can 4D-planning be implemented at Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV?

First of all, in order to get familiar with BIM, Lean and 4D-planning, a literature study is conducted. This literature serves as background information for further research. The present situation of Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV has been visualized by means of desk research and semi structured interviews. At this moment, the company makes use of the software Asta Powerproject to make their schedules. Moreover, the current schedule is composed by one individual within the company, who only uses his experience and key numbers.

The technical possibilities for our research are determined via desk research and literature studies. The result is that both software programs, named Powerproject BIM and Synchro will be tested in this research. Both programs have technical possibilities that correspond to our desired objective.

In order to analyze the desired situation, the company's ambition and mission are being mapped out by means of desk research. Next to that, the desired situation of the employees is determined via interviews. It turns out that the company's ambition is to get project simulations out of 4D-planning methods in the course of 2018. The benefits of these simulations are that, even before one starts a specific construction project, it will be possible for the company to determine an optimal construction routine, which will in turn reduce failure costs and shorten the corresponding construction time. From our interviews with current employees, it can be concluded that a visualization tool will definitely offer the best insight to them, and that the software must be simple, workable and user-friendly.

To determine the desired situation, two test cases are conducted. Both software programs, Powerproject BIM and Synchro, were tested and the results indicate that in general, Synchro scores better than Powerproject BIM. More specifically, Synchro offers the possibility to manage the logistics on the construction side, whereas Powerproject BIM does not. However, Powerproject BIM scores better on the user-friendly side, with respect to the easiness of the software.

To conclude, our results indicate that 4D-planning should be implemented at Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV. This can be done by using the software program Synchro, since this software is likely to fit the company's policy plan of 2018 till 2020. Next to that, Synchro appears to satisfy the employees' thoughts as well. However, it is important to notice that, in order to implement Synchro successfully, also knowledge and manpower will be needed.

Leeswijzer

De scriptie is opgebouwd in verschillende deelvragen, dit vormt de structuur van de hoofdstukken. De informatie van deze deelvragen zorgt uiteindelijk voor de beantwoording van de hoofdvraag. In de scriptie is aan een individueel component gewerkt, de verdeling staat beschreven in de bijlagen (zie Bijlage XVII). Hieronder ziet u de leeswijzer, er is kort toegelicht wat het betreffende hoofdstuk bevat.

1	Inleiding	Dit hoofdstuk bevat de aanleiding van het onderwerp, de probleemdefinitie, doelstelling, deelvragen, hoofdvraag en de gebruikte methode.
2	Literatuuronderzoek	Dit hoofdstuk vormt het theoretisch kader van BIM, Lean en 4D-planning. Dit omvat de basisinformatie van ons onderzoek.
3	Huidige situatie	De huidige situatie van BIM, Lean en plannen binnen Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV wordt beschreven in dit hoofdstuk.
4	Technische mogelijkheden	Dit hoofdstuk is opgesplitst in een bedrijfsonderzoek en een softwareonderzoek van Powerproject BIM en Synchro.
5	Gewenste situatie	In dit hoofdstuk wordt de ambitie en missie van het bedrijf beschreven. En de gewenste situatie van de medewerkers.
6	Software testcase	In dit hoofdstuk wordt de software Powerproject BIM en Synchro getest aan de hand van de informatie uit hoofdstuk vier en vijf.
	Conclusie	In dit hoofdstuk wordt de conclusie van ons onderzoek beschreven.
	Aanbeveling	Dit hoofdstuk bevat de aanbeveling die wij geven aan Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV.

Inhoudsopgave

Colofon.....	1
Voorwoord.....	2
Samenvatting	3
Summary.....	4
Leeswijzer	5
1. Inleiding.....	8
1.1. Aanleiding	8
1.2. Probleemdefinitie	8
1.3. Doelstelling	8
1.4. Vraagstelling	9
1.5. Methode.....	9
2. Literatuuronderzoek	10
2.1. BIM – Theoretisch kader	10
Definitie BIM.....	10
BIM levels	10
BIM in Nederland	10
2.2. Lean – Theoretisch kader	11
De geschiedenis van Lean	11
Definitie Lean	11
Lean bouwen.....	11
2.3. 4D-planning – Theoretisch kader	12
Betekenis 4D-planning	12
Software.....	12
3. Huidige situatie Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV	13
3.1. BIM bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV	13
Software.....	14
3.2. Lean bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV	14
Samen Slimmer Bouwen.....	14
Procesverbetering	15
3.3. Huidige planningen bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV	15
Software.....	16
4. Technische mogelijkheden.....	17
4.1. Bedrijfsonderzoek	17
4.2. Powerproject BIM.....	18
Elecosoft BV.....	18
Powerproject BIM.....	19
Trainingen.....	19
4.3. Synchro	19

Synchro Software	19
Trainingen	20
5. Gewenste situatie.....	21
5.1. Ambitie en missie Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV.....	21
5.2. Medewerkers Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV	21
Planvoorbereiding	22
Calculatie	22
Werkvoorbereiding	22
Inkoop	23
Uitvoering	23
Projectleiding.....	23
Software wensen.....	23
5.3. Eisen en wensen.....	25
Eisen.....	25
Wensen.....	25
6. Software testcase.....	26
6.1. Powerproject BIM.....	26
6.2. Synchro	28
Conclusie	31
Methodologische verantwoording	31
Aanbeveling	32
Korte termijn.....	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
Lange termijn	32
Afdelingsplan.....	32
Organisatieverandering	32
Vervolgonderzoek	33
Bibliografie	34
Bijlagen	36

1. Inleiding

1.1. Aanleiding

Zoekende naar een afstudeeronderwerp met interesse voor BIM, Lean, plannen en innovatie bracht ons bij het onderwerp 4D-planning. Het gekozen onderwerp sloot aan op de missie van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV:

“De missie van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV is om in de regio de meest vernieuwde innovatieve zelf ontwikkelende bouwer en werkgever te zijn en te blijven.”

Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV werkt al een gehele tijd met BIM (Bouw Informatie Management). De volgende stap om de missie te behalen, is om de modellen verder te optimaliseren. Als de tijd gekoppeld wordt aan het 3D-model, wordt het 4D-planning genoemd.

1.2. Probleemdefinitie

In de huidige situatie van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV plannen ze aan de hand van normen, ervaring en op gevoel. Op dit moment is de kwaliteit van de planningen voldoende binnen het bedrijf. Echter zou het een toegevoegde waarde zijn om het 3D-model te koppelen aan de planning. Er wordt meer inzicht gecreëerd en potentiële problemen kunnen eerder herkend worden, zo wordt er efficiënter gewerkt.

Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV wil graag innoveren in 4D-planning, dit hebben ze nog niet geïmplementeerd maar de mogelijkheid is wel aanwezig binnen het bedrijf. Dit staat ook beschreven in het Beleidsplan 2018-2020 van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV:

“Het doel van het 4D-planning is om in 2018 simulaties te kunnen draaien van een project alvorens het in uitvoering te nemen zodat we de meest optimale bouwrouting vast kunnen stellen, faalkosten verder afnemen en de bouwtijd verkort kan worden.”

Echter is er nog niet bekend hoe 4D-planning in de huidige processen gaat passen en met welke software 4D-planning geïmplementeerd wordt bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV. Deze problematiek leidt tot de volgende hoofdvraag: *‘Op welke wijze kan er door middel van BIM en Lean, 4D-planning worden geïmplementeerd bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV?’*

1.3. Doelstelling

Het onderzoek heeft als doel het verkrijgen van kennis en inzicht over 4D-planning. Wij willen in deze afstudeerperiode een advies uitbrengen aan Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV. Welke organisatieverandering toegepast moet worden en met welke software het bedrijf 4D-planning kan implementeren. Aan het einde van de afstudeerperiode wordt het adviesrapport uitgebracht.

Ons doel is dat het uitgebrachte advies daadwerkelijk gebruikt wordt binnen Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV en onze afstudeerscriptie een toegevoegde waarde biedt aan de kennis over 4D-planning. Hiermee hopen wij onze studie Bouwtechnische Bedrijfskunde succesvol af te kunnen ronden.

1.4. Vraagstelling

Aan de hand van de probleemstelling is de hoofdvraag voor ons onderzoek ontstaan:

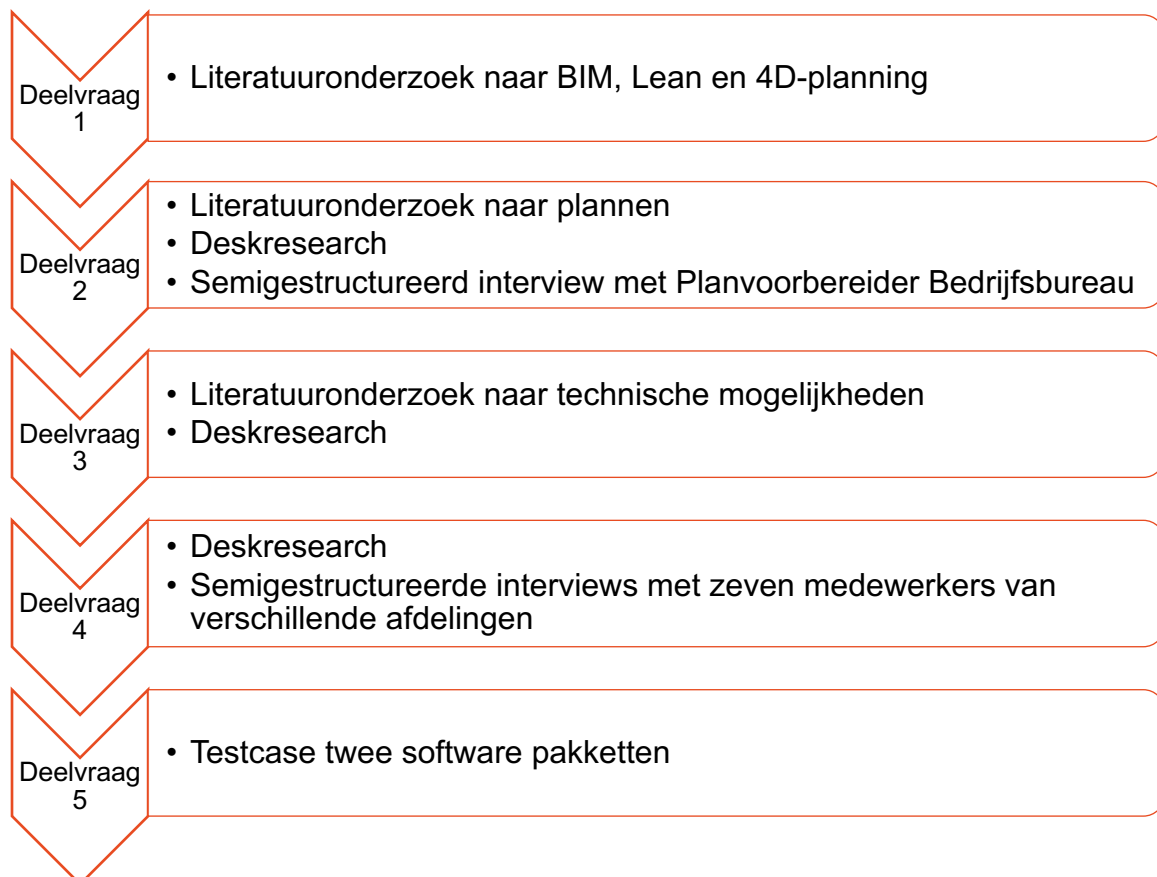
Op welke wijze kan er door middel van BIM en Lean, 4D-planning worden geïmplementeerd bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV?

Om deze hoofdvraag te kunnen beantwoorden, zijn er een vijftal deelvragen opgesteld:

1. Wat is de huidige situatie in Nederland met betrekking tot BIM, Lean en 4D-planning?
2. Wat is de huidige situatie met betrekking tot plannen gekeken naar BIM/Lean bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV?
3. Wat zijn de technische mogelijkheden binnen Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV?
4. Wat is de gewenste situatie en wat zijn de ambities van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV?
5. Met welke software kan 4D-planning geïmplementeerd worden bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV?

1.5. Methode

Deze deelvragen bepalen de opbouw van onze scriptie, per deelvraag zijn de methoden benoemd die we gebruiken om zo de hoofdvraag te beantwoorden. De semigestructureerde interviews worden afgenomen met medewerkers van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV.



2. Literatuuronderzoek

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op deelvraag 1: Wat is de huidige situatie in Nederland met betrekking tot BIM, Lean en 4D-planning?

In deze deelvraag doen we onderzoek naar de theorie van BIM, Lean en 4D-planning. Gezien BIM en Lean twee erg brede begrippen zijn, willen we dit afbakenen door te kijken naar de bouwsector in Nederland. Bij het vooronderzoek naar 4D-planning zoeken we wereldwijd informatie op, omdat dit onderwerp minder bekend is in Nederland.

2.1. BIM – Theoretisch kader

Definitie BIM

BIM is in de bouw een groot begrip geworden de laatste jaren. Er is al veel onderzoek gedaan naar BIM en heeft dan ook een diversiteit aan visies en definities. De Bouw Informatieraad (Bouw Informatieraad, 2015) definieert BIM als drie samenhangende betekenissen:

- **Bouw Informatie Model:** Een digitale representatie (3D model) van hoe een bouwwerk is ontworpen, wordt gerealiseerd en/of daadwerkelijk is gebouwd;
- **Bouw Informatie Modelling:** Hier ligt de nadruk op het proces. Het gaat om (samen)werken in bouwprojecten met behulp van digitale informatiemodellen;
- **Bouw Informatie Management:** Hier staat de informatie zelf centraal, de opbouw, het beheer en (her)gebruik van digitale bouwwerkinformatie in de hele levenscyclus van het bouwwerk.

BIM levels

Om BIM te implementeren in een organisatie heb je verschillende technieken nodig, namelijk: informatietechnologie (software), mens & cultuur, juridische processen en management & organisatie. Er bestaan verschillende levels van Bouw Informatie Management (BIM), de Bouw Informatieraad (Bouw Informatieraad, 2014) houdt de zogeheten Nederlandse BIM-levels aan, deze levels lopen van 0 tot en met 3:

- Level 0 is document georiënteerd, dat zijn losse stukken in 2D;
- Level 1 is object georiënteerd, dat zijn 3D-objecten met gekoppelde informatie;
- Level 2 maakt het mogelijk om objecten te delen in een projectomgeving met informatie, inclusief planning (4D) en kosten calculaties (5D);
- Level 3 wordt de informatie gedeeld over de 'lifecycle' in de geïntegreerde omgeving.

Het gehele vooronderzoek naar BIM is te vinden in de bijlagen (zie Bijlage II). De verschillende technieken en software van BIM implementatie worden beschreven.

BIM in Nederland

Volgens onderzoek van Bouwend Nederland en ABN Amro (Bouwend Nederland, 2012) is 8% van Nederland ervaren gebruiker met BIM en 11% beginnend gebruiker. Dat wil dus zeggen dat 80% geen BIM gebruikt volgens dit onderzoek. Uit onderzoek van BIMspecialist en SBR (Stichting RRBouw, 2012) komt dat BIM steeds meer in bedrijven voor komt.

Deze onderzoeken komen uit 2012 en zijn dus verouderd. Er is inmiddels veel veranderd en de grote bedrijven zoals Ballast Nedam, BAM en VolkerWessels hebben BIM al geïmplementeerd in hun organisatie. Kleine bedrijven lopen daarin nog achter, maar zijn er zich wel van bewust dat ze hierin mee moeten.

2.2. Lean – Theoretisch kader

De geschiedenis van Lean

Het ontstaan van Lean is begonnen bij Toyota, als het Toyota Productie Systeem. Grote aantallen geproduceerde goederen worden in dit productiesysteem geëlimineerd, de producten worden afgestemd op de vraag van de klant (Productie platform friesland, sd). In Amerika werd een onderzoek gestart na de ontwikkelingen bij Toyota. De resultaten van het onderzoek werden bekend gemaakt door James P. Womack, Daniel T. Jones en Daniel Jones. Vanaf dat moment is het snel gegaan met de verspreiding van de term Lean en vele bedrijven hebben dit opgepakt.

Definitie Lean

De definitie van Lean wordt door Lean Six Sigma (Lean Six Sigma, sd) gezien als “een managementfilosofie die focus heeft op verspilling. Bij Lean worden de menselijke capaciteiten binnen een organisatie op een slimme manier ingezet om zoveel mogelijke waarde te creëren voor de klant.” Als het succesvol ingezet wordt, leidt dat tot een efficiëntere organisatie met een constante kwaliteit en een hogere winstgevendheid. Om dat te bereiken, moet de organisatie inzichtelijk hebben wat de wensen zijn en de waarde is van de klant.

De waarde in Lean wordt altijd gedefinieerd vanuit het standpunt van de klant. Wil een activiteit waarde toevoegen, dan moet het voldoen aan de drie criteria:

- De klant moet bereid zijn om te betalen voor de activiteit;
- De activiteit moet het product of dienst op de een of andere manier transformeren;
- De activiteit moet de eerste keer correct zijn uitgevoerd (Sayer & Williams, 2009).

Activiteiten kunnen ook geen waarde toevoegen, dan zijn het verspillingen. Die verspillingen kunnen onderverdeeld worden in zeven soorten. Er zijn veel verschillende tools beschikbaar om die verspillingen te identificeren en uit je proces te halen. Voorbeelden daarvan zijn: Kaizan, Kanhan, Line Balancing, Just in Time, Two bin, Poka yoke, S5 en Smed. Toelichtingen van deze Lean methodieken zijn te vinden in de bijlagen (zie Bijlage III, Bekende Lean methodieken).

Het voordeel van Lean is dat alle energie en alle creativiteit van het bedrijf gericht wordt op het optimaliseren van alle aspecten die als waardevol worden ervaren door de klant. Zoals prijs, kwaliteit, levertijd, onderhoudskosten en milieubelasting. Het nadeel van Lean is dat er voorbereiding voor nodig is voor de invoering van een succesvol systeem. Het resultaat daarvan is namelijk niet meteen op korte termijn merkbaar. Bovendien moeten de deelnemers omschakelen van korte termijn denken naar langer termijn denken. Vaak wordt onderschat hoeveel moeite en tijd de omschakeling van de hele organisatie op een andere houding tegenover werk en bedrijf kost (Veld, 2013).

Lean bouwen

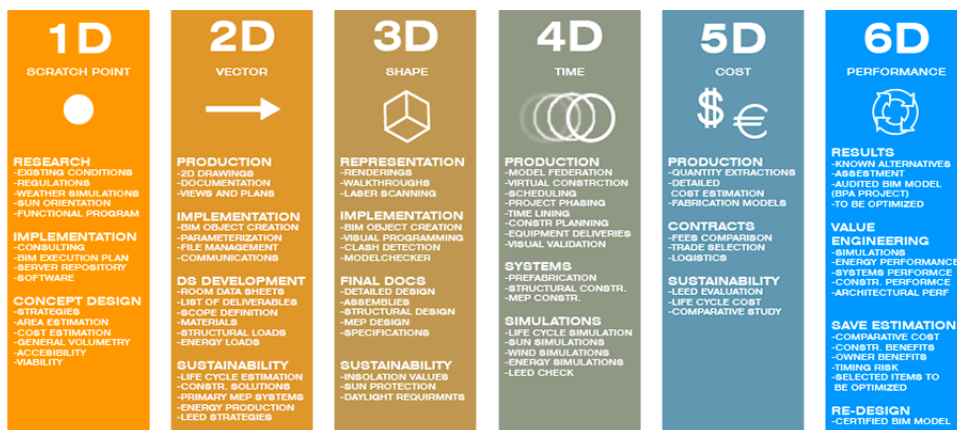
Voordat een project opgeleverd wordt, zijn er verschillende partijen bij betrokken geweest. Het bouwen en samenwerken binnen een Lean cultuur vergroot de waarde actief, brengt verspillingen terug en voorkomt faalkosten. Lean bouwen betekent dat wanneer alle processen zodanig zijn ingericht, producten en projecten met zo weinig mogelijk verspillingen gerealiseerd kunnen worden en de bouwtijd aanzienlijk korter wordt. Niet alleen een kortere bouwtijd heeft zo een voordeel voor de klant, maar uiteraard ook voor de organisatie zelf. In de bouw wordt er gebruik gemaakt van Lean planning. Dat is een methode om in overleg met onderaannemers en leveranciers tot een planning te komen, door middel van post-It's of om het digitaal vast te leggen. Het gehele vooronderzoek naar Lean is te vinden in de bijlagen (zie Bijlage III).

2.3. 4D-planning – Theoretisch kader

Betekenis 4D-planning

Als het over 4D-planning gaat, wordt er gekeken naar het Nederlandse BIM-level 2 (zie Bijlage II, BIM-levels). Het 3D-model wordt gekoppeld aan de planning, het aspect tijd wordt toegevoegd en dat maakt het 4D-planning. In onderstaand figuur 1¹ staan de verschillende BIM-dimensies (BIM 6D, sd).

We spreken over 4D als tijd toegevoegd is aan een 3D-model, 5D als de kosten zijn toegevoegd en uiteindelijk 6D als beheer en onderhoud is toegevoegd. Dit gaat steeds een stapje verder dan een driedimensionaal BIM-model waar al veel informatie aan gekoppeld is (BIM tonic, sd). Met 3D BIM was het al mogelijk om te analyseren, bewerken, beheren en samen te werken in een teamverband. Met 4D-planning kun je materieel toevoegen, de voortgang volgen en de resultaten optimaliseren. Zo kan er in een vroeg ontwerpfase al een ruwe planning opgesteld worden, dit wordt dan gebruikt om tijdens het ontwerp meer inzicht te krijgen in het project, voordat men het daadwerkelijk aan het uitvoeren is.



Figuur 1: BIM-dimensies

Het grote voordeel van 4D-planning, is dat er meer inzicht ontstaat doordat de planning gevisualiseerd wordt en hierdoor kan de planning worden geoptimaliseerd. Door de visualisatie worden knelpunten inzichtelijk en het bouwplaats management zichtbaar. Dat maakt een complexe detailplanning voor iedereen duidelijker, zowel voor de opdrachtgever als uitvoerder. Uitbreidingen, zoals een uitvoeringsplanning van de bouwplaats inclusief bewaking van mogelijke risico's, kosten, veiligheid, materieel en personeel, kan een BIM-model uitbreiden tot iets groots. Verdere informatie en de gebruikte bronnen van 4D-planning zijn te vinden in de bijlagen (zie Bijlage IV, Betekenis 4D-planning, Doelen).

Software

Om 4D-planning te kunnen gebruiken heb je andere software nodig dan alleen voor 3D-BIM. Er is verschillende software voor 4D-planning: Vico Office, Synchro Software, Powerproject BIM, Autodesk Navisworks Manage, Pix4D, Ceapoint Desite MD en Visual5D. Deze software wordt verder uitgelegd in de bijlagen (zie Bijlage IV, Software).

In dit hoofdstuk is literatuuronderzoek gedaan, er is antwoord gegeven op de deelvraag: Wat is de huidige situatie in Nederland met betrekking tot BIM, Lean en 4D-planning?

Door middel van dit vooronderzoek hebben we kennis opgedaan van de drie bovenstaande onderwerpen. Dit gebruiken we om de huidige situatie binnen Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV in kaart te brengen in het volgende hoofdstuk.

¹ BIM Dimensions van website BIM 6D

3. Huidige situatie Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV

In de vorige deelvraag is de huidige situatie van BIM, Lean en 4D-planning in Nederland beschreven. In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op deelvraag 2: Wat is de huidige situatie met betrekking tot plannen gekeken naar BIM/Lean bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV?

Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV wil zich graag verder ontwikkelen en is dus veel bezig met BIM, Lean en ketensamenwerking. Meer informatie over innovatie binnen Van de Ven Bouw & Ontwikkeling komt aan bod in hoofdstuk 5 Gewenste situatie.

Het is noodzakelijk om eerst te bekijken op welk level Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV op dit moment is met BIM en Lean, voordat we kunnen gaan specificeren op 4D-planning. Volgens Hugo van Boxmeer, manager 'Samen Slimmer Bouwen' en innovatie van VolkerWessels, is Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV nu vooral bezig met BIM. Je zou kunnen zeggen dat ze op gebied van samenwerken en ontwikkeling op level 2 zitten met BIM, daarnaast op level 1 als het om Lean gaat en nog op level 0 van ketensamenwerking. Het streven is om dit over een aantal jaar allemaal op level 3 te hebben. Er is gekeken naar de Nederlandse BIM-levels (zie Bijlage II, BIM-levels), deze BIM-levels worden ook gehanteerd binnen VolkerWessels.

3.1. BIM bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV

In het theoretisch kader van BIM, zie hoofdstuk 2.1, zijn drie definities beschreven van BIM. Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV gebruikt de definitie Bouw Informatie Management, deze definitie zullen wij dan ook in onze scriptie hanteren. Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV is met BIM deels op level 2, ze delen BIM-objecten en hebben de kosten gekoppeld aan het model. De ontwerpende partijen maken een eigen 3D-model en deze worden via de Cloud met elkaar gedeeld. Op deze manier kan iedereen zelf de verschillende IFC (Industry Foundation Classes) bestanden toevoegen in zijn/haar eigen model, zo werken ze samen aan een project. Binnen Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV gebruiken ze de BIM basis ILS (Informatieleveringsspecificatie). Dit is een basisstructuur voor hoe je informatie met elkaar kan uitwisselen, de informatie wordt gestructureerd en eenduidig uitgewisseld tussen verschillende partijen (BIM Lokaal). De vervolgstap in BIM level 2 is om betrouwbare begrotingen en plannen te creëren uit deze modellen. En uiteindelijk de informatie te delen over de 'lifecycle' in een geïntegreerde omgeving.

Bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV werken ze nu ongeveer 5 jaar met BIM, er zijn ook BIM-rollen ontstaan bij de medewerkers. Zo zijn er twee innovatiemanagers en een BIM-procesmanager. De BIM-procesmanager (Dhr. Martijn van de Berg) zit in de beginfase van het project bij de planvoorbereiding om zo het model te optimaliseren. Daarnaast zijn de innovatiemanagers (Dhr. Alex van Hulten en Dhr. Sander van Remortel) continu op zoek naar verbeteringen met betrekking tot techniek, processen en methodieken. Zij zitten ook in diverse werkgroepen van VolkerWessels als vertegenwoordiger. Tot slot is er een uitvoerder (Dhr. Dennis van Boxel) die BIM in de uitvoering begeleidt.

Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV heeft BIM-projecten. Dit houdt in dat onderaannemers en leveranciers producten aanleveren in 3D, het streven is om alleen samen te werken met partijen die ook met BIM werken. Bij kleinere projecten in de praktijk gebeurt dit echter niet altijd. Dit wordt in de contractfase met elkaar afgesproken.

Tijdens de planvoorbereiding worden alle projecten tegenwoordig opgezet in BIM, ze proberen zo vroeg mogelijk in het proces te starten met de modellen op te zetten. Meestal wordt er in de DO (Definitief Ontwerp) fase gestart met de modellen opbouwen, dat doen ze

door een kick-off te houden met het ontwerpteam. Daarna komen ze wekelijks bij elkaar tot dat het ontwerp compleet is. Tijdens de planvoorbereiding probeert de werkvoorbereiding bij de eerste modelcheck al mee te kijken, om zo het model passend te maken om ermee te kunnen werken in een later stadium. Bijvoorbeeld door standaard details te bepalen waar toleranties en uitgangspunten vaststaan, ook naar onderaannemers/leveranciers toe, zodat dit in een later stadium niet gewijzigd hoeft te worden. Als dat niet gebeurt, komen ze er tijdens de werkvoorbereidings- en uitvoeringsfase achter dat het model niet compleet is en dan kost het veel tijd om het model aan te passen.

Nadat het model 'bevroren' is vanuit de planvoorbereiding, wordt het overgedragen aan de werkvoorbereiding. Dit wordt op uitvoeringsniveau gebracht door de werkvoorbereiding in overleg met een uitvoerder. Voor de werkvoorbereiders is werken met 3D veel sneller dan 2D-tekeningen, vooral als het gaat om controleren van werktekeningen/modellen. Er kan veel informatie uit het model gehaald worden en zo wordt het gebouw al vroegtijdig een keer digitaal gebouwd. Zo worden de clashes die voorkomen in het model gezien voordat het uitgevoerd is, dit bespaart faalkosten.

Software

Het bedrijf werkt op dit moment zelf met verschillende BIM-software: Autodesk Revit, SketchUp Pro, Solibri Model Checker en Vico Office.

Bij planvoorbereiding wordt gewerkt met ontwerppartners zoals architect, constructeur en installatieadviseur. Zij tekenen tegenwoordig allemaal in Revit (3D), de planvoorbereiding maakt vaak in het begin een massa-studie in SketchUp, dit is nog geen definitief ontwerp maar geeft meer inzicht in de functionele mogelijkheden van het gebouw. Om bijvoorbeeld naar de opdrachtgever toe een beeld te schetsen van de bouwmethoden.

Werkvoorbereiding werkt regelmatig met Solibri Model Checker, ze gebruiken het om de clashes uit het model te halen en het gebouw van te voren al te bouwen om zo mogelijke fouten eruit te halen. Als leveranciers engineeren in 3D, dan kan dat specifieke model ingeladen worden in het totale model van de architect, constructeur en installateur. Zo wordt het totaal gevisualiseerd en kun je de producten sneller controleren. Daarnaast zijn er steeds meer uitvoerders die een doorsnede maken van het model om meer inzicht te krijgen van het gebouw.

De afdeling calculatie is op dit moment druk bezig om Vico Office te implementeren bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV. Ze gaan dit programma gebruiken voor de kostencalculatie, de hoeveelheden zijn al ingevoerd in de software en er zijn al verschillende testen mee gedaan binnen Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV. De testcase is positief ervaren en de cursussen voor de werknemers zijn al ingepland.

3.2. Lean bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV

Samen Slimmer Bouwen

Binnen VolkerWessels hebben ze een programma ontwikkeld genaamd 'Samen Slimmer Bouwen' (SSB), een onderdeel daarvan is Lean. Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV valt onder VolkerWessels en zij werken ook mee aan dit programma. De doelstelling van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV sluit daar ook op aan:

“Door Samen Slimmer Bouwen kunnen we onszelf voortdurend verbeteren en vernieuwen. Hierdoor realiseren we het beste resultaat voor onze klanten, partners en medewerkers.”
(Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV, sd)

Samen Slimmer Bouwen is een manier van doen en denken, alles wat ze deden in de bouw was goed maar het kan altijd beter. Bewust zijn van wat er gebeurt en de nieuwste technieken inzetten. In de bouw bestaan een aantal Lean methodieken om de faalkosten terug te dringen, want uiteindelijk zijn faalkosten de grootste verspilling in de bouw volgens VolkerWessels. Bij Samen Slimmer Bouwen willen ze de Lean methodieken samen brengen en de zaken optimaliseren (Samen Slimmer Bouwen, sd).

Procesverbetering

Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV is een innoverend bedrijf, ze zijn continu bezig om het gewenste niveau te bereiken op gebied van samenwerking en ontwikkeling. In het kader van procesverbetering hebben ze het interne proces vastgelegd. Het proces is aan de hand van Value Stream Map (VSM) beschreven op een lange rol papier in volgorde van de processen, om zo een duidelijk beeld te creëren. De 'onnodige' handelingen uit het proces worden geëlimineerd en dit verbetert uiteindelijk de waarde voor de klant.

Bij VSM lopen de waarde stromen van SO (schetsontwerp) tot uitvoeringsgereed. Hieruit worden een aantal speerpunten bepaald om het bedrijfsproces verder Lean te ontwikkelen en de doorlooptijd verder in te korten. In de huidige situatie wordt Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV geconfronteerd met het doorschuiven van projecten waardoor een discontinuïteit ontstaat in de uitvoering.

De conclusie van de rol papier en de besprekingen is: dat de helft van het volledige proces verspillingen zijn en geen of weinig klantwaarde hebben. Om het intern proces te verbeteren, hebben ze bij elke afdeling een persoon uitgekozen die zich specifiek wil inzetten voor ontwikkeling, samen vormen zij het verbeterteam.

Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV heeft het programma KYP geïmplementeerd binnen het bedrijf. KYP is een programma dat Lean sessies digitaliseert, daarnaast is het een communicatie middel. De betrokkenen hebben altijd en overal online informatie over de stand van de planning en wat er verwacht wordt op welke locatie (KYP, sd). Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV past KYP nog niet bij elk project toe, maar in de toekomst willen ze alle Lean sessies digitaliseren.

3.3. Huidige planningen bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV

In het onderzoek naar de huidige situatie van 4D-planning bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV is er gebruik gemaakt van een semigestructureerd interview. Er is één interview gehouden met de planner van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV, Dhr. Arnold van de Huijgevoort. In de bijlagen (zie Bijlage V) staat de gebruikte vragenlijst en het uitgewerkte interview.

Volgens Arnold (zie Bijlage V, Algemeen) is zijn voornaamste taak om een planning op te stellen die zo goed mogelijk klopt met het project, zodat er een scherpe bouwtijd uitkomt en dus ook een scherpe prijs. Hij maakt verschillende soorten planningen en houdt rekening met of kritische leveringen haalbaar zijn, bepaalt de bouwmethode, kijkt naar de bouwplaats kosten en bekijkt de tijd waarin het wordt gemaakt.

De planningstechniek die Arnold gebruikt voor de planningen is van H.A.J. Flapper. Volgens H.A.J. Flapper (Flapper, 2004) is plannen het formuleren van doelstellingen die in de toekomst verwezenlijkt moeten worden, het bestuderen van de mogelijkheden om deze doelstellingen te bereiken en het vaststellen van de maatregelen die genomen moeten worden. Omdat het bouwproces steeds complexer wordt, is het noodzakelijk dat bij de voorbereiding en uitvoering van een bouwproject de factoren bouwtijd en bouwkosten beheersbaar blijven. Die beheersbaarheid is alleen mogelijk met een plan waarin het

analyseren, vooruitdenken en beslissen centraal staat. De resultaten van het plannen worden vastgelegd in een tijdsschema. Het tijdschema en de verdere uitleg van de planningstechniek staat in de bijlage (zie Bijlage VI).

In de VO (voorlopig ontwerp) fase maakt Arnold een algemeen tijdschema, gegevensbehoefte en een inkoopschema. Na het tekenen van de werkovereenkomst wordt er een interne overdracht ingepland met het projectteam. Na deze overdracht is er nog een doorloop in de schema's.

Volgens Arnold is hij ongeveer drie dagen bezig met de planningen van een gemiddeld project. Hij gebruikt daarbij een standaard onderlegger in het programma Asta Powerproject. De gegevens die worden ingevuld in de planning zijn op basis van zijn ervaring en kerngetallen. Bij een uitzonderlijk aspect in een gebouw benaderen ze een specialist voor de bouwtijd en werkzaamheden. Arnold is de enige in het bedrijf die de overallplanningen opstelt, hij ervaart dat positief. Hij heeft veel overleg met het projectteam over de planning in verschillende fases en dat verloopt goed. De uitvoerders zetten de planning niet mee op in het voortraject, omdat ze vaak geen tijd hebben, dus dan heeft hij vooral contact met de projectleider. De 6-weeken planning maakt de uitvoerder zelf, op Asta Powerproject of in Excel. Er zit nu nog veel verschil in de werkwijze van de uitvoerders qua planning, dit zou anders kunnen.

Software

De software waar de huidige planningen mee worden gemaakt is Asta Powerproject. Dit programma is makkelijk en eenvoudig in gebruik, door middel van een paar klikjes kan je gemakkelijk de stroken verschuiven en het programma schuift automatisch de gelinkte stroken mee. Er kunnen selecties worden gemaakt, zodat alleen de relevante delen van een planning toonbaar gemaakt kan worden. Zo kan je ook terugkerende taken op een regel plaatsen in de planning, dat bespaart ruimte in je planning (Elecosoft Asta Powerproject).

Een Asta planning heeft volgens Arnold (zie Bijlage V, Huidige situatie) het voordeel dat je een (digitale) standlijn in de planning kunt trekken, zodat je kunt zien hoe je ervoor staat en dat maakt het werkbaar. Ook een voordeel volgens Arnold is dat "Het gegevensbehoefteschema en inkoopschema gekoppeld is aan het hoofdschema. Als het algemeen tijdschema opschuift, schuiven automatisch de andere schema's ook mee. Dat zijn functionaliteiten die ik belangrijk vind dat ze in de software zitten."

Volgens Arnold zijn er functies in Asta Powerproject die nog niet gebruikt worden binnen Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV. Je kan bijvoorbeeld in dit programma de planningen linken aan een 3D-model, dit gebruikt Arnold nog niet.

In dit hoofdstuk is de volgende deelvraag onderzocht: Wat is de huidige situatie met betrekking tot plannen gekeken naar BIM/Lean bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV?

Bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV wordt er op dit moment gepland met de software Asta Powerproject. De overallplanning wordt opgesteld door één persoon binnen het bedrijf, dit doet hij op basis van zijn ervaring en kerngetallen. Nu de huidige situatie in kaart gebracht is, worden de technische mogelijkheden in hoofdstuk 4 onderzocht, hier is rekening gehouden met de gewenste situatie.

4. Technische mogelijkheden

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op deelvraag 3: Wat zijn de technische mogelijkheden binnen Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV?

In deze deelvraag wordt er gekeken naar de mogelijkheden bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV en doen we onderzoek naar de technische mogelijkheden van de software. Dit doen we door onderzoek te doen bij het bedrijf en informatie op te vragen bij softwarebedrijven over de betreffende software. Er zijn diverse mogelijkheden met 4D-planning zoals verschillende software maar ook verschillende methoden van plannen. Het is belangrijk dat de wensen en doelen goed afgestemd worden op de technische mogelijkheden. In de techniek is alles mogelijk, maar het gaat ook om de mensen achter de techniek.

4.1. Bedrijfsonderzoek

VolkerWessels is een van de grootste bouwconcerns van Nederland, zij hebben een grote invloed op innovatie en software ontwikkeling. VolkerWessels heeft een nieuwe eigen onderneming genaamd: DigiBase. De rol van deze onderneming is, alle ondernemingen en medewerkers binnen VolkerWessels te ondersteunen en te begeleiden daar waar nodig, op het gebied van digitaal bouwen. DigiBase gaat de ondernemingen van VolkerWessels onderzoeken en analyseren op basis van digitaal bouwen. De transitie naar 100% digitaal bouwen en ontwikkelen en daarnaast het lerend en innoverend vermogen te vergroten. Het doel van DigiBase is om eind 2018 alles digitaal te bouwen binnen VolkerWessels. Wij hebben contact gehad met DigiBase en hebben ons doel van dit onderzoek besproken, dit sluit goed aan op de mogelijkheden binnen VolkerWessels.

Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV is deels afhankelijk van keuzes die VolkerWessels maakt. Er zijn verschillende softwarepakketten waar mee gewerkt kan worden of waar al mee gewerkt wordt binnen VolkerWessels. De mening van VolkerWessels moeten wij meenemen in ons onderzoek, want zij bepalen wat er mogelijk is binnen Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV. Dit heeft bepaald dat Powerproject BIM, Synchro en Vico Office wordt meegenomen in ons onderzoek. Naast 4D-planning is Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV op meer gebieden bezig met innoveren, namelijk op digitaal samenwerken en Lean. De software die ze daarvoor gebruiken is: Trimble Connect en KYP. Deze worden hieronder toegelicht.

Trimble Connect is een platform om vanaf ontwerpfase tot en met oplevering samen te werken aan BIM-projecten. Het is een samenwerkingsplatform in de Cloud, die diverse disciplines met elkaar verbindt en de communicatie stroomlijnt. Projectleden hebben vanaf elke locatie op elk gewenst moment toegang tot relevante en actuele informatie via laptop, pc, tablet of een digiboord (Trimble Connect, sd). DigiBase wil deze software doorvoeren binnen VolkerWessels.

KYP (Keep Your Promise) is een software voor Lean plannen, je kan geheel volgens de Lean planningsprincipes plannen. Het programma is gericht op communicatie tussen iedereen die bij een project betrokken is. Zo heeft iedereen altijd en overal online informatie over de stand van de planning en wat er verwacht wordt op welke locatie. KYP communiceert met Microsoft Project en Asta Powerproject, stelt documenten beschikbaar en integreert met ED Controls (KYP, sd). ED Controls is een applicatie waarmee je de kwaliteit op de bouwplaats kunt bewaken.

Vico Office is een calculatiesoftware, met deze software kan je hoeveelheden bepalen en calculeren. Dit kan handmatig, vanaf 2D en automatisch vanuit 3D. Er zit een

planningsmethode in de software, die planningen en simulaties kan maken vanuit de calculatiegegevens (Vico Office, sd). Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV is op dit moment druk bezig om Vico Office te implementeren (zie hoofdstuk 3.1, Huidige situatie BIM). De eenheden zijn ingevoerd in Vico Office en ze kunnen nu met de software gaan calculeren en hoeveelheden bepalen. Het is noodzakelijk dat de bouwkosten optimaal zijn ingevoerd, voordat de planning uit die data kan worden gehaald. Dit moet eerst gaan leven binnen het bedrijf, voordat de volgende stap in de software gemaakt kan worden. Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV denkt dat dit minimaal twee jaar duurt. Door deze reden bakenen we ons onderzoek af, we focussen ons op Asta Powerproject en Synchro en niet op Vico Office.

Daarnaast gaan we de technische mogelijkheden van 4D-planning in ons onderzoek af bakenen, door alleen te kijken naar het doel en de gewenste situatie van het bedrijf. Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV heeft bij 4D-planning als doel de balkjes van de planning te koppelen aan het 3D-model en om de planning te visualiseren om een duidelijk beeld van de bouw en logistiek te creëren voor verschillende afdelingen in het bedrijf en betrokkenen van het project. Zo kan bruikbare informatie uit de 4D-planning worden gehaald en wordt het gebruikt voor werkzaamheden. Hieronder worden de technische mogelijkheden beschreven van de software: Powerproject BIM en Synchro. De focus wordt gelegd op het hierboven beschreven doel.

4.2. Powerproject BIM

In het theoretisch kader van 4D-planning (zie Bijlage IV, software) is kort beschreven wat Powerproject BIM kan. In dit hoofdstuk verzamelen we meer informatie over de betreffende software.

Elecosoft BV

Asta Powerproject is een planningsoftware die de fases van een bouwproject kan plannen en managen. Op dit moment gebruikt Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV het programma Asta



Figuur 2: Logo Asta Powerproject

Powerproject, zie figuur 2², om planningen in op te stellen en te bewaken. Eind 2015 is Asta Powerproject 13 beschikbaar in Nederland. Versie 13 van Asta Powerproject is een geoptimaliseerde versie van bestaande functionaliteiten van het programma. Het bedrijf CTBxRM, een business partner van Elecosoft, heeft deze functies inzichtelijk gemaakt, verdere informatie hierover kunt u in de volgende bron vinden (Wortman, Wat is er nieuw in Asta Powerproject 13, 2015). Deze versie maakt het mogelijk om extra modules aan het programma te koppelen zoals: Risicoanalyse en BIM (CTB xRM, 2018). De BIM-module is interessant voor ons onderzoek, dit komt verder aanbod op de volgende pagina.

Asta Powerproject is een programma van Elecosoft, een bedrijf uit Engeland die meerdere software heeft ontwikkeld namelijk (Elecosoft, sd):

- **Asta Powerproject:** Volledige planningsoftware
- **Powerproject BIM:** Module voor 4D-planning;
- **Powerproject Enterprise:** Real time projectgegevens delen met een team;
- **Site Progress Mobile:** Mobiele app voor de projectvoortgangsrapportage;
- **Easyplan:** Eenvoudige planningstool voor kleine projecten;
- **TILOS:** Tijdslocatieplanning gekoppeld aan 2D-tekeningen.

² Logo Asta Powerproject van Elecosoft

Naast de softwareontwikkeling Powerproject BIM, bieden ze ook deze software: Bidcon, Interiormarket, Arcon Evo, 02c, Staircon, Framing, Statcon, IconSystem en Marketingmanager (Elecosoft, sd). De ontwikkelaar biedt alle oplossingen betreft BIM. Door combinaties te maken van de bovenstaande softwareproducten, kunnen schema's gekoppeld worden aan 3D-modellen, tijd, kosten en beheer en onderhoud. Zo wordt er een 6D BIM-omgeving gecreëerd.

Powerproject BIM

Hetgeen waar wij ons op focussen is Powerproject BIM, deze module zou de oplossing kunnen zijn voor ons onderzoek. Met deze module kun je de taken van de planning verbinden aan het 3D-model. De planning en het 3D-model worden naast elkaar getoond, dat geeft meer inzicht en overzicht aan het project en dat vermindert faalkosten (Wortman, Asta Powerproject 13 en BIM-module beschikbaar, sd).

De hoofdlijn van de software Powerproject BIM is dat door visualisatie van het 3D-model, er meer inzicht en overzicht wordt gecreëerd (Elecosoft). Daardoor kan het problemen herkennen die mogelijk niet zichtbaar waren in traditionele planningen. Het bouwproces kan gevisualiseerd worden, zo kun je zien hoe het er uit ziet in verschillende stadia van een project. Dit geldt ook voor de veiligheid, je kunt per dag zien welke maatregelen je moet nemen. Daarnaast kun je de voortgang in 3D vergelijken met de planning, ook als er sprake is van een kritiek pad. In hoofdstuk 6 wordt er een testcase van Powerproject BIM gemaakt.

Trainingen

Elecosoft BV geeft verschillende trainingen, bijvoorbeeld een basis training, dat is een 1-daagse cursus over Powerproject BIM voor beginners. Er wordt ook een gevorderden training gegeven van één dag, hier worden meer mogelijkheden van de software uitgelegd. Daarnaast kunnen er trainingen op maat worden gegeven, deze zouden nodig zijn voor de BIM-module (Elecosoft NL, sd). In Engeland zijn er meer trainingen mogelijk, daar wordt een training gegeven over BIM 'Introduction to Powerproject BIM'. Deze duurt één dag en is bedoeld voor gevorderde Asta gebruikers, die het 3D-model aan de planning willen gaan koppelen. Je leert ook hoe er 4D-simulaties gemaakt kunnen worden en hoe je met het IFC bestand moet omgaan (Elecosoft UK, sd). Deze trainingen kunnen ook in Nederland gegeven worden. Voorheen was CTBxRM een business partner van Elecosoft, zij leverden diensten zoals trainingen in Asta Powerproject. Begin 2018 is dit volledig overgenomen door Elecosoft BV.

4.3. Synchro

Synchro Software

Synchro³ kan gebruikt worden in verschillende sectoren: bouw, wegenbouw, waterbouw en werktuigbouw. Als er 3D-modellen beschikbaar zijn, kan Synchro een toegevoegde waarde bieden. In de bouw wordt Synchro beschreven als:

"Aannemers onderbouwen met indrukwekkende 4D-animaties projectstrategieën richting de opdrachtgever. Na een succesvolle pitch wordt Synchro ingezet om de daadwerkelijke uitvoering voor te bereiden. Risico's worden inzichtelijk en er kan worden gestuurd op veiligheid, kwaliteit en kosten op basis van een generale digitale repetitie. Tijdens de uitvoering wordt het 4D-model ingezet voor de voortgangsregistratie en bijsturing van het project" (Synchro4d, sd).



Figuur 3: Logo Synchro Software

³ Logo Synchro van Synchro Software

Er bestaan verschillende pakketten van Synchro (Synchro):

- **Synchro Pro:** Algemeen pakket, meest gekozen programma binnen Synchro;
- **Synchro Workgroup Project:** Real time samenwerken;
- **Synchro SITE:** Programma voor op de tablet/smartphone;
- **Synchro Open Viewer:** Een Synchro viewer;
- **Synchro Scheduler:** Zonder 3D visualisatie;
- **Synchro Iray Rendermodule:** Voor een betere visualisatie.

Met Synchro SITE beschikken projectleiders, uitvoerders en opzichters, van een project op de bouw, over relevante projectgegevens. Zij kunnen op de bouw, bijvoorbeeld op een tablet, de stand en de kwaliteit van het werk registreren. Daarnaast kunnen er notities worden gemaakt over de kwaliteit, schade en opleverpunten waar gemaakte foto's aan gekoppeld kunnen worden. Synchro SITE synchroniseert met Synchro PRO waardoor op het kantoor de doorgerekende planning te zien is.

In het onderzoek naar de technische mogelijkheden van Synchro hebben we contact gezocht met Oadis BIM adviseurs. Zij zijn de enige business partner van Synchro in Nederland, België en Duitsland. Wij hebben contact gehad met Dhr. Stephan Klotz, hij is werkzaam bij Oadis BIM adviseurs. Volgens Stephan zijn er veel technische mogelijkheden met Synchro. Op het moment schaffen veel bedrijven de software aan, maar zijn ze niet goed voorbereid op wat ze er mee willen bereiken. De visualisatie in Synchro is makkelijk te verwezenlijken, maar andere mogelijkheden moeten verder worden onderzocht. In hoofdstuk 6 wordt er een testcase van Synchro gemaakt, om de mogelijkheden te onderzoeken.

Trainingen

Een basistraining van Synchro PRO duurt twee dagen, daarin worden de basisfuncties uitgelegd. Zoals het maken van een 4D-model, het bewerken ervan en hieruit animaties genereren. Daarnaast zijn er gevorderden trainingen van elk een halve dag, die aansluiten op de basistraining. Dit gaat over verschillende onderwerpen: projectbewaking, workgroup project, regels en rapporten, 4D-clashcontrole en kosten 5D (Synchro, sd).

Dit hoofdstuk beantwoordt de volgende deelvraag: Wat zijn de technische mogelijkheden binnen Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV?

We gaan de mogelijkheden van 4D-planning in ons onderzoek af bakenen, door te kijken naar het doel en de gewenste situatie van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV. Tijdens ons onderzoek zijn we afhankelijk van de software keuzes die VolkerWessels en Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV maakt. Dit heeft bepaald dat Powerproject BIM en Synchro wordt getest in ons onderzoek.

Beide programma's hebben veel technische mogelijkheden die overeenkomen met het doel, deze mogelijkheden worden meegenomen in de software testcase in hoofdstuk 6. Nadat we de gewenste situatie in hoofdstuk 5 in kaart hebben gebracht.

5. Gewenste situatie

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op deelvraag 4: Wat is de gewenste situatie en wat zijn de ambities van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV?

Om een beeld te krijgen van de gewenste situatie betreft plannen binnen het bedrijf, wordt de ambitie en missie van het bedrijf in kaart gebracht. Daarnaast vragen we naar de gewenste situatie bij de werknemers door middel van interviews.

5.1. Ambitie en missie Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV

Om te ondervinden wat de ambitie is binnen Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV, vragen we meer informatie op bij de directie over het beleidsplan van de komende jaren. Hierin wordt beschreven dat de nieuwbouw projecten bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV al een geruime tijd in BIM plaatsvinden. Zij zijn nu bezig om de 3D-modellen verder te optimaliseren om de vervolgstappen te kunnen zetten die noodzakelijk zijn om betrouwbare begrotingen en plannings te kunnen creëren uit deze modellen. Daarnaast willen zij in de top 3 van innovatieve bedrijven van VolkerWessels zitten.

Volgens het Beleidsplan 2018-2020 van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV: “De missie van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV is om in de regio de meest vernieuwende innovatieve zelf ontwikkelende bouwer en werkgever te zijn en te blijven.” Het is hiervoor wel noodzakelijk dat de omzet van het bedrijf op een gezond niveau blijft en het rendement verder doorgroeit, passend in de strategie van VolkerWessels. Dit gaat het bedrijf bewerkstelligen door: verdere optimalisatie van de werkprocessen binnen en buiten (VSM/Lean), implementatie van Vico Office, Virtual Reality, Augmented Reality, Mixed Reality en 4D-planning (het virtueel bouwen) in ontwerp en uitvoering. Hierdoor zal de productiviteit verder toenemen en de faalkosten afnemen.

In het Beleidsplan 2018-2020 van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV is 4D-planning specifiek benoemd: “Het doel van het 4D-planning is om in 2018 simulaties te kunnen draaien van een project alvorens het in uitvoering te nemen zodat we de meest optimale bouwrouting vast kunnen stellen, faalkosten verder afnemen en de bouwtijd verkort kan worden.” Zo wordt er efficiënter gewerkt en wordt er virtueel inzicht gecreëerd in de logistiek op de bouwplaats.

Directeur Dhr. Austin Krekels wil over één jaar 4D-planning implementeren in het bedrijf. De volgende stap is om het onderdeel logistiek toe te voegen en Reconstruct te koppelen aan 4D-planning om zo Just in Time te kunnen bouwen. Met Reconstruct kun je de werkelijke voortgang op de bouw bewaken. Door middel van camera's op de bouwplaats die samenwerken met de software van 4D-planning. Hij verwacht dat dit drie tot vier jaar gaat duren. Op dit moment zou de software het aankunnen, maar belangrijker is dat de mensen er mee moeten kunnen werken. Er zouden individuele leermethodes bedacht moeten worden, om iedereen op zijn eigen niveau te kunnen aansturen.

5.2. Medewerkers Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV

Om een duidelijk beeld te creëren van de gewenste situatie betreft plannen binnen Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV, is er gebruik gemaakt van semigestructureerde interviews met medewerkers van verschillende afdelingen. Zo wordt er een goed beeld geschetst van wat de mening is van de verschillende afdelingen over plannen en 4D-planning. In de bijlagen (zie Bijlage VII t/m XIII) staan de gebruikte vragenlijsten met de uitgewerkte interviews. Daarnaast hebben we het huidige proces van plannen inzichtelijk gemaakt in de bijlagen (zie Bijlage XIV). We hebben medewerkers met verschillende functies geïnterviewd:

planvoorbereider, hoofdcalculator, calculator, werkvoorbereider, inkoper, innovatiemanager, hoofd uitvoerder en projectleider. In deze interviews komt de huidige- en gewenste situatie naar voren, deze twee worden hieronder uiteengezet.

Planvoorbereiding

In de huidige situatie maakt planvoorbereiding een POF-planning (Project Ontwikkel Fase) in Asta Powerproject. Het zou handig zijn als planontwikkeling deze planning, in grovere vorm, al opstelt een fase eerder. Daarnaast vindt Martijn van de Berg (zie Bijlage VII) dat 4D-planning een verbetering zou zijn in deze fase, nu gebruiken ze kleine 2D-tekeningen of simpele 3D-modellen in SketchUp om de bouwsystemen inzichtelijk te maken.

De gewenste situatie zou zijn om door middel van visualisatie van tijd, dus 4D-planning, de bouwsystemen in de voorfase al in kaart te brengen. Volgens Martijn: “Het stukje visualiseren vind ik in onze fase het belangrijkste, vooral naar de opdrachtgevers toe. Zo kun je duidelijk varianten laten zien hoe we het beoogd hebben om het te gaan maken.”

De planner binnen het bedrijf, Arnold van de Huijgevoort (zie Bijlage V), valt onder de afdeling planvoorbereiding. Hij heeft zijn mening gegeven over 4D-planning: “Visualisatie vind ik belangrijk, maar ik vind het belangrijker dat er schema’s zijn waar mee gewerkt kan worden. De mogelijkheden die ASTA biedt, vind ik persoonlijk fijn werken, alleen ik weet niet precies of dit programma ook kan visualiseren.”

Calculatie

Voor afdeling calculatie is er in de begin fase nog geen specifieke planning nodig, ze hebben twee gegevens nodig: de aantal weken kraan en de totale bouwtijd. Dit doen ze aan de hand van een snelle check in een eenvoudig Excel bestand. Vanaf de DO fase wordt er pas gemoduleerd, dit zou dan verschoven moeten worden naar de SO fase, als de calculatie gebruik gaat maken van de gegevens in het model. Dit volgens Cees Prinsen en Koen Jansens (zie Bijlage VIII).

De afdeling calculatie is op dit moment bezig om Vico te implementeren binnen Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV. De hoeveelheden zijn ingevoerd in de software, dus er zou nu begroot kunnen worden met Vico. Vico kan met die hoeveelheden en gegevens uit het 3D-model een uitgebreide planning maken. De gewenste situatie van calculatie is volgens Koen: “Dat er referenties in zitten van andere projecten. Zodat we de totale bouwtijd zo precies mogelijk kunnen weten, maar op raming niveau gaat dat nog niet en dat is dan ook niet van belang.”

Werkvoorbereiding

Werkvoorbereiders zijn pas betrokken bij het project na de planvoorbereiding, zo hebben ze te laat invloed bij het bepalen van het bouwsysteem, detaillering en informatie van het 3D-model. Volgens Rob Huijbregts (zie Bijlage IX) zou het wenselijk zijn om eerder in het proces de check te doen, dan hoeft er achteraf niet veel gewijzigd te worden. Op dit moment gebruikt de afdeling werkvoorbereiding het programma Asta Powerproject om te plannen, de planning aan te passen en bewaken.

Dit programma werkt voor hen goed ook al gebruiken ze niet alle functies, visualisatie zou een toegevoegde waarde zijn voor inzicht van volgordes. Alex van Hulten heeft ervaren (zie Bijlage X) dat bij grote projecten de leesbaarheid van de bouwvolgorde onduidelijk is in een ‘normale planning’ van Asta Powerproject. De gewenste situatie zou zijn dat je werkzaamheden kan filtreren per bouwdeel/blokken en dat kan visualiseren voor meer inzicht van de routing.

Inkoop

Afdeling inkoop is vanaf de kick-off betrokken, net als de werkvoorbereiding. Zij werken niet veel met BIM op dit moment. Volgens Ben van Opstal (zie Bijlage XIII) zou dit een toegevoegde waarde zijn voor afdeling inkoop: “meer informatie in de vorm van visualisatie naar de onderaannemer/leverancier toe. En meer inzicht voor de inkoper zelf wanneer elementen nodig zijn i.v.m. de drukke markt van het moment.”

Uitvoering

Volgens Lamberto van Mook (zie Bijlage XI) is de uitvoering in de huidige situatie betrokken bij de planvoorbereiding en vaak pas later. De gewenste situatie zou zijn om al in de initiatieffase betrokken te zijn bij het project. Zo zijn vaak de IFC bestanden nog niet compleet genoeg om er daadwerkelijk praktische informatie uit te halen. Als deze input al eerder doorgegeven kan worden in het proces, kan het model compleet zijn op het juiste moment. Hetgeen wat ontbreekt volgens Lamberto: “Dat iemand het model controleert met de praktische kennis. Zo ben je betrokken en sta je sneller achter de keuzes die gemaakt zijn.”

Zelf maakt Lamberto plannings in Excel, omdat hij dat gewend is en het gemakzucht is om te beginnen met Asta Powerproject, terwijl hij er wel een cursus voor heeft gehad. Over 4D-planning is Lamberto positief: “Voor de uitvoering is het ook handig voor de visualisatie, krijg je gevoel met het gebouw en zie je de praktische dingen wat sneller.” De gewenste situatie is wel dat er een (hoofd)uitvoerder betrokken wordt bij het maken van de 4D-planning, want die moet tenslotte de routing en volgorde bepalen.

Projectleiding

De projectleiding wordt op hetzelfde moment betrokken bij een project: na planvoorbereiding. Projectleider Milan Brouwer (zie Bijlage XII) maakt de overallplanning nog uitgebreider door manuren en kraanbezetting toe te voegen. Volgens Milan: “Het is nodig om een specifiekere planning te maken om twee redenen: je geeft zelf meer inzicht in het project en naar verloop van tijd weten wij als team veel meer dan Arnold in het begin, mede door verdieping en input van onderaannemers en leveranciers.”

De gewenste situatie is om vanuit één model het algemeen tijdschema, voorbereidingsschema, detailplanning en inkoopsschema te halen en daarnaast dat je een stukje financiële bewaking en manuren bewaking kan doen. Hierdoor zit alles in één programma, kun je sneller werken en zou je een modus moeten vinden dat alle ervaringen van iedereen in de software zitten, zodat de planning altijd juist is. Wat een mooie toevoeging zou zijn op de huidige planning, buiten de visualisatie, is een extra kolom waar de gegevens van normen en ploegen staan vanuit de begroting, dan heb je heel je bewaking aan de planning hangen.

Software wensen

Om de juiste planningssoftware te gebruiken binnen Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV is de gewenste situatie in kaart gebracht. Er zijn een aantal wensen benoemd door de verschillende afdelingen over de toekomstige planningssoftware.

De afdeling planvoorbereiding vindt het belangrijk dat de planningssoftware de moeite waard is om een grote omslag te maken naar een andere software. En dat het programma simpel blijft. Zij vinden de visualisatie erg belangrijk in de voorfase, bijvoorbeeld voor de visualisatie van de bouwrouting. 4D-planning zou een toegevoegde waarde kunnen hebben voor de keuze en onderbouwing.

De afdeling calculatie zou bij de 4D-planning graag referenties erin verwerkt zien, om zo de bouwtijd preciezer te kunnen bepalen.

De afdeling werkvoorbereiding wenst verschillende punten in een planningssoftware. Zoals herberekenen, de pijltjes en balkjes aan elkaar koppelen met een bepaalde interval en in de planningssoftware een standlijn kunnen trekken. Dat er in de visualisatie bijvoorbeeld te zien is in welke fasering de vloer wordt gestort, dat je de visualisatie separaat van elkaar kan maken. Omdat de stort nog niet in de beginfase bepaald kan worden, moet het in de planningssoftware mogelijk zijn. Daardoor wordt de bouwvolgorde duidelijker. Ook moet bij grote projecten de routing van de werkzaamheden overzichtelijk zijn, werkzaamheden zouden gefilterd kunnen worden om overzicht te houden. Het zou ook handig zijn om meteen de kraaninzet ermee te bepalen en de volgorde van hijsen.

De afdeling uitvoering vindt het belangrijk dat het een gebruiksvriendelijk programma is, ze merken bijvoorbeeld bij de software Solibri dat als ze het een half jaar niet gebruikt hebben, het lastig is om er weer mee te werken. Zo ontstaat er een drempel voor het gebruik ervan. Ook moet het praktisch zijn, dat je de balkjes een kleur kunt geven om een planning overzichtelijk te maken.

De afdeling projectleiding vindt de opbouw van de huidige planning van Arnold goed. Zoals een standlijn kunnen trekken, verschil kunnen zien in activiteiten door middel van kleuren/arceringen en je moet gemakkelijk de doorlooptijd kunnen zien.

In dit hoofdstuk is onderzoek gedaan naar de volgende deelvraag: Wat is de gewenste situatie en wat zijn de ambities van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV?

De ambitie van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling is om in 2018 simulaties te kunnen draaien van een project in 4D-planning. Alvorens het in uitvoering te nemen zodat de meest optimale bouwrouting vast gesteld kan worden, faalkosten verder afnemen en de bouwtijd verkort kan worden.

Uit de semigestructureerde interviews is gebleken dat de medewerkers van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV de visualisatie het meest belangrijk vinden om inzicht te genereren. Het programma moet simpel, werkbaar en gebruiksvriendelijk zijn. In het volgende hoofdstuk gaan we een testcase uitvoeren van Powerproject BIM en Synchro.

5.3. Eisen en wensen

De wensen zijn per afdeling in kaart gebracht in hoofdstuk 5.2. Deze hebben we vergeleken met het doel uit het beleidsplan in hoofdstuk 5.1, daaruit zijn vijftien punten gekomen. We maken een onderscheid tussen eisen en wensen, omdat sommige punten meer van belang zijn zodat het geen wens is maar een eis. In overleg met Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV hebben we deze vijftien punten opgesplitst in eisen en wensen.

Planning bewaken, bouwrouting en bouwplaats logistiek zijn drie punten die in het Beleidsplan 2018-2020 van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV zijn benoemd. Uit de interviews met de verschillende afdelingen is naar voren gekomen dat iedereen de gebruiksvriendelijkheid een essentieel onderdeel vindt in de software. De overige punten behoren tot de wensen. Om de gebruiksvriendelijkheid te bepalen, zijn alle vijftien punten meegenomen. Hieronder worden de eisen en wensen die getest worden in de software testcase, zie hoofdstuk 6, opgesomd:

Eisen

- Planning bewaken;
- Bouwrouting;
- Bouwplaats logistiek;
- Gebruiksvriendelijkheid.

Wensen

- Inladen bestanden;
- 3D-koppelen aan planning;
- Standlijn trekken;
- Kleuren toevoegen;
- Balkjes achter elkaar plaatsen;
- Intervallen koppelen;
- Herberekenen;
- Planning filteren;
- Separaat maken;
- Combineren andere programma's;
- Printen.

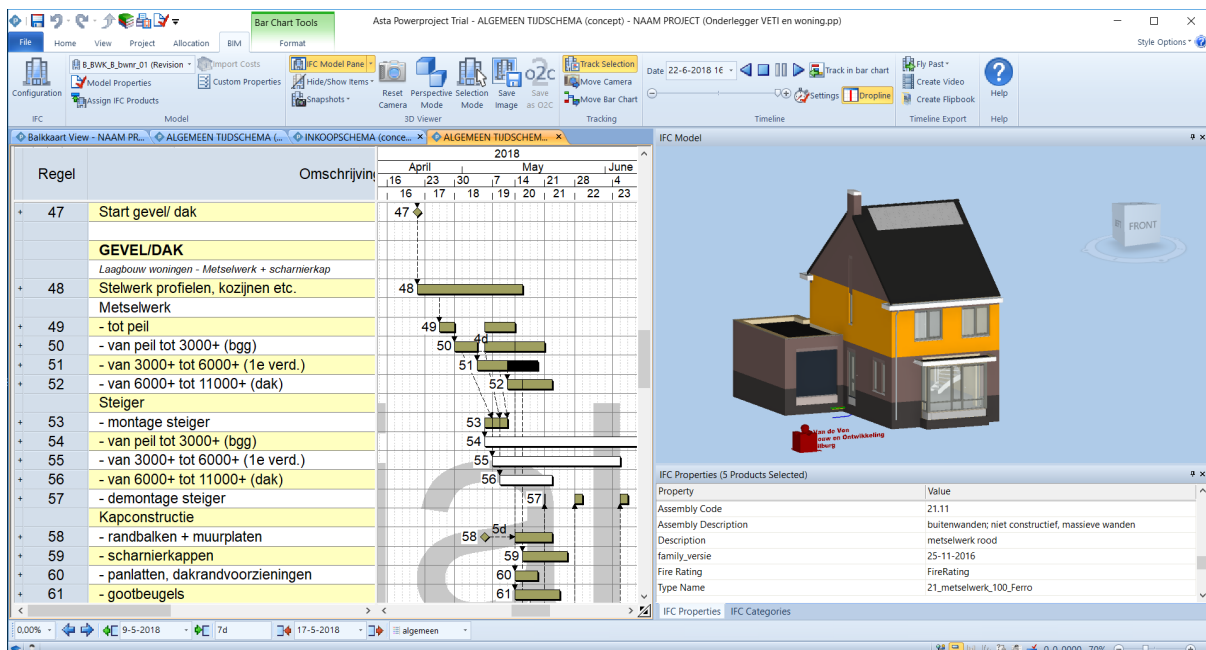
6. Software testcase

In dit hoofdstuk testen we de software Powerproject BIM en Synchro aan de hand van de informatie van de gewenste situatie en de technische mogelijkheden. Er zijn vijftien criteria ontstaan, deze zijn in hoofdstuk 5.3 in eisen en wensen opgesplitst. Aan het einde van dit hoofdstuk zijn de conclusies te vinden in tabel 1 en 2. Er wordt antwoord gegeven op deelvraag 5: Met welke software kan 4D-planning geïmplementeerd worden bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV?

6.1. Powerproject BIM

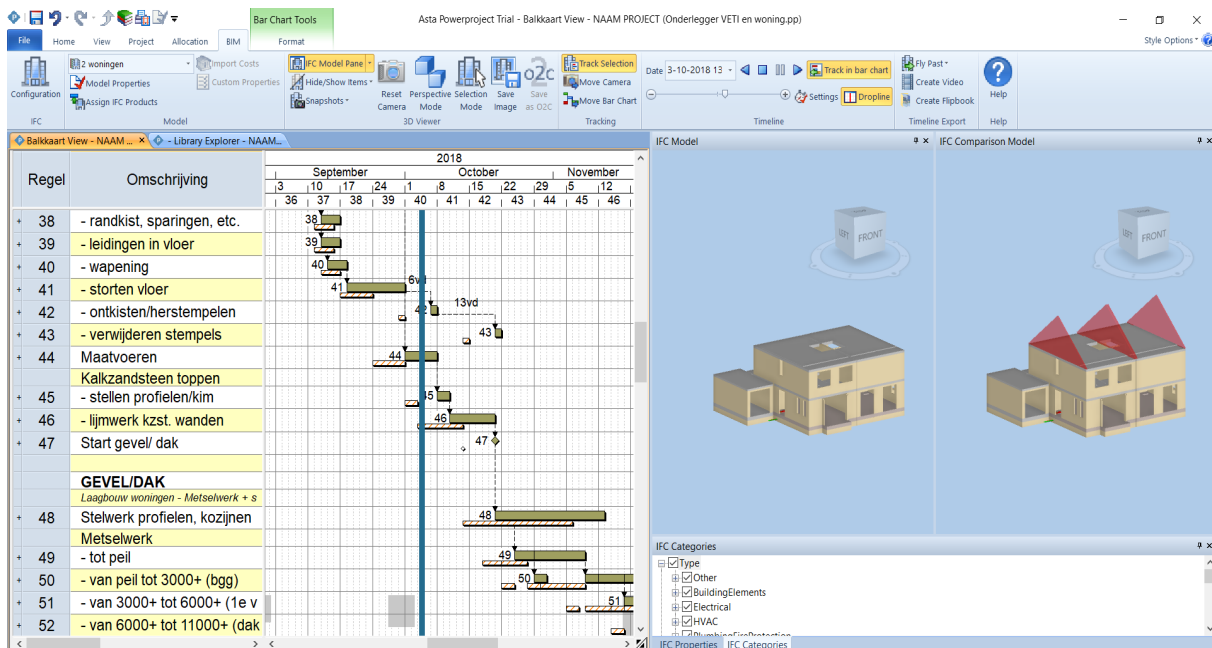
We hebben een testcase gemaakt van een twee-onder-een-kapwoning in Powerproject BIM, hieronder worden de belangrijkste punten beschreven, de volledige uitwerking is te vinden in de bijlagen (zie Bijlage XV).

Met Powerproject BIM is het mogelijk om meerdere modellen in te laden en deze te koppelen aan de planning. Het koppelen aan de planning kan op drie verschillende manieren (zie Bijlage XV, 3D-model koppelen aan planning). Daarnaast is het ook mogelijk om planningsplannen in te laden van andere planningsprogramma's. Hieronder in figuur 4 ziet u een screenshot van Powerproject BIM. Hetgeen wat oranje geselecteerd is in het model, is gekoppeld met het zwarte balkje in de planning op regel 51.



Figuur 4: Screenshot Powerproject BIM

In deze software kun je de planning bewaken door een digitale standlijn te trekken (zie Bijlage XV, Standlijn trekken). Binnen Van de Ven Bouw & Ontwikkeling wordt deze functie al veel gebruikt door het projectteam. Daarnaast kun je een baseline instellen, als nu de planning verschuift, blijft de baseline staan. Zo kun je het verschil zien tussen de 'originele' planning en de actuele planning. Het voordeel van het 3D-model is, dat de bewaking met de baseline gevisualiseerd kan worden (zie Bijlage XV, Planning bewaken). Er zijn twee schermen zichtbaar van het 3D-model, de een met de actuele planning en de andere met de baseline. Zo kun je zien of onderdelen te vroeg zijn of te laat, dit wordt zelfs met kleuren weergegeven, zie figuur 5.



Figuur 5: Bewaking planning met kritieke pad

Verder is Asta Powerproject goed met kleuren en leesbaarheid. Je kunt gemakkelijk kleuren instellen en toekennen aan balkjes (zie Bijlage XV, Kleuren toevoegen). De leesbaarheid wordt gecreëerd door balkjes die je achter elkaar kunt plaatsen (zie Bijlage XV, Balkjes achter elkaar) en gecreëerde intervallen (zie Bijlage XV, Intervallen koppelen). Nog een voordeel van het planningsprogramma is dat het kan herberekenen, als één balkje opschuift dan schuift de rest van de planning automatisch mee (zie Bijlage XV, Herberekenen).

Door visualisatie van de planning wordt de bouwrouting inzichtelijk. Bij deze testcase is gebruik gemaakt van een simpele twee-onder-een-kapwoning. Bij een groter project zou je door middel van de 'Timeline' meer inzicht krijgen in de bouwrouting die je met een 'normale' planning niet hebt (zie Bijlage XV, Bouwrouting). Daarnaast is het doel van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV om simulaties te draaien van een project om zo de optimale bouwrouting vast te stellen. Met Powerproject BIM is dit dus mogelijk. Het is nog niet mogelijk om de optimale bouwrouting te laten bepalen door het programma zelf. De gegevens dienen zelf ingevuld te worden in de software.

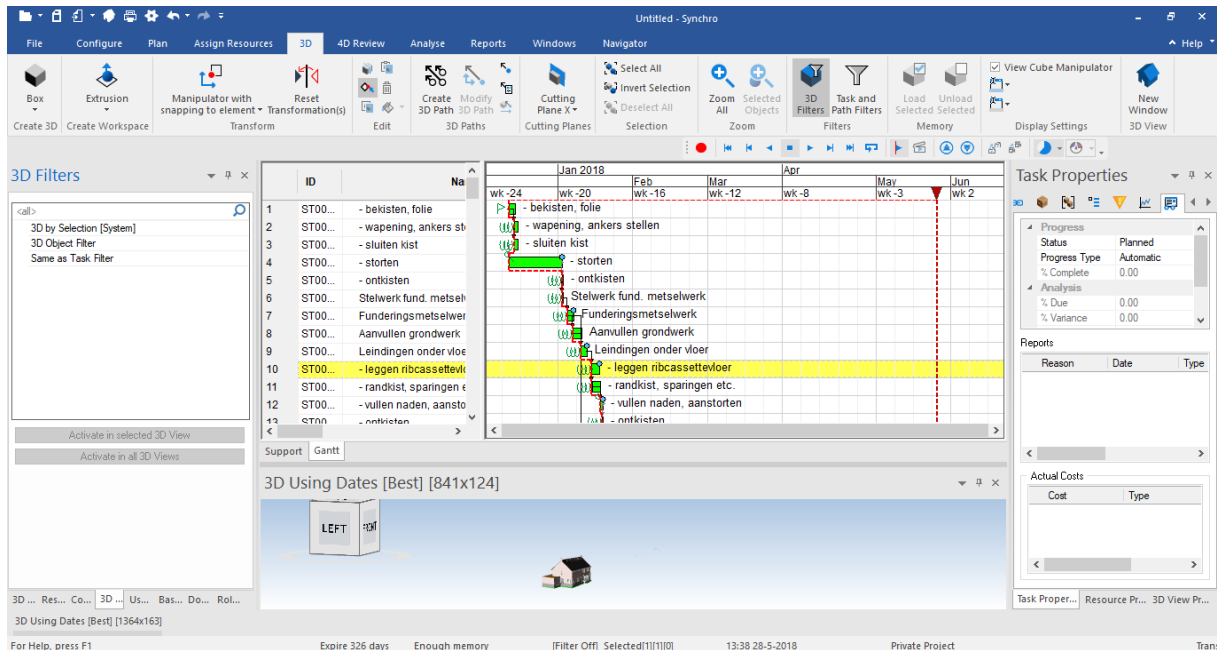
In Powerproject BIM kun je filters aanmaken in de planning en het 3D-model, zo wordt de werkbaarheid in het programma beter (zie Bijlage XV, Planningen filteren). Een wens van afdeling werkvoorbereiding is om onderdelen separaat te kunnen maken in de software (zie Bijlage X). Met Powerproject BIM kan dit erg gemakkelijk, je kunt het instellen naar je eigen wensen (zie Bijlage XV, Separaat maken). Verder is het mogelijk om materieel toe te voegen aan je bouwplaats (zie Bijlage XV, Bouwplaats logistiek). Deze software kan het materieel nog niet laten bewegen, dus je kunt bijvoorbeeld geen kraan laten draaien op je bouwplaats en daaruit een kraanschema halen.

Het programma is gebruiksvriendelijk doordat het overzichtelijk en eenvoudig te gebruiken is. Meer informatie over de gebruiksvriendelijkheid en een aantal handige functies is te vinden in de bijlagen (zie Bijlage XV, Gebruiksvriendelijkheid). Als laatste maakt Asta Powerproject het mogelijk om de planningen en het 3D-model te printen (zie Bijlage XV, Printen).

6.2. Synchro

Hieronder wordt de software testcase van Synchro beschreven, de gehele testcase is te vinden in de bijlagen (zie Bijlage XVI). In deze testcase is gebruik gemaakt van een 3D-model van een afgerond project van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV.

Hieronder een overzicht van de software Synchro, zie figuur 6. Een overzichtelijk beeld van je planning, 3D-model en de opties voor het plannen.



Figuur 6: Synchro

In Synchro kun je een scala aan programma's inladen, waaronder ook Asta Powerproject. Dat is de huidige planningssoftware bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV (zie Bijlage XVI, Inladen bestanden). De planning kan gekoppeld worden aan het 3D-model op een simpele manier (zie Bijlage XVI, Model koppelen aan planning).

Door middel van intervallen in de planning kun je herberekenen, dat geeft een voordeel om het te bewaken en voor de gebruiksvriendelijkheid van de software. Door middel van Synchro SITE kunnen projectleiders of uitvoerders op een tablet ter plaatse op de bouw de planning aanpassen. Dat kan weer herberekend worden op kantoor zodat de planning gelijk loopt met de werkelijke bouw (zie Bijlage XVI, Herberekenen).

Er zijn meerdere opties mogelijk met Synchro. Je kunt elementen filteren, filters aanmaken en toepassen op je 3D-model en in je planning (zie Bijlage XVI, Filteren). Een andere optie is dat elementen separaat gemaakt kunnen worden in Synchro, dat kan toegepast worden bij het in delen storten van een vloer. Zo hoeft niet de IFC te worden aangepast (zie Bijlage XVI, Separaat maken).

In Synchro kun je de baseline toepassen, een baseline is een eerdere (vastgestelde) versie van de planning die als een standlijn onder activiteiten van de actuele planning gezet kan worden. Als de planning tussentijds wijzigt kun je de werkelijke voortgang bewaken ten opzichte van de vastgestelde baseline (zie Bijlage XVI, Bewaking). Voor het bepalen van de bouwrouting en of bouwmethode kun je een onbeperkt aantal baselines aanmaken en animaties van scenario's ten opzichte van de bouwrouting en/of bouwmethode. Synchro kan de (alternatieve) planning niet volautomatisch doorrekenen tenzij je daar scripts voor geprogrammeerd hebt. Ook is het mogelijk om in te stellen vanaf welke kant het element zich opgebouwd, zo kun je de optimale bouwrouting ontwerpen (zie Bijlage XVI, Bouwrouting).

Bij Synchro is het mogelijk om de logistiek in het 3D-model te laden zoals de kranen, vrachtwagens en de steiger. Zo ontstaat er een totaal beeld van de bouw en wordt het virtueel gebouwd voordat ze buiten beginnen. De combinatie van 4D-planning en logistiek geeft ook een voordeel om inzicht te krijgen in de veiligheid op de bouw. Omdat je de bouw van te voren virtueel bouwt kun je gevaarlijke situaties van te voren in kaart brengen (zie Bijlage XVI, Bouwplaats logistiek).

Het is technisch mogelijk om Synchro te gebruiken in combinatie met andere programma's, zoals KYP en Trimble Connect. Dat is nog niet concreet gemaakt door Synchro maar waarschijnlijk wel in de nabije toekomst (zie Bijlage XVI, Combineren andere programma's).

De vensters in Synchro zijn gebruiksvriendelijk, je kunt ze verplaatsen en aanpassen in grootte. Verder zijn de opties in Synchro breed, er zijn veel mogelijkheden die tijdens deze software testcase niet allemaal zijn uitgewerkt. Tijdens de software testcase konden de opties op verschillende manieren uitgevoerd worden. In deze testcase is er veel gebruik gemaakt van de rechtermuisknop, dan krijg je het menu met de opties. Verder is het een software programma wat je niet kan leren in een dag, niet iedereen kan een pro zijn in Synchro (zie Bijlage XVI, Gebruiksvriendelijkheid).

Het nadeel van Synchro is dat je niet meerdere balkjes in een regel van een planning kan plaatsen. Daardoor is de planning langer dan bij een planningssoftware die dat wel kan (zie bijlage XVI, Balkjes achter elkaar zetten). Het idee van Synchro is dat er in elke keet op de bouw en op kantoor een smartboard komt te hangen, zodat de planning niet meer geprint hoeft te worden (zie bijlage XVI, Printen).

De bevindingen die in hoofdstuk 6.1 en 6.2 uiteengezet zijn over de software, hebben we hieronder in tabel 1 en 2 geëvalueerd in een Multicriteria-analyse.

Tabel 1: Multicriteria-analyse eisen

	Powerproject BIM	Synchro
<i>Planning bewaken</i>	++	+++
<i>Bouwrouting</i>	+	+++
<i>Bouwplaats logistiek</i>	+	+++
<i>Gebruiksvriendelijkheid</i>	+++	++
<i>Totaal</i>	7	11

Tabel 2: Multicriteria-analyse wensen

	Powerproject BIM	Synchro
<i>Inladen bestanden</i>	++	+++
<i>3D-model koppelen aan planning</i>	+++	+++
<i>Standlijn trekken</i>	+++	++
<i>Kleuren toevoegen</i>	++	++
<i>Balkjes achter elkaar plaatsen</i>	+++	+
<i>Intervallen koppelen</i>	+++	+++
<i>Herberekenen</i>	+++	+++
<i>Planningen filteren</i>	+++	+++
<i>Separaat maken</i>	+++	+++
<i>Combineren andere programma's</i>	+	++
<i>Printen</i>	+++	++
<i>Totaal</i>	29	27

In de Multicriteria-analyse tabel van eisen, zie tabel 1, kun je zien dat Synchro hoger scoort dan Powerproject BIM. Hier komt de kwaliteit van Synchro naar boven, deze software is beter in de planning bewaken door middel van visualisatie. Daarnaast kun je de bouwrouting beter inzichtelijk maken dan Powerproject BIM. Met Synchro kun je voor het bouwplaats management de logistiek inladen in het 3D-model, in Powerproject BIM is dit niet mogelijk. Powerproject BIM scoort hoger in gebruiksvriendelijkheid door de eenvoud van de software.

Conclusie

In de conclusie van deze scriptie beantwoorden we de onderzoeksvraag: *'Op welke wijze kan er door middel van BIM en Lean, 4D-planning worden geïmplementeerd bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV?'* op basis van de resultaten van ons onderzoek. Om de conclusie op de onderzoeksvraag te kunnen geven is informatie van de huidige situatie, technische mogelijkheden, gewenste situatie en de software testcase benodigd.

In de huidige situatie bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV wordt er gepland met de software Asta Powerproject. Deze software voldoet op dit moment aan de verwachtingen van een overallplanning binnen het bedrijf. De overallplanning wordt opgesteld door één persoon, dit doet hij op basis van zijn ervaring en kerngetallen. Het is gunstig dat er één persoon binnen het bedrijf is die veel expertise heeft over de software, omdat deze persoon optimaal opgeleid kan worden. Tevens is het een risico omdat diegene weg kan vallen.

In de technische mogelijkheden is naar voren gekomen dat we afhankelijk zijn van de software keuzes die VolkerWessels en Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV maakt. Dit heeft bepaald dat Powerproject BIM en Synchro is getest in ons onderzoek. Vico Office is op dit moment nog niet geschikt voor 4D-planning, dus deze is niet getest. De conclusie is dat beide software pakketten veel technische mogelijkheden hebben die overeenkomen met de gewenste situatie bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV. Beide software kunnen een snellere bouwtijd genereren, een optimale bouwrouting visualiseren en de faalkosten verminderen. Met 4D-planning wordt ook de veiligheid in kaart gebracht, omdat een project van te voren virtueel gebouwd wordt.

Om een beeld te krijgen van de gewenste situatie is er gekeken naar de ambitie en het doel van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV en naar de wensen van de medewerkers. In de gewenste situatie is er gebruik gemaakt van semigestructureerde interviews. Per afdeling is de gewenste situatie van 4D-planning in kaart gebracht. De conclusies uit de interviews zijn meegenomen in de software testcase, dit zijn wensen en eisen van de medewerkers. Sommige punten zijn meer van belang voor 4D-planning dat er een onderscheid gemaakt is tussen eisen en wensen.

Uit de testcase van ons onderzoek blijkt dat Powerproject BIM aan de wensen voldoet en Synchro aan de eisen én wensen. Powerproject BIM voldoet aan de wensen van de afdelingen omdat de wensen grotendeels betrekking hebben op de gebruiksvriendelijkheid. Powerproject BIM is op dit moment nog niet ver genoeg ontwikkeld op het gebied van bouwrouting en bouwplaats logistiek. Synchro voldoet aan eisen van het Beleidsplan 2018-2020 van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV: planning bewaken, bouwrouting en bouwplaats logistiek. Maar Synchro voldoet minimaal aan de eis gebruiksvriendelijkheid omdat het een gecompliceerde software is.

Uit de resultaten van ons onderzoek is gebleken dat 4D-planning geïmplementeerd kan worden bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV. Dit kan door middel van de software Synchro, omdat deze aansluit bij het Beleidsplan 2018-2020 van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV. En omdat deze software ook voldoet aan de wensen van de werknemers. Om 4D-planning te implementeren is de aanschaf van de software Synchro niet voldoende, zowel handen om ermee te werken als kennis zijn nodig om 4D-planning te implementeren.

Methodologische verantwoording

Tijdens deze scriptie hebben we de focus gelegd op de software. Dat betekent dat de kosten en Lean bij 4D-planning niet zijn meegenomen in ons onderzoek. Daarnaast hebben de werknemers geen ervaring met 4D-planning. Door gebrek aan kennis zijn de werknemers onwetend, daarom zijn de interviews beantwoord vanuit één oogpunt.

Aanbeveling

In dit hoofdstuk geven we een aanbeveling aan Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV over 4D-planning. Hoe ze dit snel kunnen implementeren in het bedrijf en op langer termijn, hoe dit gaat veranderen in de afdelingen en organisatie en welke vervolgonderzoeken er gedaan kunnen worden. Dit advies hebben we opgesteld aan de hand van de huidige informatie uit onze scriptie.

Snelle implementatie

Als Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV op dit moment 4D-planning wil implementeren in het bedrijf, adviseren wij om de software Powerproject BIM aan te schaffen. Deze software kan op korte termijn balkjes van de planning koppelen aan het 3D-model, hierdoor wordt de planning gevisualiseerd. De planning en het 3D-model worden naast elkaar getoond, dat geeft meer inzicht en overzicht aan het project. Omdat de werknemers al bekend zijn met Asta Powerproject is deze overstap op korte termijn gemakkelijker dan overstappen naar een geheel nieuwe software. Om 4D-planning snel te implementeren voldoet Powerproject BIM, maar na ongeveer één jaar voldoet deze software niet meer aan het toekomstbeeld van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV.

Lange termijn

Voor het lange termijn adviseren wij de software Synchronisatie aan te schaffen, omdat het past in het toekomstbeeld van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV. Met deze software kun je de planning bewaken, bouwrouting bepalen en visualiseren en de logistiek en veiligheid op de bouwplaats in kaart brengen.

Om de software te kunnen implementeren zijn er een aantal stappen nodig in het bedrijf. De eerste stap hebben wij nu gezet, door het testen van twee software pakketten. Het bedrijf kan hierna een pilot draaien en evalueren om zo de software te testen in het bedrijf. Vervolgens dient het geïntroduceerd te worden in het bedrijf en daarbij rekening te houden met de organisatieverandering. De volgende stap is om interne opleidingen te geven. Het is een gecompliceerde software, er zijn trainingen nodig om te leren hoe je ermee kunt werken en dat kost tijd.

De aanschaf van Synchronisatie biedt de optimale oplossing voor Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV, het sluit aan bij de gewenste situatie. Met Synchronisatie is het ook mogelijk om op lange termijn KYP en Trimble Connect te koppelen met het programma.

Afdelingsplan

Om 4D-planning goed te kunnen implementeren, is er een afdelingsplan nodig. Er dient per afdeling een individuele leermethoden opgesteld te worden. Want voor een projectleider is het belangrijk om te leren hoe je de 4D-planning kunt bewaken maar voor een uitvoerder is bijvoorbeeld de visualisatie van de bouwrouting al voldoende.

Organisatieverandering

Doordat er op dit moment verschillende innovaties binnen het bedrijf lopen, moet er rekening gehouden worden met de organisatieverandering. Door veranderingen kunnen werknemers 'veranderingsmoe' worden. Het is belangrijk om de mensen in het bedrijf mee te krijgen in de denkwijze van innovaties. Zo zorg je ervoor dat 3D niet terugvalt naar 2D maar vooruit gaat naar 4D en 5D.

Van de Ven Bouw & Ontwikkeling is bezig met Lean. Door verandering binnen de organisatie moet er opnieuw gekeken worden naar het proces. Een toegevoegde klantwaarde bij 4D-planning is de visualisatie van de planning. Het vergroot de waarde voor de interne en externe klant qua tijd en kwaliteit.

Bij het implementeren van 4D-planning komt Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV in aanraking met de ICT van VolkerWessels. Wij adviseren om aandacht te besteden aan de ICT om de implementatie van de software soepel te laten verlopen. Dit zou in samenwerking kunnen gaan met de expertise van Digibase.

Vervolgonderzoek

Na onderzoek gedaan te hebben naar 4D-planning, zijn er een aantal onderdelen waar verder onderzoek naar gedaan kan worden:

- Er zijn aannames gedaan in ons onderzoek dat faalkosten verminderd worden en de bouwtijd verkort wordt door 4D-planning. Dit zijn vervolgonderzoeken die uitgevoerd kunnen worden bij bedrijven die 4D-planning hebben geïmplementeerd;
- In ons onderzoek hebben we de focus gelegd op het onderdeel BIM. Het onderdeel Lean is niet onderzocht bij 4D-planning, dit kan in een vervolgonderzoek bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV onderzocht worden;
- Uit ons onderzoek is naar voren gekomen dat er een afdelingsplan moet worden opgesteld. Met daarin individuele leermethoden voor de werknemers. Dit zou een vervolgonderzoek bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV kunnen zijn;
- De volgende stap in 4D is de kosten koppelen aan de 4D-planning. Op dit moment is 4D-planning en 5D-kostenbeheer gescheiden bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling. Als 4D-planning geïmplementeerd is in het bedrijf kan er een vervolgonderzoek naar 5D worden verricht;
- De informatie over 4D-planning kan in de toekomst bijgesteld worden. Bij nieuwe ontwikkelingen kan er een vervolgonderzoek verricht worden bij Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV.

Bibliografie

- 40% tijdsbesparing in de calculatiefase met Vico Office. (2015, Oktober 12). Opgeroepen op Maart 21, 2018, van Construsoft: <http://www.construsoft.nl/site/nl/about-us/news/article/358.html>
- BIM 6D. (sd). *BIM Dimensions*. Opgeroepen op Maart 30, 2018, van BIM 6D: <http://data.bim6d.es/bim-dimensions>
- BIM Loket. (sd). *BIM Basis Informatieleveringsspecificatie*. Opgeroepen op Maart 14, 2018, van BIM Loket: <http://bimloket.nl/BIMbasisILS>
- BIM tonic. (sd). *Wat is 4D?* Opgeroepen op Maart 21, 2018, van BIM tonic: <https://www.bimtonic.be/nl/bim-expertise/faq/15/wat-is-4d>
- Bouw Informatieraad. (2014, November). *BIR Kenniskaart 1 Nederlandse BIM Levels*. Opgeroepen op Maart 8, 2018, van http://www.bouwinformatieraad.nl/main.php?mode=download_cat&cat_id=2
- Bouw Informatieraad. (2015, September). *BIR Kenniskaart 0 Wat is BIM*. Opgeroepen op Maart 8, 2018, van http://www.bouwinformatieraad.nl/main.php?mode=download_cat&cat_id=2
- Bouwend Nederland. (2012, November). *BIM biedt bouw business*. Opgehaald van <https://ketensamenwerking.files.wordpress.com/2014/02/rapport-bim-biedt-bouw-business.pdf>
- CTB xRM. (2018). *Asta Powerproject*. Opgeroepen op April 26, 2018, van <https://www.ctbxrm.nl/asta-powerproject/>
- CTBxRM. (sd). *BIM-Module slaat brug tussen twee werelden*. Opgeroepen op Maart 22, 2018, van CTB xRM: <https://www.ctbxrm.nl/bim-module-slaat-brug-tussen-twee-werelden/>
- Elecosoft Asta Powerproject. (sd). *14 redenen om Asta Powerproject te gebruiken voor het managen van uw bouwprojecten*. Opgeroepen op Februari 19, 2018, van Elecosoft: <http://www.elecosoft.nl/downloads/14-redenen-Asta-Powerproject-gebruiken.pdf>
- Elecosoft. (sd). *Elecosoft*. Opgeroepen op Mei 1, 2018, van <https://www.elecosoft.com>
- Elecosoft NL. (sd). *Cursussen*. Opgeroepen op Mei 1, 2018, van Elecosoft: <http://www.elecosoft.nl/diensten/training/>
- Elecosoft. (sd). *Powerproject BIM*. Opgeroepen op Mei 1, 2018, van Elecosoft: <http://www.elecosoft.nl/software/powerproject-bim/>
- Elecosoft UK. (sd). *Training Courses*. Opgeroepen op Mei 1, 2018, van Elecosoft: <https://www.elecosoft.com/software/asta-powerproject-home/asta-powerproject/asta-powerproject-services/asta-powerproject-training/>
- Flapper, H. (2004). *Bouwplanning*. Utrecht/ Zutphen: ThiemeMeulenhoff.
- Homan, J. (2016, Juli 6). *BIM trend: Informatie delen met IFC*. Opgeroepen op Maart 21, 2018, van Stabiplan: <https://www.stabiplan.com/nl-nl/nieuws/nieuws-en-blogs/bim-trend-informatie-delen-met-ifc/>
- KYP. (sd). *KYP*. Opgeroepen op juni 1, 2018, van KYP: <https://www.kyp.nl/>
- KYP. (sd). *Wat is KYP?* Opgeroepen op Mei 1, 2018, van KYP: <https://www.kyp.nl/>
- Lean Six Sigma. (sd). *Wat is Lean Management?* Opgeroepen op Maart 12, 2018, van Lean Six Sigma: <https://www.sixsigma.nl/lean-management>
- Lean Six Sigma. (sd). *Wat is Lean Management?* Opgeroepen op Maart 12, 2018, van Lean Six Sigma: <https://www.sixsigma.nl/lean-management>
- Productie platform friesland. (sd). *De geschiedenis van Lean*. Opgeroepen op Maart 12, 2018, van Productie platform friesland: <https://www.productieplatformfriesland.nl/lean-geschiedenis>
- Samen Slimmer Bouwen. (sd). *Marinus den Harder over Samen Slimmer Bouwen*. Opgeroepen op Maart 22, 2018, van Samen Slimmer Bouwen: <http://www.samenslimmerbouwen.com/>
- Sayer, N. J., & Williams, B. (2009). *Lean voor dummies*. Amsterdam: Pearson Education Benelux.

Stichting RRBouw. (2012). *Aan de slag met BIM; gewoon doen!* Zoetermeer: Stichting Research Rationalisatie Bouw.

Synchro. (sd). *De bouw en Synchro*. Opgeroepen op Mei 31, 2018, van Synchro Software: <https://www.synchro4d.nl/doelgroepen/bouw/>

Synchro. (sd). *Diensten*. Opgeroepen op mei 21, 2018, van Synchro4D: <https://www.synchro4d.nl/diensten/>

Synchro software. (sd). *4D virtueel bouwen in de praktijk*. Opgeroepen op Maart 22, 2018, van Synchro software: <https://www.synchro4d.nl>

Synchro. (sd). *Synchro Producten*. Opgeroepen op Maart 16, 2018, van Synchro4D: <https://www.synchro4d.nl/producten/>

Synchro4d. (sd). *Doelgroepen*. Opgeroepen op April 4, 2018, van Synchro Software: <https://www.synchro4d.nl/doelgroepen/>

Trimble Connect . (sd). *Over Trimble Connect*. Opgeroepen op April 26, 2018, van Trimble Connect : <http://www.trimbleconnect.nl/trimble-connect/about#Open>

Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV. (sd). *Samen Slimmer Bouwen*. Opgeroepen op Februari 9, 2018, van <https://www.vandevenbv.nl/nl/over-ons/samen-slimmer-bouwen>

Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV. (sd). *Samen Slimmer Bouwen*. Opgeroepen op Maart 3, 2018, van Van de Ven Bouw & Ontwikkeling BV: <https://www.vandevenbv.nl/nl/over-ons/samen-slimmer-bouwen>

Veld, C. i. (2013). *Continu leren en verbeteren* . Opgeroepen op Maart 12, 2018, van Focus op Verbeteren: https://www.focusopverbeteren.nl/wp-content/uploads/pdf/Continu_leren_en_verbeteren.pdf

Vico Office. (sd). Opgeroepen op Maart 21, 2018, van Construsoft: <http://www.construsoft.nl/site/nl/products/detail/vico-office.71.html>

Wortman, H. (2015, Oktober 1). *Wat is er nieuw in Asta Powerproject 13*. Opgeroepen op April 26, 2018, van CTBxRM: <https://www.ctbxrm.nl/ebook-wat-is-er-nieuw-in-asta-powerproject-13/>

Wortman, H. (sd). *Asta Powerproject 13 en BIM-module beschikbaar*. Opgeroepen op Mei 1, 2018, van CTBxRM: <https://www.ctbxrm.nl/asta-powerproject-13-en-bim-module-beschikbaar/>

Afbeelding voorpagina: Clients – geodomisi. Opgeroepen op Juni 12, 2018, van <http://www.geodomisi.com/en/index.php/clients>

Bijlagen

Bijlage I:	Plan van aanpak
Bijlage II:	BIM theoretisch kader
Bijlage III:	Lean theoretisch kader
Bijlage IV:	4D-planning theoretisch kader
Bijlage V:	Interview 1, Dhr. Arnold van de Huijgevoort
Bijlage VI:	Flapper methode
Bijlage VII:	Interview 2, Dhr. Martijn van de Berg
Bijlage VIII:	Interview 3, Dhr. Cees Prinsen & Dhr. Koen Jansens
Bijlage IX:	Interview 4, Dhr. Rob Huijbregts
Bijlage X:	Interview 5, Dhr. Alex van Hulten
Bijlage XI:	Interview 6, Dhr. Lamberto van Mook
Bijlage XII:	Interview 7, Dhr. Milan Brouwer
Bijlage XIII:	Interview 8, Dhr. Ben van Opstal
Bijlage XIV:	Huidig proces van plannen
Bijlage XV:	Testcase Powerproject BIM
Bijlage XVI:	Testcase Synchro
Bijlage XVII:	Individueel component scriptie