

# HOOFDSTUDIE AFSTUDEERONDERZOEK "A4 IN EEN BIM OMGEVING"

ARCADIS

Auteurs:

Berrie Tabak 1000741

Yntze Woudstra 1003204

# HOOFDSTUDIE AFSTUDEERONDERZOEK "A4 IN EEN BIM OMGEVING"

ARCADIS

Auteurs:

Berrie Tabak	1000741
Yntze Woudstra	1003204

28 mei 2010, Amersfoort  
Definitief Versie 1.0

Hogeschool:  
Christelijke Hogeschool Windesheim

Begeleiders Windesheim:

1 <sup>e</sup>	Marcel Rompelman
2 <sup>e</sup>	Joris Vermaesen

Begeleiders ARCADIS:

1 <sup>e</sup>	Bram Mommers
2 <sup>e</sup>	Ton Geerlings

# Samenvatting

“A4 in een BIM omgeving” plaatsen is het doel van het afstudeeronderzoek. De Rijksweg A4 vormt een verbinding tussen Amsterdam en Antwerpen. Echter niet overal is de Rijksweg reeds gerealiseerd. Het traject tussen Delft en Schiedam laat al sinds de jaren '60 op zich wachten. Enkel de aardebaan is destijds aangelegd. Daarna werd vanuit de politiek besloten de werkzaamheden van de A4 stil te leggen en alternatieven te onderzoeken zoals de verbreding van de A13 en verbetering van het openbaar vervoer in de regio. In 1977 wordt de aanleg van de A4 toch noodzakelijk geacht. Vanaf dat moment buigt men zich over de inpassing van de weg in het landschap, waarbij belanghebbende partijen inspraak krijgen. Na een uitgebreide variantenstudie kiest de minister van Verkeer en Waterstaat in 2010 een variant om door te gaan met de aanleg van A4 Delft – Schiedam. ARCADIS heeft voor deze variant het OTB uitgewerkt. Hierdoor is gekozen om de A4 Delft – Schiedam als pilot project te nemen voor dit afstudeeronderzoek.

Dit afstudeeronderzoek bestaat uit een vooronderzoek en een hoofdonderzoek. Het vooronderzoek geeft achtergrondinformatie over het afstudeeronderzoek en is reeds afgerond. In de hoofdstudie staan de resultaten die tijdens dit onderzoek verkregen zijn weergegeven. In het kader van het hoofdonderzoek is deze hoofdstudie geschreven.

Het doel van het hoofdonderzoek de mogelijkheden en onmogelijkheden van 3D objectgeoriënteerd ontwerpen in kaart brengen en het integreren van de tijd (4D) in het ontwerpproces. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het pilot project, de A4 Delft – Schiedam.

3D en 4D ontwerp zijn een onderdeel van een BIM. BIM staat voor Bouwwerk Informatie Model. Het algemene doel van BIM is een betere manier van communiceren tot stand te brengen. Een probleem, waarvoor BIM een oplossing kan zijn, is faalkosten. Faalkosten zijn behoorlijk hoog in de bouw. In sommige gevallen kunnen deze kosten wel oplopen tot 10% van de aanneemsom. BIM wordt door middel van het verbeteren van de communicatie als een van de mogelijkheden gezien om deze faalkosten te reduceren.

In de 3D fase wordt het model objectgeoriënteerd ontworpen. In de 4D fase wordt de functie tijd, in de zin van de planning, aan het model gekoppeld en in de XD fase worden er eigenschappen aan het model gekoppeld. Het voordeel van deze fases is dat het model gedurende de fases steeds rijker wordt aan informatie.

De belangrijkste mogelijkheden van 3D objectgeoriënteerd ontwerpen zijn; het alignement in Civil 3D ontwerpen, het kunstwerk in Revit ontwerpen en het geheel samen te bekijken in Navisworks. De dubbelgekromde lijnen van Revit zijn de grootste onmogelijkheid in deze fase, aangezien het niet in staat is dubbelgekromde lijnen te interpreteren. In de 4D fase is het mogelijk gebleken om een planning aan het model te koppelen. De planning kan gemaakt worden in Navisworks, maar deze kan ook als MS-project bestand geïmporteerd worden in Navisworks. Vervolgens kunnen er objecten worden gekoppeld aan de taken uit de planning. Materiaaltype, onderhoudsperiode, eigenaar en betonklasse zijn eigenschappen die in de XD fase aan de objecten zijn gekoppeld. De werkwijze hierin verschilt, omdat er verschillende mogelijkheden zijn.

Met BIM kunnen integrale projecten goed worden aangepakt. Hierbij is het van zeer groot belang dat het duidelijk en inzichtelijk is, wanneer welke informatie benodigd is. Interne afstemming en informatiecoördinatie zijn hierbij belangrijke elementen

Geconcludeerd kan worden dat het resultaat van dit onderzoek de tevredenheidgrens bereikt heeft. BIM zit momenteel in een groeifase. Dit betekent dat het nog een lange weg te gaan heeft, maar dat het volgens ons zeker tot een succes zal gaan leiden. Voorwaarde hierbij is wel dat het proces niet te snel moet gaan, omdat het absoluut tijd nodig heeft om te kunnen integreren en ontwikkelen.

# Summary

The aim of the graduation research is to create the A4 in a BIM surrounding. The A4 is a Dutch highway and it connects Amsterdam with Antwerpen. The road is not yet completely constructed. Between Delft and Schiedam is such place where the road is not yet constructed. The project between Delft and Schiedam has started in that period. The sand body is constructed in the sixties. When the sand body was finished, the project suddenly came to an end. After considering about other options they decided the A4 as necessary in 1977. From 1977 till now the project is running. ARCADIS did research to several options. The prime minister of traffic chooses the best option a few years ago. After that decision, ARCADIS made the complete design in 2009 and 2010. This is the reason why this project has been taken for the graduation research.

The graduation research consists of a preliminary research and a main research. The preliminary research consists of background information. The main report shows the results from the main research.

The aim of the main research is to research the possibilities and the impossibilities of the 3D and 4D phase, with the help of the pilot project.

BIM means Building Information Model. Actually, it is a kind of communication. Phase 3D and 4D are a part of a BIM. The problem which BIM could solve is the fail expenses. Within the building sector, fail expenses are quite high. Some cases shows costs which rose to 10%. To reduce these fail expenses, the communication of BIM could be a good solution.

In phase 3D the model will be designed object oriented. Phase 4D is going to make a connection with time. Time has to be seen as planning and phase XD is going to connect properties to objects.

The most important possibilities in phase 3D are the alignment in Civil 3D and the bridge in Revit. Both together have to be combined in Navisworks. The largest impossibility of these phases is the double bended lines of Revit. Revit cannot interpret these double bended lines. In phase 4D it is possible to connect a planning at the model. The planning could be made or imported in Navisworks. Next job is to connect objects to tasks from the planning. Owner, maintainability period, kind of material and concrete class are properties which could be connected in phase XD.

The need of information per phase is the most important part of chain integration. BIM is a good option to deal with integral projects. The most important element in this case is to know when you need the required informatie within the chain.

Generally seen, the research reached the satisfied limit. At this moment, BIM is in a growing phase, which means there is still a long way to go. Most probably, it is going to be a success. The most important condition of the success is the time it will be needed to integrate and develop it selves.

# Voorwoord

Het rapport dat voor u ligt is geschreven door Yntze Woudstra en Berrie Tabak. Wij zijn studenten aan de Hogeschool Windesheim te Zwolle. Dit rapport is de afsluiting van de afstudeerfase van de opleiding Civiele Techniek. Onze opleiding is gestart in 2006 en sluiten deze na het voldoen van het afstudeeronderzoek in juni 2010 af.

Binnen ARCADIS is ons de vraag gesteld om een onderzoek te doen naar de (on)mogelijkheden van 3D objectgeoriënteerd ontwerpen volgens de BIM methodiek. Het onderzoek dient uitgevoerd te worden aan de hand van een pilot project, de A4 tussen Delft en Schiedam. De hoofdstudie is geschreven als resultaat van het uitgevoerde hoofdonderzoek. Het is tevens een vervolg op het vooronderzoek.

De uitvoering van het voor u liggende rapport was niet mogelijk geweest zonder de welwillende medewerkingen van een aantal personen. De eerste twee personen aan wie wij onze dank willen uiten zijn de begeleiders vanuit ARCADIS. Bram Mommers is onze eerste begeleider en heeft ons inhoudelijk veel steun kunnen bieden. Ton Geerlings als tweede begeleider was altijd bereid om ons aan achtergrond informatie te helpen over de A4. Vervolgens willen wij onze schoolbegeleiders Marcel Rompelman en Joris Vermaesen bedanken voor hun waardevolle en leerzame kritische opmerkingen. Teamleider van de ontwerpafdeling Ronald van Schie willen wij ook bedanken voor zijn raadzame adviezen. De bouw van het model was niet mogelijk geweest zonder de praktijklessen tijdens een cursus van Issue, in de persoon van Daniel Gijsbers. Deze cursus is mogelijk gemaakt door Ruud van Tongeren. Ruud is projectmanager ICT ARCADIS Nederland en heeft ervoor gezorgd dat de cursus tot stand is gekomen. Zonder ARCADIS had het afstudeeronderzoek nooit uitgevoerd kunnen worden. Als laatste gaat onze dank uit naar alle mensen die hebben meegewerkt aan het afstudeeronderzoek door middel van interviews en gesprekjes.

Yntze Woudstra  
&  
Berrie Tabak

Amersfoort, 28 mei 2010

# Begripsbepaling

A	
A4	Rijksweg/snelweg
ARCADIS	Ingenieursbureau waar de afstudeeropdracht voor uitgevoerd is
Assembly	Dwarsdoorsnede van een weglichaam
AutoCAD	2D en 3D CAD tekenprogramma van Autodesk
Autodesk	Fabrikant van 2D en 3D teken-/ ontwerp pakketten.
B	
Barrier	Fysieke afscheiding tussen wegdelen
Bentley	Fabrikant van 2D en 3D teken-/ ontwerp pakketten.
BIM	Bouwwerk Informatie Model
C	
CAD	Computer Aided Design
Civiele Techniek	Toegepaste wetenschap die zich bezig houdt met het ontwerpen, realiseren en onderhouden van objecten in de grond-, weg-, en waterbouw. Civiele techniek is gericht op het benutten van onze leefomgeving.
Civil 3D	3D softwarepakket voor infrastructuur van Autodesk
Clash Detection	Conflict detectie
Corridor	Combinatie van horizontaal weg-as, verticale weg-as en wegmodel
F	
Faalkosten	Kosten door onnodige fouten die voorkomen hadden kunnen worden.
Family	Een object binnen Revit
Fatal Error	Fatale fout, waarbij het programma wordt afgesloten
File	Bestand
G	
Gantt View	Strokenplanning
Grading	Uitgraving
GWW	Grond, weg en waterbouw
Genio import	Tekstbestand gegenereerd door MX met weg-assen, lengteprofielen, etc.
H	
HBO	Hoger Beroeps Onderwijs
Horizontaal alignement	Het horizontale verloop van de weg-as met boogstralen, overgangsbogen en rechtstanden.
I	
ICT	Informatie en Communicatie Technologie
IFC	Industry Foundation Class
Integraal	Ontwerpproces met meerdere disciplines
Issue	Leverancier van Autodesk software

M	
MER	Milieu Effect Rapportage
Microstation	2D en 3D CAD teken-/ontwerpprogramma van Bentley
MX	3D softwarepakket van Bentley veelal gebruikt voor wegontwerp
N	
Navigator	Softwarepakket van Bentley
Navisworks	Softwarepakket van Autodesk
NWC, NWF, NWD	Bestandsformaten uit Navisworks
O	
OTB	Ontwerp Tracé Besluit
P	
Pilot project	Een test project
Properties	Eigenschappen
PvE	Programma van Eisen
R	
RD-coördinaten	Rijksdriehoek coördinaten
Renderen	Generen van een digitale afbeelding of film uit een 3D model
Revit Structure	3D softwarepakket voor het modeleren van kunstwerken en gebouwen van Autodesk
S	
SE (System Engineering)	Expliciet ontwerpen aan de hand van eisen
Serious Games	Op een speelse wijze het ontwerp uittesten tijdens een simulatie
Simulatie	Iets nabootsen
Structural	3D softwarepakket voor kunstwerken van Bentley
Surface	Ondergrond
V	
Verticaal alignement	Het verticale verloop van de weg-as, met voet- en topbogen
Visualisatie	Een ruimtelijk beeld geven van een ontwerp
W	
Windesheim	Hogeschool te Zwolle



# Inhoudsopgave

Samenvatting	2
Summary	4
Voorwoord	5
Begripsbepaling	6
Inhoudsopgave	8
1 Inleiding	10
1.1 Aanleiding	10
1.2 Leeswijzer	10
2 Onderzoeksopzet	12
2.1 Probleemstelling	12
2.2 Doelstelling	13
2.3 Afbakening	13
2.4 Onderzoeksvragen	14
2.5 Relevantie	14
2.6 Onderzoeksstrategie	15
2.7 Onderzoeksstructuur	15
3 (on)mogelijkheden 3D	17
3.1 Mogelijkheden 3D fase	18
3.1.1 Civil 3D	18
3.1.2 Revit	21
3.1.3 Navisworks	23
3.2 Onmogelijkheden 3D fase	25
3.2.1 Civil 3D	25
3.2.2 Revit	26
3.2.3 Navisworks	26
4 (on)mogelijkheden 4D	27
4.1 Mogelijkheden 4D	27
4.1.1 Planning creëren in Navisworks	28
4.1.2 Planning importeren in Navisworks	29
4.1.3 Planning exporteren vanuit Navisworks	29
4.2 Onmogelijkheden 4D	30
4.2.1 Planning exporteren vanuit Navisworks	30
5 (on)mogelijkheden XD	31
5.1 Mogelijkheden XD	31

5.1.1	Eigenschappen toekennen aan objecten in Revit	32
5.1.2	Hyperlinks toevoegen in Navisworks.	34
5.2	Onmogelijkheden XD	35
6	Werkwijze beschrijving	36
6.1	3D fase	36
6.1.1	Civil 3D	36
6.1.2	Revit	38
6.1.3	Navisworks	39
6.2	4D fase	40
6.2.1	Taken aanmaken	40
6.2.2	Objecten koppelen aan taken	40
6.2.3	Regels opstellen	40
6.2.4	Renderen	41
6.3	XD fase	41
6.3.1	Revit	41
6.3.2	Navisworks	41
7	Ketenintegratie	43
7.1	Inleiding	43
7.2	De Keten binnen ARCADIS	43
7.2.1	Tracé/MER-procedure.	44
7.3	Informatie behoefte per fase ketenintegratie	45
7.3.1	Verkenning	45
7.3.2	Uitwerking	46
7.3.3	Realisatie	47
7.3.4	Beheer/onderhoud	47
7.4	Ketenintegratie in BIM	47
7.5	BIM-manager	49
7.5.1	Wat is een BIM-manager?	49
7.5.2	Wat is de taak van de BIM-manager?	49
8	Conclusie	51
8.1	Inleiding	51
8.2	Conclusie onderzoeksvragen	51
8.3	PVE Controle Model	55
8.4	Algemene conclusie	56
9	Discussie	57
10	Nawoord	59
	Bronnen	61

# HOOFDSTUK 1 Inleiding

## 1.1

### AANLEIDING

De aanleiding van dit onderzoek wordt gevormd door een ambitie, beschreven in het BIM Jaarplan 2010 van ARCADIS. Het BIM 2010 Jaarplan bevat de visie voor de toekomst van BIM binnen ARCADIS Mobiliteit. Onderdeel van het BIM jaarplan is de doelstelling om in 2010 een aantal verkenningen uit te voeren. Een van deze verkenningen is een onderzoek naar de mogelijkheden en onmogelijkheden van 3D objectgeoriënteerd ontwerpen.

Om tot een 3D objectgeoriënteerd ontwerp te komen is er in het BIM 2010 Jaarplan een afstudeeronderzoek gedefinieerd. ARCADIS weet, net als andere bedrijven in de Grond-, Weg- en Waterbouw (GWW), nog te weinig van de (on)mogelijkheden van objectgeoriënteerd ontwerpen. Dit onderzoek is gericht op het zoeken naar de (on)mogelijkheden van objectgeoriënteerd ontwerpen.

Op deze manier wordt een stap gemaakt naar de integratie van BIM in het ontwerpproces van de Divisie Mobiliteit voor projecten binnen de GWW-sector.

## 1.2

### LEESWIJZER

#### INLEIDING

In het eerste hoofdstuk wordt de hoofdstudie ingeleid. De aanleiding van het onderzoek komt aan de orde en de leeswijzer is hierin beschreven.

#### PROBLEEMANALYSE

In het tweede hoofdstuk wordt het probleem geanalyseerd. Allereerst wordt de probleemstelling van het onderzoek genoemd, gevolgd door de doelstelling. Hoe en in welke opzichten het project is afgebakend, is de volgende stap. Als laatste worden de onderzoeksvragen, de relevantie, de onderzoeksstrategie en de onderzoeksstructuur weergegeven.

#### (ON)MOGELIJKHEDEN 3D

In hoofdstuk 3 komen de mogelijkheden en onmogelijkheden van 3D objectgeoriënteerd ontwerpen aan de orde.

#### (ON)MOGELIJKHEDEN 4D

Hoofdstuk 4 gaat over de mogelijkheden en onmogelijkheden van de 4D fase. In de 4D fase wordt een koppeling met de tijd gemaakt, oftewel de planning.

#### (ON)MOGELIJKHEDEN XD

De XD fase is heel breed. Het doel van de XD fase is het koppelen van informatie. In dit hoofdstuk worden de ondervonden mogelijkheden en onmogelijkheden van deze fase weergegeven.

#### WERKWIJZE BESCHRIJVING

De manier waarop te werk is gegaan, welke stappen zijn genomen en welke keuzes komen aan de orde in hoofdstuk 6, de werkwijze beschrijving. Aan de hand de voornoemde fases is het hoofdstuk opgedeeld.

**KETENINTEGRATIE**

De bijdrage van BIM aan de ketenintegratie en de informatiebehoefte per fase worden beschreven in hoofdstuk ketenintegratie.

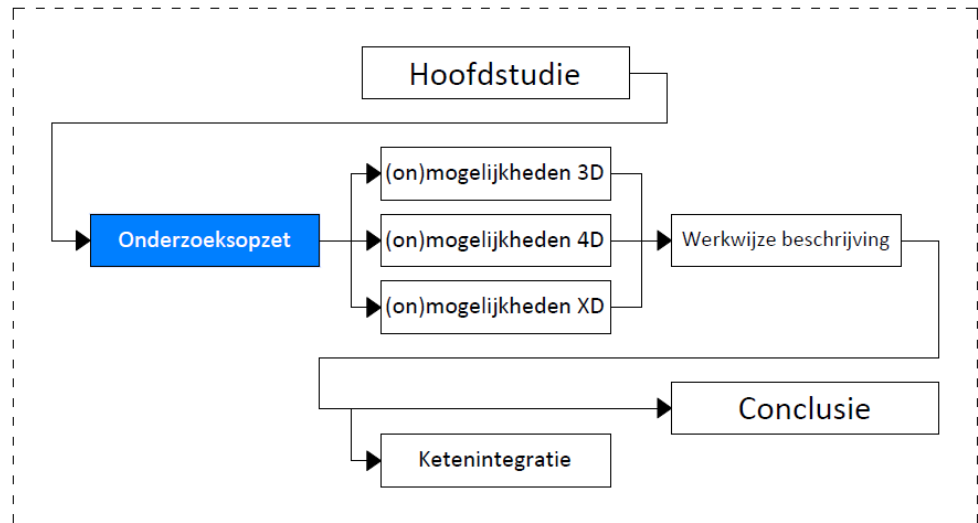
**CONCLUSIE**

In het laatste hoofdstuk van de hoofdstudie wordt antwoord gegeven op de onderzoeksvragen en er wordt een conclusie gegeven, geldend voor het gehele afstudeeronderzoek.

# HOOFDSTUK 2 Onderzoeksopzet

Afbeelding 2.1

Structuur hoofdstudie -  
onderzoeksopzet



Bovenstaand schema is de onderzoeksopzet van de hoofdstudie. De hoofdstudie is het vervolg op het document “Vorstudie afstudeeronderzoek A4 in een BIM omgeving”. In dit schema is te zien welke onderdelen elkaar opvolgen tijdens het hoofdonderzoek. Zo is te zien dat het onderzoek naar de (on)mogelijkheden resulteert in een werkwijze beschrijving. Afsluitend staat de conclusie van het onderzoek. De figuur komt aan elk begin van een hoofdstuk terug waardoor duidelijk te zien is waar het betreffende hoofdstuk betrekking op heeft.

## 2.1

### PROBLEEMSTELLING

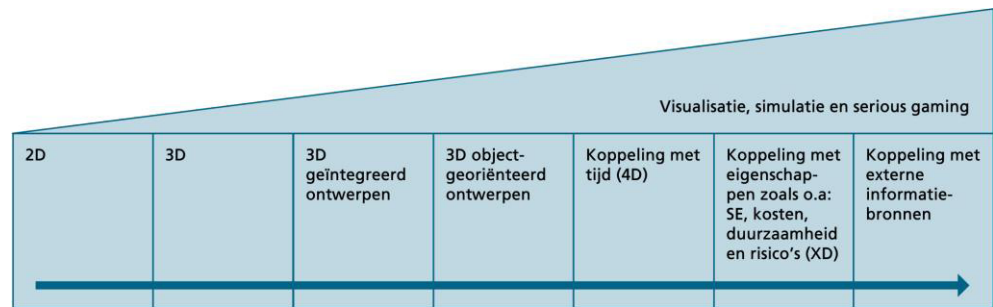
ARCADIS heeft voor de toekomst haar pijlen gericht op het Bouwwerk Informatie Model (BIM). Met de divisie Mobiliteit wil ARCADIS zich gaan oriënteren op de mogelijkheden van BIM om in de toekomst te kunnen gaan werken volgens een BIM methodiek.

Een BIM bestaat uit verschillende facetten. In het BIM groeimodel, afgebeeld in afbeelding 2.2, is de opbouw van een BIM te zien. Dit onderzoek richt zich op de stappen 3D geïntegreerd ontwerpen, 3D objectgeoriënteerd ontwerpen en koppeling met tijd (4D).

De probleemstelling luidt als volgt: Op welke wijze is het mogelijk om een 3D objectgeoriënteerd ontwerp te maken? Wat zijn de mogelijkheden en onmogelijkheden op dit gebied? En op welke wijze kan een koppeling gemaakt worden met een (4D) tijdsplanning?

Afbeelding 2.2

BIM groeimodel



## 2.2

### DOELSTELLING

De doelstelling van het afstudeeronderzoek is op zoek gaan naar de mogelijkheden en onmogelijkheden van 3D objectgeoriënteerd ontwerpen. Vervolgens wordt het model gekoppeld aan tijd door middel van een 4D planning.

Om de mogelijkheden en onmogelijkheden te kunnen testen wordt gebruik gemaakt van een pilot project. De doelstelling is de A4 Delft – Schiedam in een BIM omgeving te plaatsen. Dit project moet inzicht geven in de huidige mogelijkheden en onmogelijkheden van 3D objectgeoriënteerd ontwerpen en een 4D planning over de tijd.

## 2.3

### AFBAKENING

#### Software

Voor het opzetten van 3D modellen wordt gebruik gemaakt van software van Autodesk. De reden voor deze keuze is de ervaring van ARCADIS met software van Autodesk. In een aantal disciplines wordt momenteel al gewerkt met 3D software van Autodesk, Omdat ARCADIS daardoor bij Autodesk meer ingangen heeft is er voor gekozen om hier op te focussen en de software van Bentley buiten beschouwing te laten.

#### Groeimodel

Voor het opzetten van een BIM heeft ARCADIS het BIM groeimodel ontwikkeld. In dit model staat de opbouw van een BIM beschreven. In het afstudeeronderzoek wordt gefocust op de fases 2D tot en met 4D. Het doel van de opdracht is met name het opzetten van een 3D model opgebouwd uit objecten aan de hand van een pilot project. Aan dit 3D model wordt vervolgens een planning gekoppeld (4D). Tijdens het onderzoek wordt er op deze twee fases nadruk gelegd. Omdat het lastig is in te schatten in welk tijdsbestek deze fases kunnen worden gerealiseerd, ligt de tevredenheidsgrens bij het behalen van fase 4D. Wanneer na het behalen van de tevredenheidsgrens voldoende tijd over is, wordt gekeken naar de mogelijkheden van de integratie van fase XD.

#### Objecten

Het 3D model wordt opgebouwd uit objecten. Uit het pilot project die voor dit onderzoek gebruikt wordt, de A4 Delft-Schiedam, is voor een deel van het tracé gekozen. Uit dit deel van het tracé worden de volgende objecten gemodelleerd:

- § Aqua-ecoduct.
- § Weg.
- § Markering.
- § Tunnelwanden.
- § Barrier.

*Bedrijf*

Het afstudeeronderzoek wordt uitgevoerd binnen ARCADIS Nederland Bv., divisie Mobiliteit. De uitkomsten van het onderzoek zijn op deze organisatie van toepassing.

*Pilot Project*

Het pilot project moet objecten van meerdere disciplines bevatten, zoals een weg, een brug of een portaal. Hiermee wordt integraliteit aan het ontwerp toegevoegd. Daarnaast moet het een project zijn dat ARCADIS ontwerpt en zich in Nederland bevindt.

*Tijd*

De tijd waar het onderzoek zich op richt is vanaf het jaar 2009 tot heden.

*Relatie met andere projecten*

De uitvoering van het afstudeeronderzoek staat in relatie met andere acties binnen ARCADIS gericht op de integratie van BIM binnen Mobiliteit. Het afstudeeronderzoek is slechts een onderdeel van de acties die ARCADIS op het programma heeft staan.

Het afstudeeronderzoek staat daarnaast zijdelings in relatie met de A4 Delft-Schiedam. Dit project wordt gebruikt voor het onderzoek naar 3D objectgeoriënteerd ontwerpen.

*Betrokken partijen en belanghebbenden*

Bij de uitvoering van dit onderzoek zijn diverse partijen betrokken.

*ARCADIS, Mobiliteit, Wegontwerp & Installaties*

Het onderzoek wordt uitgevoerd voor de divisie Mobiliteit van ARCADIS. De projectleden van het afstudeeronderzoek bevinden zich binnen de adviesgroep Wegontwerp en Installaties. Deze adviesgroep is een onderdeel van de divisie Mobiliteit. Al deze partijen zijn betrokken en hebben belang bij het uitvoeren van dit onderzoek naar de (on)mogelijkheden van 3D objectgeoriënteerd ontwerp, om in de toekomst objectgeoriënteerd te kunnen ontwerpen.

*Hogeschool Windesheim*

Het afstudeeronderzoek wordt uitgevoerd als onderdeel van de opleiding HBO Civiel techniek aan het Windesheim in Zwolle. Hogeschool Windesheim beoordeelt het resultaat en het proces van het afstudeeronderzoek.

## 2.4

ONDERZOEKSVRAGEN

Aan de hand van het onderzoek zijn de volgende onderzoeksvragen gedefinieerd:

- § Wat zijn de mogelijkheden en onmogelijkheden van 3D objectgeoriënteerd modelleren?
- § Wat zijn de mogelijkheden en onmogelijkheden van de 4D fase over de tijd?
- § Wat zijn de mogelijkheden en onmogelijkheden van de XD fase?
- § Welke informatie dient beschikbaar te zijn op welk moment in de keten?
- § Wat is de taak van de BIM manager?
- § Wat zijn de toepassingsmogelijkheden van System Engineering in het BIM?

## 2.5

RELEVANTIE

Het afstudeeronderzoek is uitgevoerd in het kader van het doel gesteld door ARCADIS om zich te oriënteren op het BIM. De divisie Mobiliteit heeft zich ten doel gesteld om in 2010 te onderzoeken

wat de mogelijkheden op het gebied van 3D objectgeoriënteerd modelleren zijn. Daarnaast wil men een stap verder door te kijken naar de mogelijkheden van een 4D model. Hiervoor is dit afstudeeronderzoek in het leven geroepen.

ARCADIS Mobiliteit heeft baat bij de uitkomsten van het afstudeeronderzoek. Aan de hand van de uitkomsten van het onderzoek kan de divisie Mobiliteit haar strategie bepalen voor het verdere verloop van 3D objectgeoriënteerd ontwerpen. Op den duur wil ARCADIS haar manier van ontwerpen gaan afstemmen op objectgeoriënteerd ontwerp. Deze manier van modelleren sluit goed aan bij het opzetten van een BIM.

## 2.6

### ONDERZOEKSSTRATEGIE

Het afstudeeronderzoek is opgedeeld in twee fasen. De eerste fase bestaat uit het vooronderzoek. Het vooronderzoek is verkennend en heeft als doel zoveel mogelijk relevante (achtergrond-) informatie te verzamelen aan de hand van onderzoeksvragen. Te denken valt aan informatie over de opzet van het onderzoek, achtergrond informatie over BIM en een toelichting op de activiteiten rondom het pilot project. Het vooronderzoek is afgerond in begin april 2010.

Het tweede deel van het afstudeeronderzoek betreft de hoofdstudie. Dit deel van het onderzoek is verdiepend. Het daadwerkelijke praktische onderzoek vindt in dit deel van het onderzoek plaats. Hierbij is de voorkennis van de voorstudie van groot belang en bruikbaar tijdens dit deel van het onderzoek.

## 2.7

### ONDERZOEKSSTRUCTUUR

Het afstudeeronderzoek is gefaseerd in twee onderdelen. De voorstudie is het resultaat van het vooronderzoek. De voorstudie betreft een inleiding op de hoofdstudie. In de hoofdstudie worden de onderzoeksresultaten van het hoofdonderzoek gepresenteerd. Deze vier fases samen vormen het gehele afstudeeronderzoek.

In de voorstudie bevindt zich achtergrond informatie over het afstudeeronderzoek. Hierin komen de

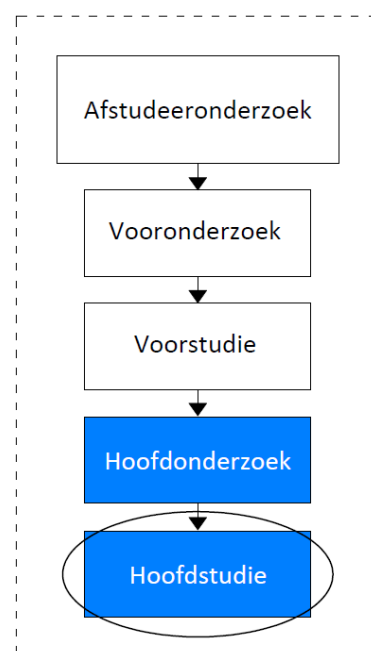
geschiedenis en de huidige status van BIM aan de orde. Daarnaast is het pilot project beschreven waar het onderzoek op zal worden getoetst. De objecten die in het pilot project zijn ontworpen zijn in de voorstudie gedefinieerd. De voorstudie dient als kapstok waaraan de hoofdstudie kan worden opgehangen.

De hoofdstudie rapporteert over de onderzoeksresultaten van de afstudeeropdracht. Aan de hand van het pilot project is ervaring opgedaan met 3D en 4D objectgeoriënteerd ontwerpen. Deze resultaten worden aan ARCADIS Mobiliteit gepresenteerd als uitkomst van het onderzoek.

In figuur 2.3 staat de structuur van het afstudeeronderzoek afgebeeld. Te zien is dat de onderdelen waaruit het onderzoek bestaat elkaar opvolgen. Zoals hierboven vermeld begint het onderzoek naar 3D en 4D objectgeoriënteerd ontwerpen met een vooronderzoek. Dit

Afbeelding 2.3

Structuur afstudeeronderzoek



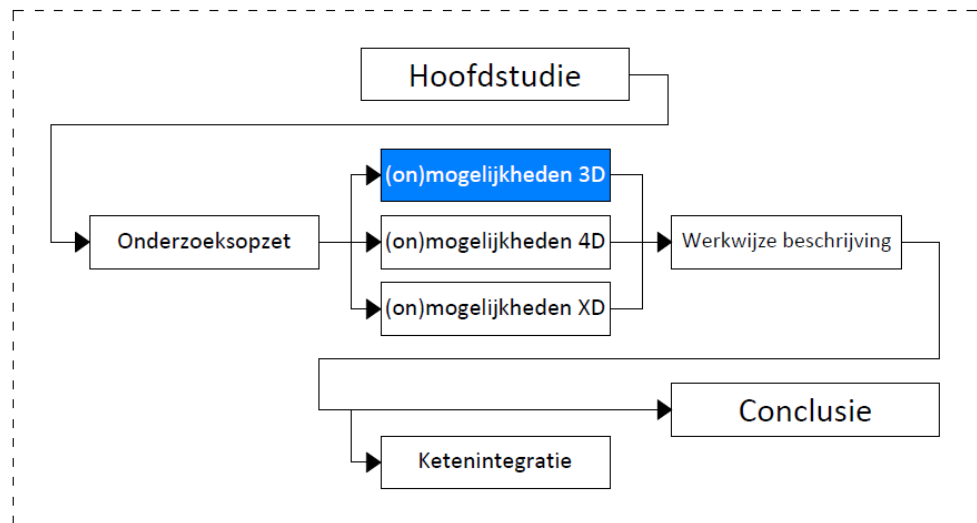


vooronderzoek wordt gebruikt als informatiebron voor het hoofdonderzoek. Nadat de voorstudie is afgerond start het hoofdonderzoek. De resultaten hiervan staan vermeld in de hoofdstudie.

# HOOFDSTUK 3 (on)mogelijkheden 3D

Afbeelding 3.1

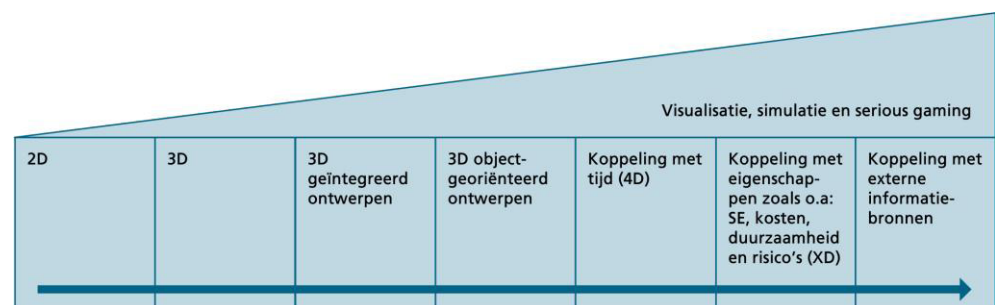
Structuur Hoofdstudie –  
(on)mogelijkheden 3D



In onderstaand BIM groeimodel staan 3 3D fases genoteerd. Er zijn immers ook 3 manieren om 3D te ontwerpen. De eerste mogelijkheid om het ontwerp per discipline binnen ARCADIS 3D te ontwerpen is door middel van lijnen. De tweede mogelijk is gezamenlijk met meerdere disciplines uit te voeren, te weten 3D geïntegreerd ontwerpen. De derde mogelijk is 3D objectgeoriënteerd ontwerpen. Hierbij wordt gemodelleerd in plaats van ontworpen door middel van objecten. Deze hebben een massa en er kan informatie aan gekoppeld worden. De mogelijkheden en onmogelijkheden waar dit hoofdstuk op gebaseerd is, is de fase 3D objectgeoriënteerd ontwerpen.

Afbeelding 3.2

BIM groeimodel



Dit hoofdstuk is opgedeeld in twee delen. Het eerste gedeelte gaat over de mogelijkheden van 3D objectgeoriënteerd ontwerpen, het tweede gedeelte gaat over de onmogelijkheden hiervan. Beide paragrafen zijn onderverdeeld in de softwareprogramma's Civil 3D, Revit en Navisworks.

## 3.1

## MOGELIJKHEDEN 3D FASE

Gedurende het hoofdonderzoek zijn de mogelijkheden van de 3D fase onderzocht. Allereerst is het alignment van de weg gemodelleerd in Civil 3D. Daarna is het aqua-ecoduct gemodelleerd met Revit Structure. Als laatste zijn deze twee modellen samengevoegd in Navisworks. Deze drie stappen staan hieronder nader omschreven.

## 3.1.1

## CIVIL 3D



Het alignment is 3D objectgeoriënteerd ontworpen met Civil 3D. De ondervonden mogelijkheden hiervan staan hieronder opgesomd:

- § Gewerkt met RD-coördinaten.
- § 3D surface creëren uit een genio import van MX.
- § 3D weg-as creëren uit een genio import van MX.
- § Horizontaal alignment creëren vanuit de 3D weg-as.
- § Verticaal alignment creëren vanuit de 3D weg-as.
- § Assemblies creëren binnen Civil 3D.
- § Corridor creëren binnen Civil 3D.
- § Surface creëren voor de onderkant van het aqua/ecoduct.
- § Model aankleden met een auto uit een bibliotheek.

Deze punten worden hieronder toegelicht.

*Gewerkt met RD-coördinaten*

Afbeelding 3.3

Onze Lieve Vrouwe toren, te Amersfoort



Er is gewerkt met behulp van RD coördinaten. RD coördinaten staat voor Rijksdriehoek coördinaten. Het is een coördinatenstelsel welke alleen in Nederland wordt gebruikt. Vroeger was het nulpunt van het stelsel de Onze Lieve Vrouwe toren in Amersfoort. Het nadeel van dit nul punt zijn de negatieve coördinaten. Ten zuiden en ten westen van de toren zijn de coördinaten namelijk negatief. Ten noorden en oosten van de toren zijn de coördinaten wel positief. De X-as geldt voor westelijke en oostelijke richting. De Y-as geldt voor noordelijke en zuidelijke richting.

Om verwarring te voorkomen is er een ander nulpunt vastgesteld in de periode tussen 1960 en 1978. Het nieuwe nulpunt is zo vastgesteld dat alle coördinaten positief zijn. In de volksmond ligt het nulpunt in Parijs, waarbij vaak de Eiffeltoren wordt aangewezen. Dit is niet helemaal waar. Het punt ligt namelijk midden in een weiland, 120 kilometer ten zuidoosten van Parijs. Ten opzichte van het vorige 0 punt, de Onze Lieve Vrouwe toren in Amersfoort, is het punt 155 kilometer naar het westen verplaatst en 463 kilometer naar het zuiden. De toren heeft dus nu de coördinaten: X=155.000 en Y=463.000. De X waarden waarin Nederland ligt is tussen 0 en 300 kilometer. Voor de Y waarden geldt tussen 300 en 620 kilometer.

Gedurende het hoofdonderzoek is gebruik gemaakt van dit RD stelsel. Binnen het model is een zogenaamd project base point gemaakt. Dit is het punt welke in Revit en Civil 3D continu gelijk moet blijven, zodat Navisworks het goed kan interpreteren. Het project base point is gemaakt vanuit het snijpunt tussen de weg-as en de as van de Zweth. De coördinaten hiervan zijn: X= 83838.8125 en Y= 440886.7127 Het nul punt is hierbij het normale nul punt van Civil 3D.

Er is gewerkt met de RD coördinaten, omdat dit een goed en betrouwbaar stelsel is. Het is bovendien het meeste gebruikelijke stelsel binnen Nederland.

### *3D surface creëren uit een genio import van MX*

Omdat het ontwerp van de A4 reeds in MX is ontworpen, was dit bestand beschikbaar voor het afstudeeronderzoek. Aangezien Civil 3D niet MX bestanden kan inlezen, is er in MX een genio import gemaakt. Dit bleek een sterk bestand te zijn, maar er zaten wel een aantal mankementen aan. Het bestand bestond uit een bestaande ondergrond en een wegontwerp. De bestaande ondergrond was goed geschikt om een 3D surface mee te creëren. Een surface is een soort ondergrond. Aangezien er een Z waarde in de Genio Import zat, was het mogelijk om een 3D surface te genereren. Vanuit de surface was het mogelijk om een triangulatie over de ondergrond te maken, zodat de ondergrond een echte massa kreeg met vlakken. Hier is vervolgens een grading in gemaakt, waar het alignement in gemodelleerd kon worden. Een grading is een soort bouwput. Omdat de A4 tussen Delft en Schiedam verdiept aangelegd wordt moet het worden uitgegraven en wordt het een bouwput.

### *3D weg-as creëren uit een genio import van MX*

De zo juist omschreven genio import bevatte tevens een wegontwerp. Dit wegontwerp was niet bruikbaar, omdat Civil 3D het niet kan interpreteren. Wel zat er een bruikbare weg-as in. De weg-as is bijgesneden, zodat de as binnen ons gebied alleen over bleef. Deze 3D weg-as is eerst geconverteerd naar een 2D lijn om er een horizontaal alignement van te kunnen maken.

### *Horizontaal alignement creëren vanuit de 3D weg-as*

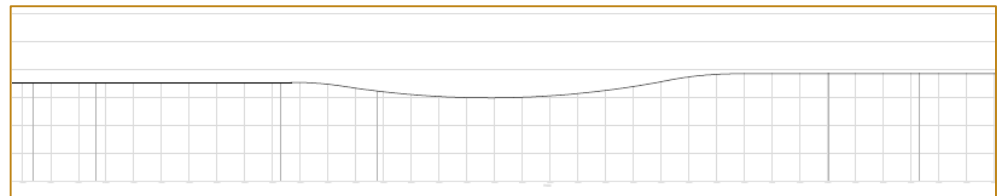
De weg-as uit de genio import van MX was niet bruikbaar, omdat Civil 3D de weg-as niet herkende als een horizontaal alignement. Wel bleek het goed mogelijk te zijn om de 3D weg-as eerst te converteren naar een 2D lijn en er vervolgens een alignement van te maken in Civil 3D. Het alignement bevat Rechtstanden, boogstralen en overgangsbogen.

### *Verticaal alignement creëren vanuit de genio import van MX*

In tegenstelling tot het horizontale alignement, kon het verticale alignement overgenomen worden uit de genio import van MX. Civil 3D herkende het verticale alignement wel goed, zodat deze wel gebruikt kon worden.

Afbeelding 3.4

Verticale Alignement



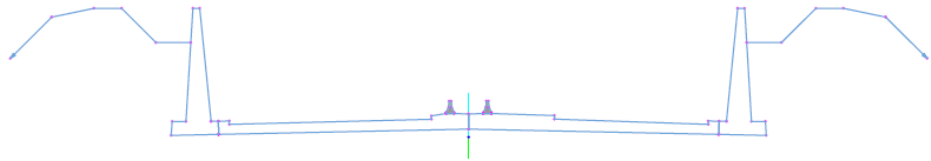
In bovenstaande afbeelding is het verticale alignement te zien. De linkerzijde is de noordzijde, de rechterzijde is de zuidzijde. Het gedeelte waar het alignement verder naar beneden zakt, is het gedeelte waar het aqua/ecoduct zich bevindt.

### *Assemblies creëren binnen Civil 3D*

Onder een assembly kan men een dwarsdoorsnede van een weglichaam verstaan. Het alignement in deelgebied Zweth bestaat uit 3 assemblies. Een assembly voor de zuidkant, welke op afbeelding 3.5 te zien is, een assembly voor het aqua/ecoduct gedeelte en een assembly voor de noordkant.

Afbeelding 3.5

## Assembly



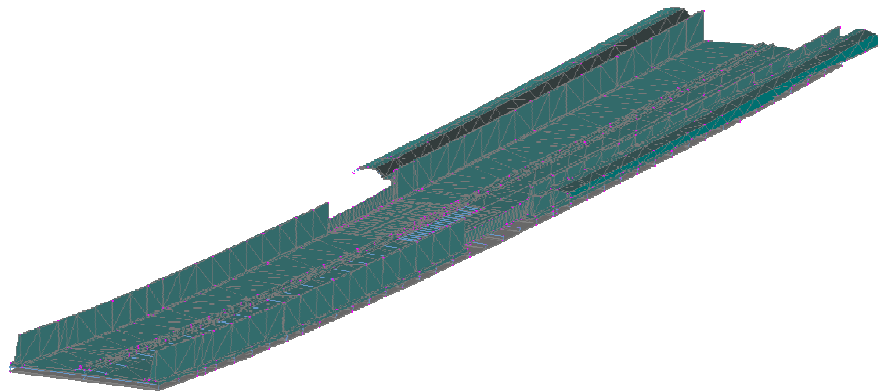
Een assembly is opgebouwd uit subassemblies. Een voorbeeld van een subassembly is een damwand of een barriër. Aan de subassemblies worden codes gekoppeld. Door middel van de codes is het mogelijk om surfaces van bepaalde onderdelen te maken, bijvoorbeeld een wegdek. Op deze manier ontstaat er een object met een massa.

*Corridor creëren binnen Civil 3D*

Wanneer er een surface, een horizontaal alignement, een verticaal alignement en een assembly gecreëerd zijn, kan er een corridor gemodelleerd worden. Een corridor is het wegontwerp. Op onderstaande afbeelding 3.6 is de corridor te zien welke gebruikt is in het model.

Afbeelding 3.6

## Corridor



In het midden van de corridor is ruimte overgelaten voor het in Revit te modelleren kunstwerk. De afmetingen hiervan zijn in eerste instantie globaal uitgezet. In Navisworks bestond de mogelijkheid om het verschil wat er nog was op te meten en waar nodig aan te passen.

*Surface creëren voor de onderkant van het aqua/ecoduct*

De damwand die over de gehele lengte van het traject loopt, volgt zijn weg onder het aqua/ecoduct. Echter, hier kan hij zijn originele hoogte, zoals voor en na het aqua/ecoduct, niet behouden. Hiervoor is het van belang dat er in Civil 3D reeds een onderkant van het aqua/ecoduct wordt

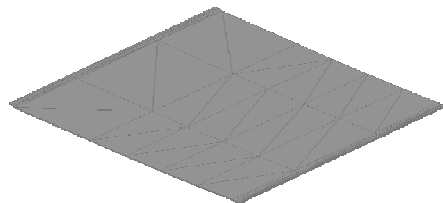
gemodelleerd. Hierbij is de as van de Zweth als alignement gebruikt, het horizontale alignement. Daarnaast is er een verticaal alignement gemaakt en is er een assembly gemodelleerd. Op deze manier was het mogelijk om een corridor te creëren. Over de corridor heen is een surface gemodelleerd, welke op de afbeelding hiernaast is te zien. Wanneer er een surface is gecreëerd, is

het mogelijk om de damwand naar dit surface te laten lopen, oftewel te targetten. In plaats van dat de damwand een bepaalde hoogte meekrijgt, wordt hij nu getarget naar het surface. Op deze manier volgt de damwand de surface van het kunstwerk.

Afbeelding 3.7

## Surface Onderkant

## Aqua/ecoduct

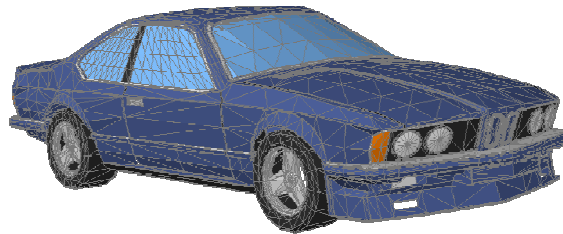


### *Model aankleden met een 3D auto uit een bibliotheek*

Om het geheel aan te kleden en om orde van grote aan te geven, zijn er een aantal auto's in het model gemodelleerd. Een afbeelding hiervan staat hieronder weergegeven. De auto's komen uit de bibliotheek van de website [www.cben.net](http://www.cben.net).

Afbeelding 3.8

3D auto



### 3.1.2

#### REVIT



Het kunstwerk, het aqua/ecoduct, is 3D objectgeoriënteerd ontworpen met Revit Structure. Revit Structure wordt voortaan aangeduid als Revit. Naast Revit Structure bestaat er ook een Revit Architecture. Beide programma's zijn in eerste instantie geproduceerd voor de bouwsector. Het technische model wordt met Structure gemaakt en het aanzicht model wordt met Architecture gemaakt. Revit Structure bleek na onderzoek van Civiele mensen ook zeer geschikt te zijn om kunstwerken mee te ontwerpen. Om deze reden wordt Revit Structure gebruikt om kunstwerken mee te ontwerpen. De ondervonden mogelijkheden van Revit staan hieronder opgesomd:



- § Civil 3D bestand als ondergrond ingeladen in Revit.
- § Gewerkt met RD-coördinaten.
- § Het aqua/ecoduct op de juiste plaats modelleren.
- § Het aqua/ecoduct gemodelleerd zoals omschreven in het inpassings- en vormgevingsplan.
- § De sloten in het gehele gebied voorzien van water.
- § De viaduct Oostveenseweg gemodelleerd.
- § Een lantaarnpaal gemodelleerd.
- § Model aankleden met een 3D auto uit een bibliotheek

Hieronder worden de punten nader omschreven.

#### *Civil 3D bestand als ondergrond ingeladen in Revit*

Binnen Revit bestaat de mogelijkheid om een Civil 3D bestand te linken aan het Revit model. Op die manier is het mogelijk om goed inzichtelijk te maken waar het kunstwerk gemodelleerd dient te worden. Binnen Revit bestaat tevens de mogelijkheid om het model op verschillende manier te tonen. Er kunnen alleen driehoeken worden weergegeven, maar men kan er ook een realistisch plaatje van laten zien. Zo is het mogelijk om diverse aanpassingen te kunnen doorvoeren.

#### *Gewerkt met RD-coördinaten*

Binnen Revit is ook met RD-coördinaten gewerkt. Dit werkt wel op een iets andere manier dan bij Civil 3D. Evenals bij Civil 3D heeft Revit een project base point, aangeduid met:  Dit punt is het kruispunt tussen de weg-as en de as van de Zweth. Het nul punt is in tegenstelling tot Civil 3D niet vast. Het is een punt die verplaatst kunt worden en wordt aangeduid met:  Dit punt wordt het survey point genoemd. Het survey point kan in deze hoofdstudie worden gezien als het punt nabij Parijs<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Een opmerking hierbij is de verschillende eenheden, gebruikt tussen Revit en Civil 3D. In Civil is het coördinaat gedefinieerd in meters. In Revit dient het coördinaat gedefinieerd te worden in millimeters. Dit geeft geen probleem tijdens het modeleren.

### *Het aqua/ecoduct op de juiste plaats modelleren*

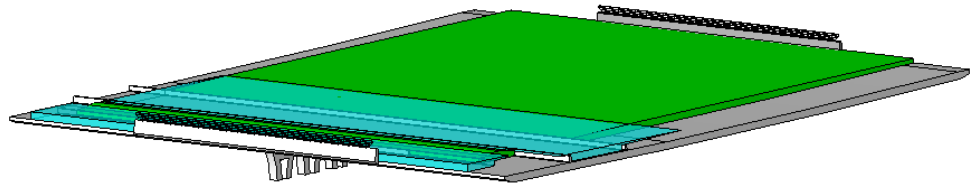
Nadat het survey point en het project basepoint op de juiste plaats waren gezet, was het heel goed mogelijk om het aqua/ecoduct te modelleren. De NAP hoogtes zijn overgenomen uit de surface van het Civil 3D model en het inpassings- en vormgevingsplan.

### *Het aqua/ecoduct gemodelleerd zoals omschreven in het inpassings- en vormgevingsplan.*

In het inpassings- en vormgevingsplan staat omschreven hoe het aqua/ecoduct er uit moet komen te zien. Binnen Revit is dit heel goed te modelleren door middel van families en models in place. Een family is een object die gemaakt wordt in een aparte tekening. In een family is het mogelijk om een CAD tekening te linken, welke kan worden gebruikt voor de family. Een voordeel van een familie is dat hij vaker gebruikt kan worden, in verschillende tekeningen. Model in places zijn objecten die in de tekening zelf worden gemaakt. Deze kunnen niet in andere tekeningen worden gebruikt.

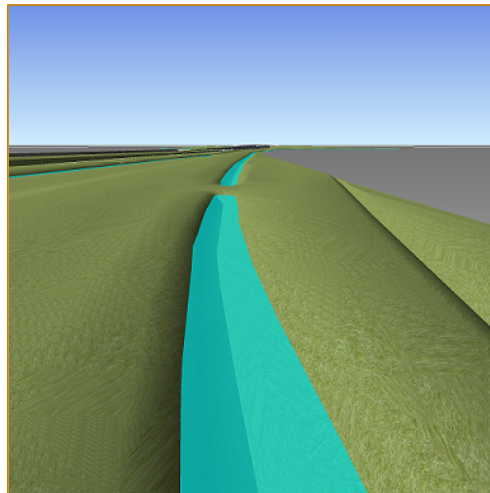
Afbeelding 3.9

Aqua/ecoduct



Afbeelding 3.10

Sloten



### *De sloten in het gehele gebied voorzien van water*

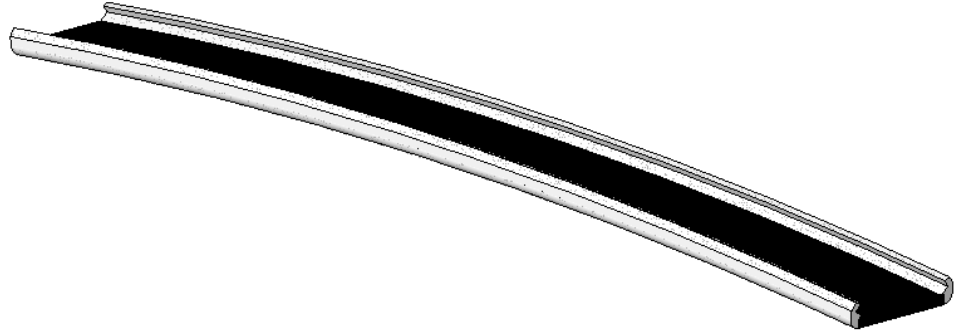
Binnen Revit bestaat de mogelijkheid om sloten te voorzien van water, door middel van een model in place. Het peil is bekend en in de gehele polder hetzelfde. Op deze manier kan er een as worden uitgestippeld over de sloot. Hierop kan een profiel worden geplaatst die worden uitgetrokken over de gehele as. Dit profiel is rechthoekig gemaakt. Doordat deze rechthoek het surface van Civil 3D snijdt in Navisworks, lijkt het op een echte sloot met water.

### *De viaduct Oostveenseweg gemodelleerd*

Een andere mogelijkheid van Revit is een eenvoudig viaduct uiterst snel te modelleren. Nadat het aqua/ecoduct goed en gedetailleerd ontworpen was, bleek er tijd over te zijn. Het onderzoek ging daarom verder om te kijken of het ook simpel en snel kon. Dit is gelukt. In korte tijd kon er een eenvoudig viaduct gemodelleerd worden. Het resultaat hiervan is te zien op afbeelding 3.11.

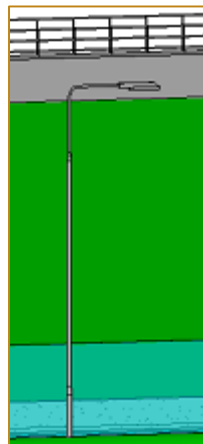
Afbeelding 3.11

Viaduct Oostveenseweg



Afbeelding 3.12

Lantaarnpaal

*Een lantaarnpaal gemodelleerd*

In de voorstudie stond verlichting beschreven als alignementgebonden object. Dit betekent in principe dat het met Civil 3D gemodelleerd dient te worden. Dit is helaas niet gelukt tijdens dit onderzoek. Wel is het mogelijk om een lantaarnpaal te modelleren in Revit. Het resultaat hiervan is hiernaast te zien. De lantaarnpaal is geplaatst op het aqua/ecoduct. Het was niet goed mogelijk gebleken om deze te plaatsen op de het wegmodel, omdat het wegmodel telkens een verschillend niveau heeft en in een bocht loopt. Dit wordt een dubbelgekromde lijn genoemd. Hierover volgt meer in de paragraaf onmogelijkheden, paragraaf 3.2.

*Model aankleden met een 3D auto uit een bibliotheek*

De auto uit Civil 3D is in het Revit model gekopieerd als een family. Dit is goed gelukt, maar er zit één nadeel aan. In Revit is de auto goed zichtbaar, maar wanneer het Revit model in Navisworks wordt bekeken, wordt de auto wit en verliest deze zijn originele kleuren. Hiermee is aangetoond dat het mogelijk is om een AutoCAD Block van het internet te downloaden en deze in Revit te plaatsen, door middel van een Family.

## 3.1.3

## NAVISWORKS



Tijdens het modelleren in Civil 3D en Revit, bood Navisworks de mogelijkheid om beide modellen te kunnen bekijken. De ondervonden mogelijkheden hiervan staan hieronder opgesomd:

- § Een goede visuele check uitvoeren.
- § Renderfunctie.
- § Importeerfunctie van diverse bestandsformaten.
- § Navisworksviewer gebruiken in Civil 3D.

Deze punten zullen hieronder nadere worden omschreven.

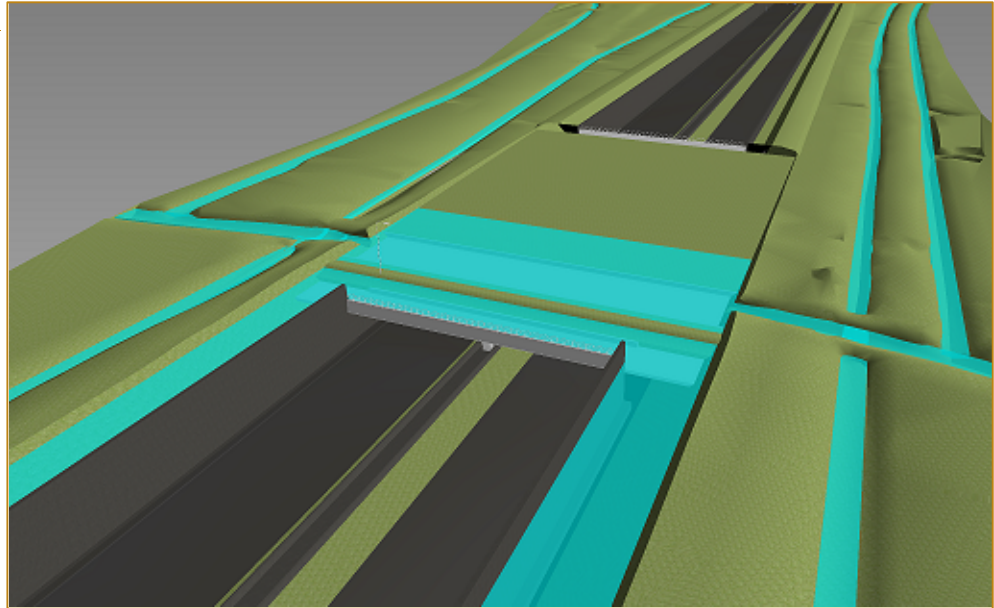


*Een goede visuele check uitvoeren*

Onderstaande afbeelding is een visuele weergave weergegeven uit Navisworks.

Afbeelding 3.13

Visuele weergave uit  
Navisworks



Een functie van Navisworks is de presenter. Met de presenter bestaat de mogelijkheid om objecten een materiaal te geven. Deze materialen zijn opgenomen in Navisworks. Het gras heeft als materiaaleigenschap gras, de weg van asfalt en de betonnen damwand van beton. Het water daarentegen is gemodelleerd in Revit.

*Renderfunctie*

Binnen Navisworks bestaat de mogelijkheid tot renderen. Renderen is het generen van een digitale

Afbeelding 3.14

Inputformaten van Navisworks

```
Navisworks (*.nwd)
Navisworks File Set (*.nwf)
Navisworks Cache (*.nwc)
3D Studio (*.3ds;*.prj)
Autodesk RealDWG (*.dwg)
Autodesk RealDXF (*.dxf)
PDS Design Review (*.dri)
SAT (*.sat)
ASCII Laser (*.asc;*.txt)
MicroStation Design File (*.dgn;*.prp;*.prw)
DWF (*.dwf;*.dwfx)
FBX (*.fbx)
CIS/2 (*.stp)
IFC (*.ifc)
IGES (*.igs;*.iges)
Inventor (*.ipt;*.iam;*.ipj)
Faro (*.fls;*.fws;*.iQscan;*.iQmod;*.iQwsp)
Informatix MAN (*.man;*.cv7)
JTOpen (*.jt)
Leica (*.pts;*.ptx)
Parasolid Binary (*.x_b)
Riegl (*.3dd)
RVM (*.rvm)
SketchUp (*.skp)
STEP (*.stp;*.step)
STL (*.stl)
VRML (*.vrl;*.wrl)
Z+F (*.zfc;*.zfs)
All Navisworks Files (*.nwd;*.nwf;*.nwc)
```

afbeelding of film uit een driedimensionaal model met behulp van de computer. Er kunnen heel eenvoudig zeer bruikbare afbeeldingen of films gegenereerd worden. Hierboven in afbeelding 3.13 is daarvan een afbeelding te zien. Navisworks kan zelf een film maken uit een aantal vastgelegde kijkpunten, maar het is ook mogelijk om een film te creëren. Het type output file van het gerenderde bestand is tevens flexibel, evenals het formaat van het gerenderde bestand. Op deze manier zijn er veel dingen mogelijk om bijvoorbeeld de opdrachtgever te informeren over de huidige stand van zaken of de omwonenden te laten zien hoe het project er in de toekomst uit zal gaan zien.

*Importeerfunctie van diverse bestandsformaten*

Navisworks staat bekend als een programma dat zeer flexibel om kan gaan met zijn inputfiles. In de afbeelding hiernaast zijn alle formaten te zien.

De eerste drie formaten zijn van Navisworks. Een NWC file is een Navisworks Cache, een NWF file is een

Navisworks file en een NWD file is een Navisworks document. Verderop in deze hoofdstudie zal meer worden uitgelegd over de bestandsformaten van Navisworks. Alle producten van Autodesk, zoals 3D studio, DWG, DXF, DWF, inventor enz. zijn toepasbaar. Maar ook microstation files van Bentley zijn compatible met Navisworks. Het veelbesproken ICF, wat staat voor Industrie Foundation Class, staat uiteraard ook in de lijst. Zelfs bestanden uit Google SketchUp zijn te gebruiken als input file. Het laatste is tevens onderzocht gedurende het hoofdonderzoek. Zo zijn er nog een aantal input formaten welke gebruikt kunnen worden in Navisworks.

#### *Navisworksviewer gebruiken in Civil 3D*

Gedurende het hoofdonderzoek is ondervonden dat er een tool van Navisworks bestaat die gebruikt kan worden in Civil. Dit wordt de Navisworksviewer genoemd. Binnen Civil 3D bestaat een objectenviewer om een 3D view van het model te bekijken. Helaas werkt deze objectenviewer erg lastig en is het niet mogelijk om door je model heen te wandelen, omdat de navigatiemogelijkheden zeer beperkt zijn of niet goed werken. Met de Navisworksviewer is dit wel mogelijk. Met deze viewer is het wel mogelijk om door het model te wandelen. Naast de werkbaarheid van deze viewer, is de Navisworksviewer ook veel sneller dan de objectenviewer van Civil 3D.

## 3.2

### ONMOGELIJKHEDEN 3D FASE

Naast de mogelijkheden van de 3D fase, zijn er ook onmogelijkheden ondervonden gedurende het hoofdonderzoek. De ondervonden onmogelijkheden worden hieronder per softwareprogramma omschreven.

### 3.2.1

#### CIVIL 3D



Aan het alignement, gemodelleerd in Civil 3D, zijn een aantal onmogelijkheden ondervonden:

- § Markering
- § Objectenviewer
- § Lantaarnpalen

Deze punten worden hieronder nader beschreven.

#### *Markering*

Markeringen op het asfalt, zoals een kantstreep of een 3-9 streep zijn niet mogelijk om in 3D te modelleren. Een 3-9 streep is een onderbroken streep waarbij het onderbroken deel 9 meter is en het streepgedeelte 3 meter bedraagt. Markeringen worden gemaakt door een feature style aan een feature line te koppelen. Een feature line loopt op een bepaalde afstand parallel aan de weg as. Het was wel mogelijk om een feature style te koppelen aan een feature lijn en deze te zien in de assemblies en dwarsdoorsneden, maar het was niet mogelijk om de markering te zien in de objectenviewer of de Navisworksviewer

#### *Objectenviewer*

Een andere onmogelijkheid van Civil 3D is de objectenviewer. De objectenviewer van Civil 3D werkt niet handig. Hij kan niet op een soepele manier bewegen en bovendien is hij erg traag. Er bestaat zelfs een grote kans dat er een Fatal Error optreedt wanneer er een te groot gedeelte van het model bekeken wordt. Als er een Fatal Error optreedt, sluit het programma af, waarbij meestal een groot deel van het werk verloren gaat.

#### *Lantaarnpalen*

Lantaarnpalen zijn in principe alignement gebonden objecten. Aangezien alignement gebonden objecten het best in Civil 3D ontworpen kunnen worden, is er onderzocht of ook lantaarnpalen gemodelleerd kunnen worden in Civil 3D. Dit is helaas niet gelukt in het onderzoek. Wel was het mogelijk om de lantaarnpaal in Revit te ontwerpen.

## 3.2.2

## REVIT



Ook aan het kunstwerk, gemodelleerd in Revit zijn een aantal onmogelijkheden ondervonden, te weten:

- § Formaat van het projectgebied.
- § Dubbelgekromde lijnen interpreteren.

Deze punten zullen hieronder nader worden toegelicht.

#### *Formaat van het projectgebied*

Aangezien Revit gemaakt is om gebouwen mee te ontwerpen, heeft het programma een limiet aan het projectgebied. Dit gebied mag maximaal 2 mijl bij 2 mijl zijn (3 kilometer bij 3 kilometer). Een gebouw is normaal gesproken niet groter dan dat gebied. Een nadeel komt om de hoek kijken wanneer er een Civil 3D model onder wordt gelegd. Een ondergrond is bijna altijd groter dan voornoemde afmetingen. Wel bestaat er een mogelijkheid om het Civil 3D model eronder te leggen. In het Civil 3D model dienen zeer veel lagen uitgezet te worden, zodat er nog maar een klein model zichtbaar blijft. Dit kan wel worden ingeladen in Revit, omdat Revit dit herkent als een klein projectgebied. Hierna kunnen de lagen aangezet worden. Het werkt op deze manier wel, maar het is niet zoals het zou moeten.

#### *Dubbelgekromde lijnen interpreteren*

De grootste onmogelijkheid van Revit is het interpreteren van dubbelgekromde lijnen. Aangezien er geen enkele weg in Nederland bestaat die geheel vlak of helemaal recht is, bezit iedere weg een dubbelgekromde lijn. Dit wordt momenteel als de grootste onmogelijkheid van Revit gezien, omdat Revit hier niet mee om kan gaan.

## 3.2.3

## NAVISWORKS

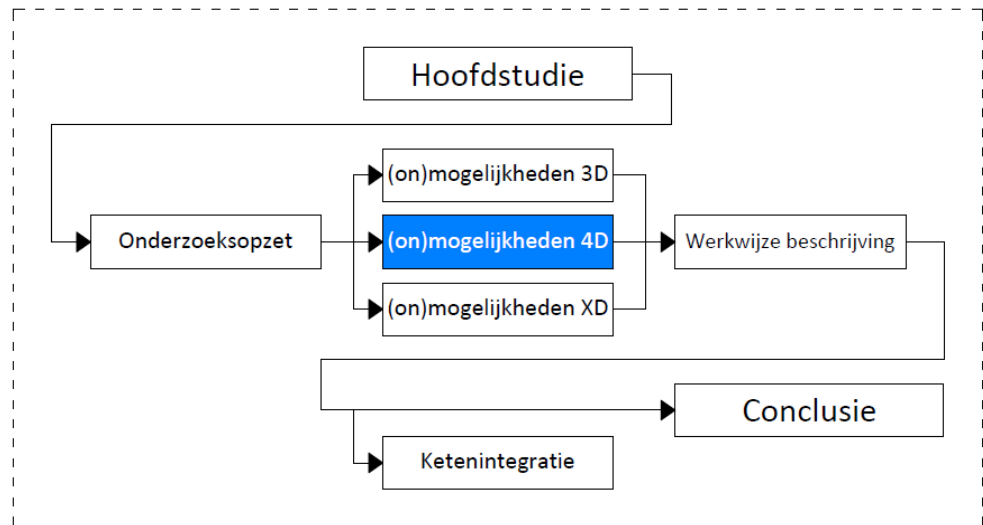


In de 3D fase zijn geen onmogelijkheden ondervonden voor Navisworks.

## HOOFDSTUK

## 4 (on)mogelijkheden 4D

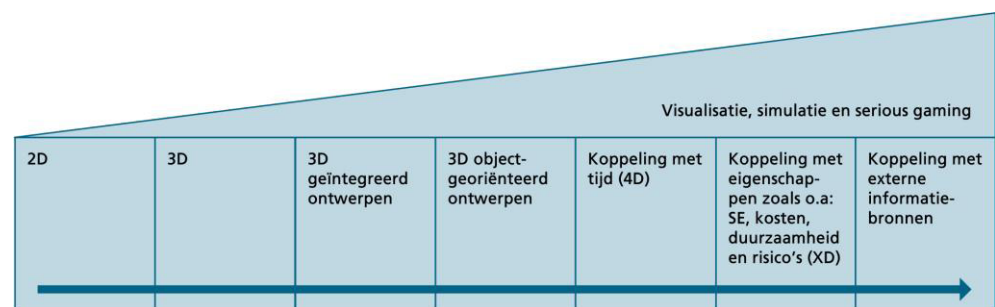
Afbeelding 4.1

Structuur Hoofdstudie –  
(on)mogelijkheden 4D

De mogelijkheden en onmogelijkheden in dit hoofdstuk zijn gerelateerd aan de planning. In onderstaand groeimodel is de 4D fase terug te vinden. In de 4D fase wordt er een koppeling met de tijd tot stand gebracht. Het is de bedoeling dat er een tijdsbalk van het model wordt gecreëerd, waarbij het model opbouwt en afbouwt wanneer men over de tijdsbalk beweegt. Deze mogelijkheid biedt Navisworks. Het doel van de 4D fase is het toetsen van de fasering.

Afbeelding 4.2

BIM groeimodel



Dit hoofdstuk is evenals het voorgaande hoofdstuk verdeeld in twee gedeeltes. Allereerst worden de mogelijkheden besproken en vervolgens komen de onmogelijkheden van 4D fase aan de orde. Dit alles gebeurt vanuit de softwareapplicatie van Navisworks.

## 4.1

## MOGELIJKHEDEN 4D

In deze paragraaf worden de mogelijkheden van de 4D fase beschreven. De volgende onderdelen komen aan bod, gevolgd door een nadere beschrijving:

- § Planning creëren in Navisworks
- § Planning importeren in Navisworks
- § Planning exporteren vanuit Navisworks

#### 4.1.1

#### PLANNING CREËREN IN NAVISWORKS



Er zijn 2 manieren om met een planning te werken in Navisworks. De eerste manier is een planning creëren binnen Navisworks. De tweede manier is een planning importeren in Navisworks. De mogelijkheden van een planning importeren in Navisworks worden in de volgende subparagraaf uitgelegd, aan de hand van de volgende tussenkoppen:

- § Taken
- § Gantt View
- § Visualisatie modus
- § Simulatie modus

##### *Taken*

Hetgeen wat als eerste mogelijk is, is het creëren van taken. Een aantal van deze taken staan hieronder opgesomd.

Afbeelding 4.3

Takenlijst

Name	Status	Active	Start	End
Damwand deel 3 Links		<input checked="" type="checkbox"/>	0:00:00 25-4-2010	0:00:00 26-4-2010
Damwand Deel 3 Rechts		<input checked="" type="checkbox"/>	0:00:00 27-4-2010	0:00:00 28-4-2010
Damwand Deel 2 Links		<input checked="" type="checkbox"/>	0:00:00 29-4-2010	0:00:00 30-4-2010
Damwand Deel 2 Rechts		<input checked="" type="checkbox"/>	0:00:00 1-5-2010	0:00:00 2-5-2010
Damwand Deel 1 Links		<input checked="" type="checkbox"/>	0:00:00 3-5-2010	0:00:00 4-5-2010
Damwand Deel 1 Rechts		<input checked="" type="checkbox"/>	0:00:00 5-5-2010	0:00:00 6-5-2010

Vervolgens dient er een begindatum en een einddatum aan de taken te worden gekoppeld. De data die gekozen zijn, zijn fictief. Het idee achter de planning is een visuele weergave te maken van het opbouwen van het project. Hierbij is het niet van belang of het juiste aantal dagen voor een bepaald onderdeel wordt gehanteerd.

##### *Gantt view*

Een Gantt view is een strokenplanning. Wanneer er een start- en een einddatum aan een taak is gekoppeld, is het mogelijk om de planning te bekijken als een strokenplanning. Deze manier van een planning bekijken is gelijk aan de manier, zoals het in bijvoorbeeld Microsoft Project wordt bekeken. Wanneer een bepaalde taak langer duurt, zal de balk behorende bij de taak ook langer worden.

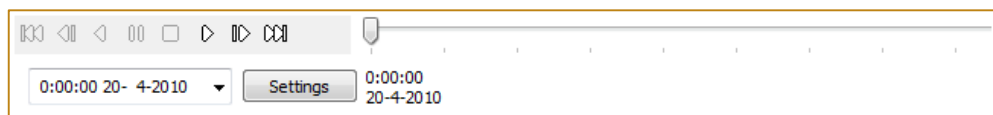
Afbeelding 4.4

Gantt view

Name	Status	Start	End	Planned Sta	april 2010	mei 2010
Damwand deel 3 Links		25-4-2010 0:00:00	26-4-2010 0:00:00	NA	W16	W17
Damwand Deel 3 Rechts		27-4-2010 0:00:00	28-4-2010 0:00:00	NA		W17
Damwand Deel 2 Links		29-4-2010 0:00:00	30-4-2010 0:00:00	NA		W17
Damwand Deel 2 Rechts		1-5-2010 0:00:00	2-5-2010 0:00:00	NA		W17
Damwand Deel 1 Links		3-5-2010 0:00:00	4-5-2010 0:00:00	NA		W18
Damwand Deel 1 Rechts		5-5-2010 0:00:00	6-5-2010 0:00:00	NA		W18

Afbeelding 4.5

Schuifbalk



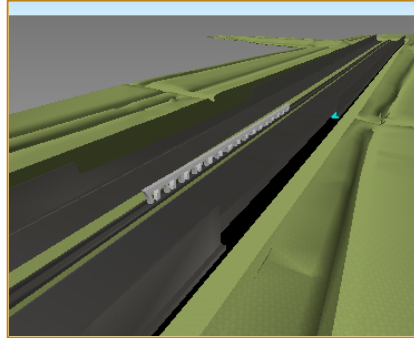
##### *Simulatie modus*

Binnen Navisworks bestaat de mogelijkheid om het model op te bouwen of weer af te breken. Als de taken inclusief start- en einddatum goed zijn aangemaakt, kan het model opgebouwd worden door

de schuifbalk te bewegen over de lijn. Ook kan het model zichzelf laten opbouwen door op de playknop te drukken.

Met de settingsknop bestaat de mogelijkheid tot het aanpassen van de tijdsbalk. Op deze manier is het mogelijk om de tijd aan te passen, welke is benodigd om de schuif te bewegen van links naar rechts.

Afbeelding 4.6  
Visualisatie planning



#### Visualisatie modus

Zoals reeds is uitgelegd bij de mogelijkheden van de 3D fase, kunnen er met Navisworks goede visualisaties worden gemaakt. Hiermee worden zowel de film als de afbeeldingen bedoeld. De visualisatie modus kan ook in de 4D fase worden gebruikt. Als de schuifbalk naar een plaats in de tijd is verschoven kunnen er afbeeldingen gegenereerd worden van hetgeen op dat moment op het scherm te zien is. Deze afbeeldingen kunnen ook gerenderd worden, zodat de afbeelding zoals hier te

zien is wordt verkregen. Daarnaast is het ook mogelijk om de planning als film te renderen. Hierbij is het zelfs mogelijk dat het beeld verplaatst naar het desbetreffende onderdeel, welke op dat moment wordt opgebouwd.

### 4.1.2 PLANNING IMPORTEREN IN NAVISWORKS

Afbeelding 4.7  
Importeerprogramma's  
planning

Primavera Project Management 4-6  
Microsoft Project 2000-2007  
Microsoft Project MPX  
Primavera P6 (Web Services)  
CSV File

In de afbeelding hiernaast is te zien van welke programma's het mogelijk is om een planning te importeren. Binnen het onderzoek is hiermee niet geëxperimenteerd. Het voordeel van een planning importeren is dat de taken niet meer in Navisworks aangemaakt dienen te worden. Wel dienen de objecten behorende bij de taken gekoppeld te worden.

### 4.1.3 PLANNING EXPORTEREN VANUIT NAVISWORKS

De planning exporteren vanuit Navisworks is zowel een mogelijkheid als een onmogelijkheid. Hier zal de mogelijkheid worden uitgelegd, in de volgende paragraaf komt de onmogelijkheid aan de orde.

Vanuit Navisworks is er 1 bestandsformaat mogelijk als exportfile, een CSV file. CSV staat voor Comma Separated Values. Het is bestand waarbij alle waarden van een regel in 1 cel staan, gescheiden door komma's. Hieronder is een deel van de output file te zien. De mogelijkheid hierbij is het exporteren van de planning uit Navisworks.

Afbeelding 4.8  
CSV output file

Damwand deel 3 Links,,1,0:00:00	25-4-2010,0:00:00	26-4-2010,,Construct,Attached Selection,,,,,Scale
Damwand Deel 3 Rechts,,1,0:00:00	27-4-2010,0:00:00	28-4-2010,,Construct,Attached Selection,,,,,Scale
Damwand Deel 2 Links,,1,0:00:00	29-4-2010,0:00:00	30-4-2010,,Construct,Attached Selection,,,,,Scale
Damwand Deel 2 Rechts,,1,0:00:00	1-5-2010,0:00:00	2-5-2010,,Construct,Attached Selection,,,,,Scale
Damwand Deel 1 Links,,1,0:00:00	3-5-2010,0:00:00	4-5-2010,,Construct,Attached Selection,,,,,Scale
Damwand Deel 1 Rechts,,1,0:00:00	5-5-2010,0:00:00	6-5-2010,,Construct,Attached Selection,,,,,Scale

## 4.2

### ONMOGELIJKHEDEN 4D

In deze paragraaf wordt de onmogelijkheid van de 4D fase beschreven. Deze onmogelijkheid is het exporteren van de planning vanuit Navisworks.

#### 4.2.1

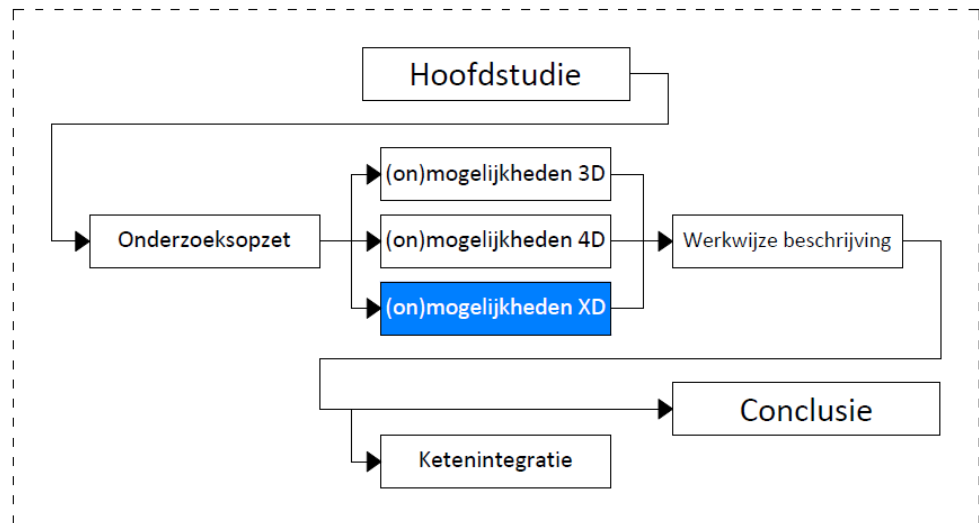
##### PLANNING EXPORTEREN VANUIT NAVISWORKS

Naast het feit dat de planning exporteren vanuit Navisworks een mogelijkheid is, is het ook een onmogelijkheid. Er is namelijk maar 1 output file mogelijk, de CSV file. Nadat de CSV file was gecreëerd is er onderzocht of de CSV file in andere programma's geïmporteerd kon worden. Het was wel mogelijk om de planning te openen met Microsoft Excel, zoals op de afbeelding op de vorige pagina te zien is. Helaas was het niet mogelijk om de planning te openen met een planningsprogramma, zoals Microsoft Project. Met Microsoft Project was het niet mogelijk de CSV file te importeren.

# HOOFDSTUK 5 (on)mogelijkheden XD

Afbeelding 5.1

Structuur hoofdstudie –  
(on)mogelijkheden XD



Dit hoofdstuk omschrijft de mogelijkheden en onmogelijkheden van de fase XD in een BIM. XD bestaat uit de koppeling met eigenschappen van een object. Een aantal koppelingen is onder andere System Engineering, kostenraming, duurzaamheid en risico's. Het is echter ook mogelijk om het model te vullen met informatie over bijvoorbeeld de eigenaar van het bouwwerk, technische specificaties of een onderhoudstermijn.

Het onderzoek naar de (on)mogelijkheden van XD is uitgevoerd nadat fase 3D en 4D zijn afgerond, omdat de gestelde tevredenheidsgrens van het onderzoek lag na het afronden van de fase 4D. De XD fase werd beschouwd als een extra toevoeging aan het onderzoek. Gezien de beschikbare tijd is gekozen om de XD fase wel mee te nemen in het onderzoek. In de XD fase is gekeken naar het koppelen van eigenschappen en materialen aan objecten.

## 5.1 MOGELIJKHEDEN XD

Wanneer het 3D model gereed is kan begonnen worden met het koppelen van de planning. Wanneer dit gereed is, wordt het model in de XD fase voorzien van eigenschappen. Er zijn veel uiteenlopende eigenschappen te benoemen. ARCADIS focust zich in fase XD met name op System Engineering, kostenraming, duurzaamheid en de risico's. In dit onderzoek is vooral gekeken naar de mogelijkheden van het feitelijke koppelen van eigenschappen en niet zozeer naar de invulling van de eigenschappen, zoals System Engineering en duurzaamheid.



## 5.1.1

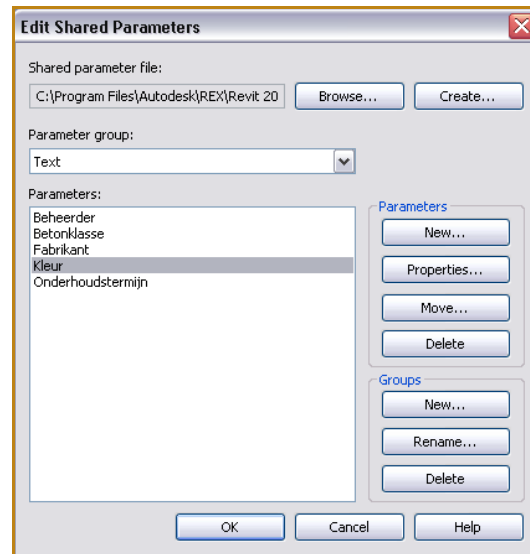
## EIGENSCHAPPEN TOEKENNEN AAN OBJECTEN IN REVIT



Revit biedt de mogelijkheid om het object dat gemodelleerd wordt van informatie te voorzien. Het is in Revit mogelijk om in de eigenschappen van een object zelf velden aan te maken. Dit is mogelijk via de optie Shared parameter. In afbeelding 5.2 staat het invoerscherm van de Shared Parameter afgebeeld. In dit scherm zijn Parameter groups aan te maken. In het voorbeeld is gekozen om de parameter groups de naam "Text" mee te geven. Deze parameter group kan gevuld worden met parameters. Hier kan naar wens parameters worden aangemaakt. Voorbeelden van parameters zijn beheerder, betonklasse, fabrikant, kleur, enzovoorts.

Afbeelding 5.2

Shared parameter – Revit



Na het aanmaken van de parameters verschijnen deze parameters in het Instance Properties scherm onder het kopje Text. In dit scherm kan er een waarde (value) achter de parameter worden gezet. In het voorbeeld zijn parameters toegekend aan de pijlers onder het aquaduct. In afbeelding 5.3 is te zien welke parameters aan het object in Revit zitten. In het Instance Properties scherm van afbeelding is bijvoorbeeld de waarde Rijkswaterstaat toegekend aan de parameter beheerder.

Afbeelding 5.3

Instance Properties – Revit

Instance Properties

Family: [Dropdown] Load...

Type: [Dropdown] Edit Type...

Instance Parameters - Control selected or to-be-created instance

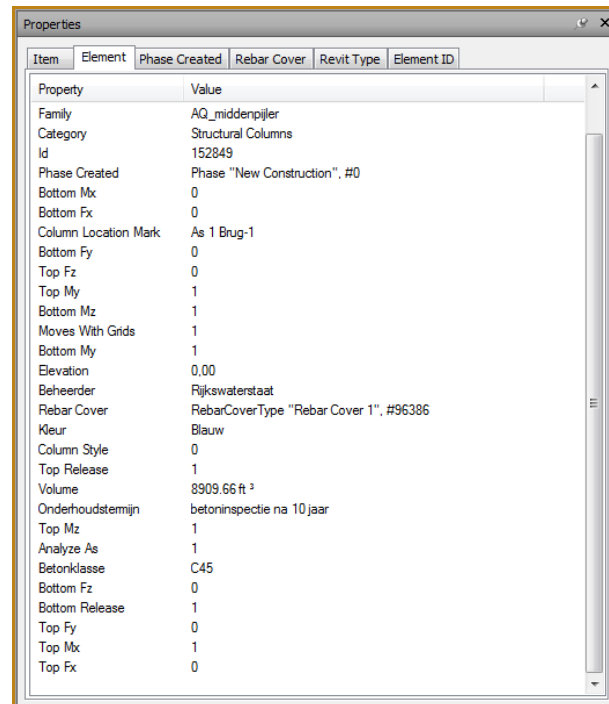
Parameter	Value
<b>Constraints</b>	
Column Location Mark	As 1 Brug-1
Elevation	0.0
Moves With Grids	<input checked="" type="checkbox"/>
Column Style	Vertical
<b>Text</b>	
Beheerder	Rijkswaterstaat
Betonklasse	C45
<b>Structural</b>	
<b>Dimensions</b>	
Volume	252.293 m³
<b>Identity Data</b>	
<b>Phasing</b>	
<b>Structural Analysis</b>	
Top Release	Pinned
Top Fx	<input type="checkbox"/>
Top Fy	<input type="checkbox"/>
Top Fz	<input type="checkbox"/>
Top Mx	<input checked="" type="checkbox"/>
Top My	<input checked="" type="checkbox"/>
Top Mz	<input checked="" type="checkbox"/>
Bottom Release	Pinned
Bottom Fx	<input type="checkbox"/>
Bottom Fy	<input type="checkbox"/>
Bottom Fz	<input type="checkbox"/>
Bottom Mx	<input type="checkbox"/>
Bottom My	<input checked="" type="checkbox"/>
Bottom Mz	<input checked="" type="checkbox"/>
Analyze As	Gravity
Kleur	Blauw
<b>Title Text</b>	
Onderhoudstermijn	betoninspectie na 10 jaar

OK Cancel

De parameters die in Revit zijn toegevoegd kunnen worden uitgelezen in Navisworks. Hiermee wordt aangetoond dat met Revit de mogelijkheid bestaat informatie aan het object te koppelen. In afbeelding 5.4 is te zien hoe de parameters uit Revit getoond worden in Navisworks.

Afbeelding 5.4

Properties - Navisworks



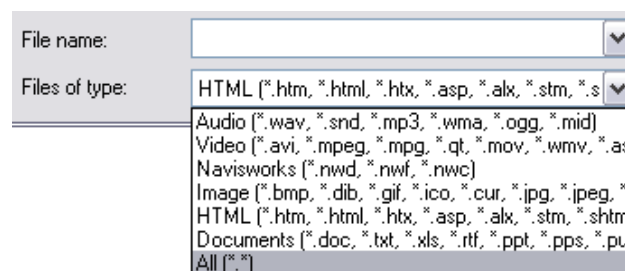
### 5.1.2

#### HYPERLINKS TOEVOEGEN IN NAVISWORKS.



Navisworks beschikt over de mogelijkheid om informatie te koppelen aan een object. Hiervoor wordt gebruikt gemaakt van Links. Hiermee wordt een link gemaakt naar een externe informatiebron. Navisworks kan een groot aantal bestandsformaten linken. In afbeelding 5.5 staan de bestandsformaten die in Navisworks aan een object gelinkt kunnen worden. Zoals te zien is bestaat de mogelijkheid om een link naar een website aan het model te koppelen (.HTML). Deze link kan bijvoorbeeld verwijzen naar bouw informatie van het object, of naar actuele prijzen van kilo staal. Daarnaast is het ook mogelijk om bijvoorbeeld een Word of Excel bestand aan het object te koppelen. Dit bestand kan bijvoorbeeld een kostenraming zijn. Een bestandsformaat dat niet op afbeelding 5.5 vermeldt staat maar wel gekoppeld kan worden is een PDF bestand. Dit kan van grote meerwaarde zijn. Een dergelijke link zou kunnen verwijzen naar een PDF met een detailtekening of naar een richtlijn.

Afbeelding 5.5

Bestandsformaten links –  
Navisworks

De links zijn te openen in zowel de Manage versie van Navisworks als de Freedom versie van Navisworks. Echter alleen in de Manage versie van Navisworks kan een link worden toegevoegd. Voordeel van de Freedom versie is dat iedereen over dit

programma kan beschikken omdat dit freeware is en dus gratis te downloaden is. Iedereen heeft op deze manier de mogelijkheid om informatie over het model op te vragen. Wat hierbij belangrijk is, is dat gewerkt wordt vanaf een gemeenschappelijke schijf. De links in Navisworks verwijzen namelijk

naar een locatie. Wanneer deze locatie beschikbaar is kan het gelinkte bestand geopend worden. Is dit niet het geval dan zal Navisworks een melding geven dat het opgevraagde bestand niet gevonden kan worden.

## 5.2

### ONMOGELIJKHEDEN XD



Naast het vinden van mogelijkheden om XD te koppelen aan het BIM zijn er ook enkele onmogelijkheden gevonden. Deze onmogelijkheden worden in deze paragraaf toegelicht.

#### *Externe bestanden in een Navisworks bestand integreren.*

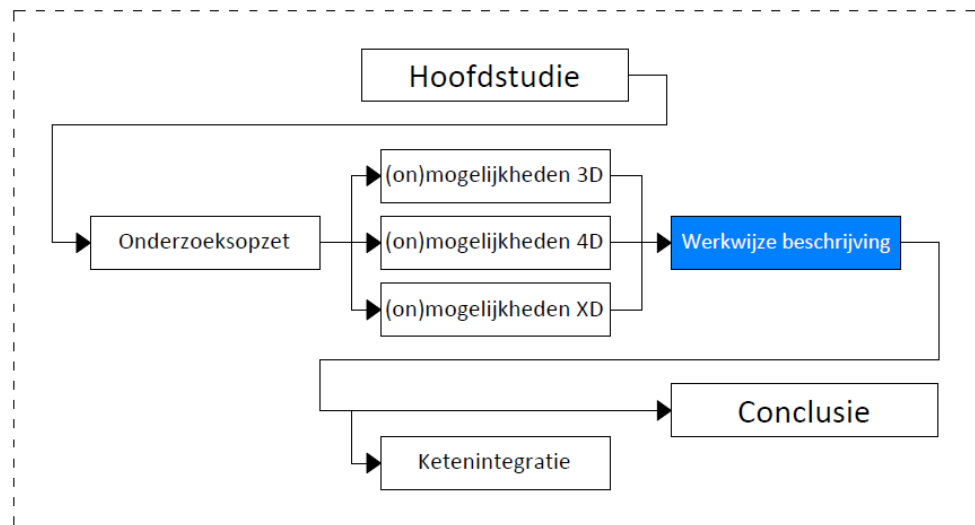
In de mogelijkheden van Navisworks, paragraaf 5.1, wordt genoemd dat het mogelijk is om bestanden aan Navisworks te linken. Op het moment dat een bestand aan een object gelinkt is in Navisworks, betekent dit niet dat het bestand een onderdeel van het Navisworks bestand is. Het gelinkte bestand zit niet bij het Navisworks bestand in. Dit houdt in dat er het beste vanaf een vaste schijf gewerkt kan worden. Anders bestaat de kans dat Navisworks de bestanden niet kan openen, omdat de verwijzing naar het bestand niet correct is.

## HOOFDSTUK

## 6 Werkwijze beschrijving

Afbeelding 6.1

Structuur Hoofdstudie –  
Werkwijze beschrijving



Hoe de mogelijkheden uit hoofdstuk 3, 4 en 5 zijn ondervonden, staat beschreven in hoofdstuk 6 van deze hoofdstudie. Gedurende het hoofdonderzoek is er een model gemaakt met behulp van Civil 3D, Revit en Navisworks. Er zijn 3 fases die hierin zijn meegenomen, te weten de 3D fase, de 4D fase en de XD fase. Het hoofdstuk is tevens opgesplitst in voornoemde fases. De fases komen voort uit het BIM groeimodel.

## 6.1 3D FASE

In de 3D fase is het model 3D objectgeoriënteerd ontworpen. Het alignment is object georiënteerd ontworpen met behulp van Civil 3D, het kunstwerk is objectgeoriënteerd ontworpen met behulp van Revit en de twee modellen zijn samengevoegd in Navisworks. In deze paragraaf komen de volgende onderdelen aan de orde:

- § Civil 3D
- § Revit
- § Navisworks

Deze punten zullen hieronder nader worden toegelicht.

### 6.1.1 CIVIL 3D



In de werkwijze beschrijving van de 3D fase voor Civil 3D komen de volgende onderdelen aan de orde:

- § RD-coördinaten creëren.
- § 3D surface uit de genio import van MX creëren.
- § 3D weg-as creëren.

- § Horizontaal alignement creëren.
- § Verticaal alignement creëren.
- § Assemblies creëren.
- § Corridor creëren.
- § Onderkant aquaduct creëren.

#### *RD coördinaten creëren*

Om binnen Civil 3D te werken met RD coördinaten dient er gebruik te worden gemaakt van een speciaal template. Een template is een bestand waarin een aantal standaard waardes, stijlen, enz. in verwerkt zitten. Het onderzoek heeft gebruik gemaakt van een template, waarin het RD stelsel zit. Op deze manier kon er een ondergrond uit Google Earth onder worden gelegd, zodat een check mogelijk was of wij op de juiste locatie bezig waren. Als een nieuwe tekening wordt aangemaakt dient men te kiezen uit een lijst met templates.

#### *3D surface uit de genio import van MX creëren.*

Nadat het goede template is geselecteerd is de genio import vanuit MX geopend. De genio import is gemaakt door een ontwerper uit Rotterdam. Deze ontwerper was nauw betrokken bij het project A4 Delft-Schiedam. De genio import bestond uit drie delen. Een ALM, een DTM en een DWM. Een ALM is een alignement en bevat de as van de weg. Een DTM is een digitaal terrein model en bevat de gegevens van het terrein. In het DWM bevindt zich het digital weg model. Het DWM was niet bruikbaar, maar het ALM en de DTM waren zeer bruikbaar. Vanuit de DTM is een surface gecreëerd, door middel van lijnen met een Z-waarde. Hierin is vervolgens een grading gemaakt, waarna er verder kon worden gegaan met het creëren van het wegmodel. Vanuit de ALM was het mogelijk om een horizontaal alignement te creëren.

#### *3D weg-as creëren.*

Het ALM bevatte reeds een 3D wegwas. Deze 3D weg-as was een zogenaamde 3D polyline. Een 3D polyline is een lijn, welke naast X en Y waarden ook Z waarden bevat. Deze lijn is niet bruikbaar als weg-as, maar hij kan wel platgeslagen worden tot een 2D polyline, waarbij de Z waarde vervalt. Toen de Z-waarde verdwenen was, is het horizontaal alignement gecreëerd.

#### *Horizontaal alignement creëren*

Nadat de 3D weg-as is "platgeslagen" tot 2D polyline kan het horizontaal alignement gecreëerd worden. Wanneer op de knop alignement wordt gedrukt kan er gekozen worden om het alignement zelf te creëren of om het alignement te creëren vanuit een object. Van de laatste keuze is gebruik gemaakt. Hierbij is van de 2D polyline een 2D horizontaal alignement gemaakt.

#### *Verticaal alignement creëren*

Normaal gesproken wordt er in het proces een verticaal alignement gemaakt, nadat het horizontaal alignement gereed is. In de Genio import zaten al veel alignementen, waaronder de goede, passend bij het horizontaal alignement. Het verticaal alignement is niet gecreëerd, maar is overgenomen.

#### *Assemblies creëren*

Een assembly kan worden vergeleken met een dwarsprofiel. Een assembly kan op verschillende manieren gemaakt worden. Hij kan gemaakt worden vanuit standaard dwarsdoorsneden. Deze standaard dwarsdoorsneden zitten in een database binnen Civil 3D en kunnen simpel gesleept worden in het model. Ook kan een assembly gemaakt worden uit een polyline. Aangezien er een tekening beschikbaar was waarin de dwarsdoorsneden gemaakt waren, is er gebruik gemaakt van de assembly vanuit een polyline. Het nadeel hiervan is dat de assembly helemaal zelf dient te worden opgemaakt. Aan de lijnen van de assembly dienen codes te worden gekoppeld. Door middel van de codes is het mogelijk om er vlakken en objecten van te maken.

*Corridor creëren*

De corridor is het wegmodel. Deze kan pas gemaakt worden als het surface, het horizontaal alignement, het verticaal alignement en de assemblies gemaakt zijn. Deze objecten dienen allen te worden geselecteerd, waarna de corridor wordt opgebouwd. Hierna worden in de corridor surfaces gemaakt met de codes van de assemblies.

*Onderkant aquaduct creëren*

Om het aqua/ecoduct op de juiste plaats te modelleren in Revit is er in Civil 3D een onderkant gecreëerd van het kunstwerk. Hiervoor was het van belang om een horizontaal alignement, een verticaal alignement en een assembly te creëren. Hiermee kan uiteindelijk een corridor gemaakt worden. De as van de Zweth is gebruikt als as voor de onderkant van het aqua/ecoduct. Het snijpunt tussen de as van de Zweth en de as van de weg is tevens het project Basepoint, oftewel het nul punt.

*Output file*

Als laatste stap dient er in Civil 3D een NWC out te worden gemaakt. Een NWC file is een export file uit Civil 3D. Deze kan vervolgens weer geïmporteerd worden in Navisworks. In de commandobalk dient nwcout getypt te worden, gevolgd door een enter. Vervolgens wordt er een dialoog venster geopend waarin de locatie van het bestand aangegeven dient te worden. De NWC file kan worden geïmporteerd in Navisworks. Hierover volgt meer in paragraaf 6.3 van de werkwijze beschrijving.

## 6.1.2

REVIT

In de werkwijze beschrijving van de 3D fase voor Revit komen de volgende onderdelen aan de orde:

- § Civil 3D bestand als ondergrond ingeladen in Revit.
- § Gewerkt met RD-coördinaten.
- § Het aqua/ecoduct op de juiste plaats modelleren.
- § De sloten in het gehele gebied voorzien van water.
- § De viaduct Oostveenseweg gemodelleerd.
- § Een lantaarnpaal gemodelleerd.
- § 3D auto gemodelleerd.
- § Bestandsformaten

*Civil 3D bestand als ondergrond ingeladen in Revit*

De eerste stap betreft het inladen van het Civil bestand in Revit. In hoofdstuk 3 is uitgelegd dat het gebied verkleint dient te worden tot 2 mijl in het vierkant, voordat het bruikbaar is in Revit. Het Civil 3D model dient te worden gelinkt aan het Revit model.

*Gewerkt met RD-coördinaten*

In tegenstelling tot Civil 3D is het bij Revit niet nodig om een speciaal template te openen om te kunnen werken met RD coördinaten. Binnen Revit dienen de survey point en het project Basepoint op juiste plaats te worden gezet. Ze kunnen eenvoudig worden verplaatst door erop te drukken en ze te verslepen. Het survey point staat altijd op 0,0. Dit is het punt nabij Parijs. Het projectbase point komt op de kruising tussen de assen van de Zweth en de weg te liggen. Het verschil tussen de coördinaten in Revit en Civil 3D is dat de coördinaten uit Civil 1000 maal kleiner zijn. Hier dient rekening mee gehouden te worden. In Civil 3D is de eenheid van de coördinaten in meters, Revit maakt daarentegen gebruik van millimeters.

*Het aqua/ecoduct modelleren*

Vervolgens kan het aqua/ecoduct gemodelleerd worden. De locatie hiervoor is bepaald in het model van Civil 3D. De as van de sloot uit Civil 3D kan wederom worden gebruikt. In Revit dient een model

in place te worden gemaakt. Vervolgens dient te worden gekozen voor een sweep, waarna een pad geselecteerd kan worden. De as uit het Civil 3D model wordt hiervoor geselecteerd. Vervolgens dient er een profiel gecreëerd te worden in een Family. In de Family kan een CAD tekening gelinkt worden. De CAD tekening moet alleen bestaan uit het profiel van het aqua/ecoduct. Wanneer het profiel klaar is, kan hij worden geïmporteerd in het model. Nadat het pad is geselecteerd kan ook het profiel worden geselecteerd. Als het profiel op de juiste hoogte staat is de basis van het aqua/ecoduct klaar. Hierboven kunnen alle overige elementen worden geplaatst. Er kan telkens gebruik worden gemaakt van hetzelfde pad. Het voordeel van het gebruik van hetzelfde pad, is dat wanneer het pad veranderd niet voor alle objecten een aparte handeling uitgevoerd hoeft te worden.

#### *De sloten in het gehele gebied voorzien van water*

De sloten voorzien van water werkt op dezelfde manier als het modeleren van het aqua/ecoduct. Met behulp van een sweep, wordt er een pad getekend over de sloot. Als het pad klaar is kan er een profiel worden getekend. In het onderzoek is het profiel gewoon een recht profiel. Dit profiel steekt gewoon door het surface van Civil 3D heen, waardoor het op een sloot lijkt.

#### *De viaduct Oostveenseweg gemodelleerd*

De basis van de viaduct is gemodelleerd in een Family. In deze Family is een CAD lijn geïmporteerd, waarna de Family is geïmporteerd in het model en op zijn plaats gezet. Aan de Family zijn vervolgens weer railingen gekoppeld door middel van een model in place.

#### *Een lantaarnpaal gemodelleerd*

De lantaarnpaal is ook gemaakt als een Family, door middel van sweeps. Hierna is de Family geïmporteerd in het model en op de juiste plaats gezet.

#### *3D auto gemodelleerd*

De 3D auto uit Civil 3D is in een Revit Family geplaatst en vervolgens geïmporteerd in het model. Hierbij was de auto goed zichtbaar. De auto is als laatste op de juiste plaats gezet.

#### *Bestandsformaten*

##### *NWC file*

In Revit dient een export gemaakt te worden naar een NWC file. Dit werkt op een andere manier als bij Civil 3D. Op het tabblad add-ins staat een knop External Tools. Als hierop gedrukt wordt kan Navisworks geselecteerd worden. Vervolgens wordt er een dialoog venster geopend waarin de locatie van het NWC bestand aangegeven dient te worden.

##### *IFC*

IFC staat voor Industry Foundation Class en wordt omschreven als het ultieme uitwisselingsformaat tussen verschillende programma's en software producenten. Uit dit onderzoek is gebleken dat het nog niet geldt voor Revit. Het Revit model is geëxporteerd uit Revit als IFC bestand. Hierna is het weer geïmporteerd in Revit. Hetgeen was overgebleven was totaal nutteloos en er kon niet meer gewerkt worden. Koppelingen, materialen en diverse objecten waren verwijderd uit het bestand.

## 6.1.3

### NAVISWORKS

In de werkwijze beschrijving van de 3D fase voor Navisworks komen de volgende onderdelen aan de orde:



- § Importeren
- § Renderen



### Importeren

Navisworks heeft zoals reeds genoemd drie bestandsformaten, te weten een NWD file, een NWC file en een NWF file. Een NWD file is een Navisworks document, NWC file is een Navisworks Cache en een NWF is een Navisworks file. Er wordt gewerkt in het NWF file. De NWC files, komend uit Revit en Civil 3D, dienen te worden geappend aan het model. Ze kunnen ook geopend worden in het model, maar het voordeel van appenden is wanneer er een nieuwere versie van de NWC file komt, bijvoorbeeld door wijzigingen, kan het model gerefreshed worden en gaat het automatisch.

### Renderen

Na het appenden van de NWC files kunnen er films gerenderd worden. Dit kan op 2 manieren. Navisworks kan zelf een film maken van opgeslagen viewpoints, waarbij De camera dan langzaam van viewpoint naar viewpoint gaat. De andere manier is om zelf door het model heen te wandelen. Er kan ook een combinatie van deze twee worden gebruikt.

## 6.2

### 4D FASE



In de 4D fase is de planning gekoppeld aan het model. Zoals in de Hoofdstuk 4 omschreven, zijn er twee mogelijkheden waarop een planning kan worden gekoppeld aan het model. De eerste manier is een planning in Navisworks te maken en de tweede manier is een planning importeren in Navisworks. In het hoofdonderzoek is ervoor gekozen om de planning in Navisworks te maken. In deze paragraaf zal worden uitgelegd welke stappen er zijn ondernomen om een planning te koppelen aan het model. In deze paragraaf zal alleen worden ingegaan op Navisworks, omdat er geen gebruik gemaakt is van Civil 3D en Revit in de 4D fase. In deze paragraaf komen de volgende onderdelen aan de orde:

- § Taken aanmaken
- § Objecten koppelen aan taken
- § Regels opstellen
- § Renderen

### 6.2.1

#### TAKEN AANMAKEN

De eerste stap is het aanmaken van taken. Hiervoor dient eerst de timeliner aangezet te worden. Hierbij wordt er een nieuw venster geopend. In dit venster dient er met de rechter muisknop op een regel te worden gedrukt. Er komt een dialoog venster zichtbaar waarin de functie Add Task kan worden geselecteerd. Als hier op gedrukt is, wordt er een taak toegevoegd en kan er een taaknaam worden ingevoerd, gevolgd door het aangeven van een start- en einddatum.

### 6.2.2

#### OBJECTEN KOPPELEN AAN TAKEN

Als de taken aangemaakt zijn, kunnen de objecten aan de taken gekoppeld worden. De betreffende objecten dienen geselecteerd te worden. Dit kunnen er 1 of meerder zijn. Wanneer meerdere objecten geselecteerd worden moet de control toets ingedrukt worden. Als de goede objecten zijn geselecteerd kunnen ze worden gekoppeld aan een taak door met de rechter muisknop op de taak te drukken en dan attach selected object te selecteren. Nu zijn de objecten gekoppeld aan de taak.

### 6.2.3

#### REGELS OPSTELLEN

Voor het weergeven van de objecten tijdens de simulatie van het model dienen regels te worden opgesteld. Op deze manier kan de visualisatie van de planning worden aangepast. In het hoofdonderzoek is de keuze gemaakt om de objecten eerste groen doorzichtig te laten weergeven voordat het realistische object weergeven wordt. Hierbij dient dus aangegeven te worden dat de

startverschijning groen en 90 % transparant dient te zijn en de eindverschijning het model dient te zijn.

#### 6.2.4

#### RENDEREN

De laatste stap van de 4D fase is het renderen van de planning. Dit kan op twee manier gebeuren. De eerste manier is dat de camerapositie op 1 punt staat en dus niet beweegt. De tweede manier is een bewegende camera gedurende de simulatie van de planning. Er is gebruik gemaakt van de tweede manier. Het lastige aan een bewegende camera is dat de camera op het juiste moment op de juiste plek moet zijn. Wanneer de lijn van de camera in orde is, kan de film gerenderd worden terwijl de planning wordt gesimuleerd.

### 6.3

#### XD FASE

In de XD fase zijn gegevens aan objecten gekoppeld. Gegevens als beheerder, onderhoudstermijn, materiaal, enz. zijn gekoppeld aan de objecten, maar ook internetsites en pdf documenten zijn gekoppeld. Gedurende de gegevenskoppeling is gebruik gemaakt van Revit en Navisworks. In deze paragraaf komen de volgende onderdelen aan de orde:

§ Revit

§ Navisworks

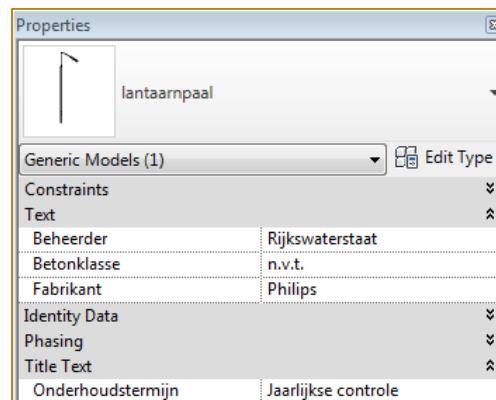
#### 6.3.1

#### REVIT

In Revit worden gegevens gekoppeld aan objecten. In de afbeelding hiernaast is een voorbeeld van een object met gegevens te zien. Het voorbeeld betreft een lantaarnpaal. Gegevens die eraan

Afbeelding 6.2

Properties Lantaarnpaal



gekoppeld zijn, zijn de beheerder, de fabrikant en de onderhoudstermijn. Het zijn fictieve gegevens, gebaseerd op de werkelijkheid. Om gegevens te koppelen dient het object geselecteerd te zijn, waarna er via de knop properties, eigenschappen aan het object gekoppeld kunnen worden. Deze gegevens blijven aan het objecten gekoppeld zitten, ook wanneer het bestand wordt ingeladen in Navisworks. De gegevens kunnen dan worden teruggevonden.

#### Materialen

Ook kunnen er in Revit materialen worden gekoppeld aan objecten. Als voorbeeld wordt het water op het aqua/ecoduct gebruikt. Wanneer het objecten, het water in dit geval, wordt geselecteerd, kan er in de properties een materiaal gekozen worden. Revit bezit een grote bibliotheek met materialen, maar wanneer het juiste materiaal er niet tussen staat, kan deze tevens eenvoudig worden aangemaakt. Materialen die bijvoorbeeld in de lijst staat, zijn veel betonsoorten, metaalsoorten, houtsoorten, enzovoorts.

#### 6.3.2

#### NAVISWORKS



In Navisworks kunnen gegevens aan objecten worden gekoppeld, er kunnen materialen aan objecten worden gekoppeld en er kunnen hyperlinks aan objecten worden gekoppeld.

### Gegevens

In Navisworks kunnen ook gegevens worden gekoppeld aan objecten. Dit werkt op een iets andere manier als in Revit. In tegenstelling tot Revit, heeft Navisworks een Properties venster die altijd open staat. Hier worden alle eigenschappen weergegeven wanneer een object wordt geselecteerd. In het properties venster staan allerlei tabbladen met verschillende informatie. Er kan ook een tabblad worden bijgemaakt waarin gegevens kunnen worden geplaatst. Dit wordt user data genoemd.

### Materialen



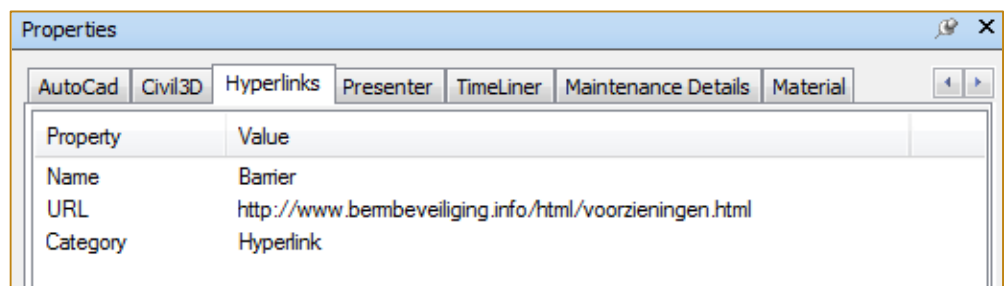
Met de presenter functie is het mogelijk om objecten een materiaal te geven. Dit werkt heel eenvoudig. Navisworks bezit een grote database met daarin veel soorten materiaal. Dit materiaal lijkt heel veel op de werkelijkheid. Wanneer het juiste materiaal uit de lijst is gekozen kan deze gesleept worden naar het object. Als het desbetreffende object oplicht, kan de muisknop losgelaten worden. Het resultaat is dat het object een materiaal heeft gekregen. Op de afbeelding hiernaast is het materiaal gras weergegeven.

### Hyperlinken

Er zijn twee soorten hyperlinks die aan objecten gekoppeld kunnen worden. Bestanden vanuit windows kunnen worden gekoppeld en websites kunnen worden gekoppeld. Het werkt op dezelfde manier. Op onderstaande afbeelding is het properties scherm te zien van een website als hyperlink.

Afbeelding 6.3

Hyperlink Barrier



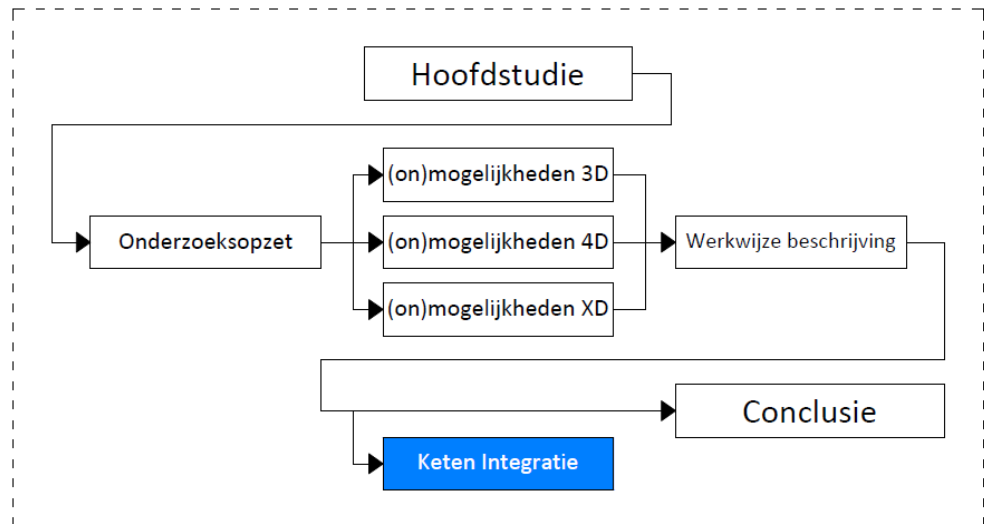
Als een object met de linkermuisknop geselecteerd is komt er een nieuw venster zichtbaar. Hierin staat de functie links. Wanneer die functie wordt geselecteerd komt er een nieuw venster zichtbaar. Hierin kan een website worden ingevoegd of een bestand uit windows. Ook kan er een naam worden opgegeven. Wanneer er nu opnieuw met de linkermuisknop op het object wordt gedrukt staat er onder links de nieuwe link. Wanneer hier op gedrukt wordt, start internet explorer op en wordt er gesurft naar de desbetreffende site.

# HOOFDSTUK 7

## Ketenintegratie

Afbeelding 7.1

Structuur Hoofdstudie –  
Ketenintegratie



### 7.1

#### INLEIDING

Een goede samenwerking tussen disciplines levert veel winst op bij het werken in integrale projecten. Het begrip ketenintegratie staat voor samenwerking binnen en tussen de opeenvolgende schakels binnen een bedrijf. Dit hoofdstuk beschrijft hoe ketenintegratie momenteel plaatsvindt binnen de divisie Mobiliteit. De huidige werkwijze sluit namelijk goed aan op de vraag, welke informatie per fase in de keten benodigd is. De totale keten loopt van initiatiefase tot de onderhoud- en beheerfase. Dit onderzoek beperkt zich tot de eerste twee fases van de keten, namelijk Verkenning en Uitwerking.

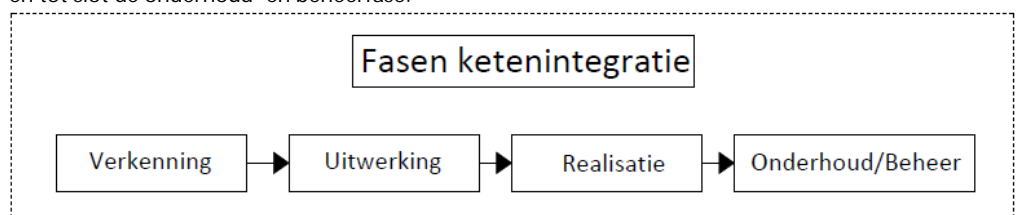
### 7.2

#### DE KETEN BINNEN ARCADIS

De keten van een project is op een groot aantal manieren vorm te geven. De basis van een project is echter weer te geven als in afbeelding 7.2. In deze afbeelding is duidelijk te zien dat een project uit een viertal hoofdfases bestaat, namelijk; de verkenningsfase, de uitwerkingsfase, de realisatiefase en tot slot de onderhoud- en beheerfase.

Figuur 7.2

Fases ketenintegratie



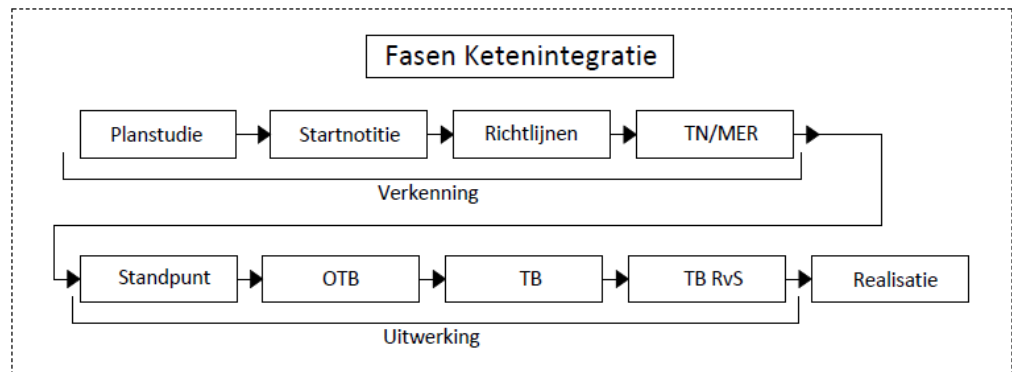
## 7.2.1

## TRACÉ/MER-PROCEDURE.

In de eerste twee fasen (Verkenning en Uitwerking) van de “Fasen ketenintegratie” vindt het ontwerp van een project plaats, zie afbeelding 7.3. Dit ontwerpen gebeurt aan de hand van de Tracé/MER-procedure. De fasen die in de Tracé/MER-procedure doorlopen worden zijn toe te wijzen aan de fase Verkenning en Uitwerking. In afbeelding 7.3 is te zien hoe dit er uitziet.

Afbeelding 7.3

Fases ketenintegratie, uitgezet tegen Tracé/MER-procedure.

*Verkenning*

Tijdens de Verkenning van het project wordt gestart met de planstudie. In de Planstudie wordt het projectplan opgesteld. Dit projectplan wordt door de opdrachtgever opgesteld in samenspel met de opdrachtnemende (ontwerpde) partij. Hierna wordt de Startnotitie geschreven. Deze Startnotitie beschrijft de probleemanalyse, een scope met te onderzoeken aspecten, te gebruiken methoden en het detailniveau. Daarnaast bevat de Startnotitie de kostenraming (schatting). Vervolgens start de fase Richtlijnen. In deze fase worden de richtlijnen vastgesteld waaraan het ontwerp moet voldoen. Deze worden vastgesteld door het bevoegd gezag, in veel gevallen Rijkswaterstaat of een Provincie. Nadat de Richtlijnen vastgesteld zijn, start de Trajectnota/MER (TN/MER) fase. In deze fase worden alternatieven ontworpen. Van de alternatieven worden de effecten onderzocht, maatregelen bepaald en wordt een kostenraming gemaakt. Deze uitkomsten worden beschreven in het Milieueffectrapport (MER). De uitkomsten van de verschillende alternatieven worden met elkaar vergeleken. Zo kan voor elk alternatief een afweging gemaakt worden van de invloeden op het milieu.

*Uitwerking*

Na afronding van de Verkenning, start de Uitwerking van het ontwerp. Het alternatief dat het beste scoort in de TN/MER fase wordt gekozen in de fase Standpunt. Dit standpunt is het alternatief dat uitgewerkt gaat worden in de OTB (Ontwerp Tracé Besluit) fase. In de OTB fase vindt de nadere detaillering van het wegontwerp plaats in samenhang met het akoestisch onderzoek, maatregelen en het landschapsplan. Aan de hand van het onderzoek van onder andere lucht, geluid die door de verdere detaillering opnieuw moeten worden uitgevoerd, wordt het rapport Ontwerp-tracébesluit geschreven. Hierin zijn alle MER effecten meegenomen. In deze fase is het ontwerp te beschouwen als status concept. Na deze fase komt er een inspraak ronde. In deze inspraak periode mogen belanghebbenden bij het project commentaar leveren op het ontwerp. Deze inspraak wordt verwerkt in de fase TB (Tracébesluit). Met deze inspraak wordt het ontwerp zodanig geoptimaliseerd dat het ontwerp definitief kan worden gemaakt. Als het ontwerp definitief is (Tracébesluit Raad van State) wordt het ontwerp gepresenteerd aan de Raad van State. Wanneer het ontwerp daarna goed wordt gekeurd kan worden begonnen met de realisatie van het project.

## 7.3

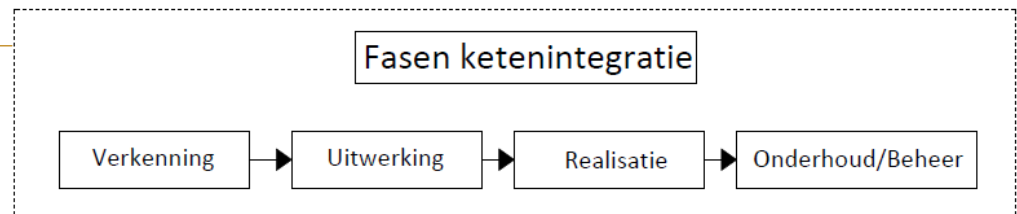
## INFORMATIE BEHOEFTE PER FASE KETENINTEGRATIE

Deze paragraaf beschrijft de informatiebehoefte per fase in de keten. Voor ARCADIS zijn de eerste twee schakels van de keten het meest belangrijk. In deze twee fasen vindt het ontwerp plaats.

Bij de informatiebehoefte per fase is uitgegaan van het ontwerp van een wegtracé, waarbij raakvlakken zijn met meerdere disciplines dan alleen wegontwerp. Te denken aan, Lucht & Geluid en Verkeer.

Afbeelding 7.4

Fasen ketenintegratie



## 7.3.1

## VERKENNING

In de fase Verkenning worden alternatieven ontworpen voor een wegtracé. Vanuit de discipline Verkeer & Vervoer worden cijfers aangeleverd over verkeersaantallen die de weg moet afwikkelen. Als deze informatie bekend is wordt bij Wegontwerp begonnen met het maken van schetsen voor alternatieven. Deze alternatieven worden uitgewerkt op het niveau dat bekend staat als het niveau "dikke viltstiftlijnen". Schetsmatig wordt gekeken welke oplossingen er mogelijk zijn voor de afwikkeling van het verkeersaanbod. Daarbij wordt rekening gehouden met eventuele dwangpunten die ontzien moeten worden. Hierbij kan het gaan om natuur van hoge ecologische waarde, of objecten in het landschap met een historie die behouden moeten worden.

De schetsen worden vervolgens met ruime bogen in MX of Civil 3D ontworpen zodat het ruimte beslag, afhankelijk van aantal rijstroken, hoogteligging en ligging van de bogen in grote lijnen zichtbaar wordt. Gegevens over het ruimte beslag en ligging van de as zijn belangrijk voor onderzoeken naar de effecten van de toekomstige weg op het milieu. Zo moet er gekeken worden naar zaken als; lucht, geluid, ecologie, natuur, trillingen, bodem, water en niet onbelangrijk de kosten van het alternatief.

Tabel 7.5

Benodigde informatie per discipline – Verkenning.

Discipline	Benodigde informatie	Afkomstig van
Wegontwerp	Verkeerscijfers	Verkeer & Vervoer
Verkeer	3D-as	Wegontwerp
Lucht & Geluid	3D-as, Hoogte weg t.o.v. NAP.	Wegontwerp
Lucht & Geluid	Intensiteit verkeer	Verkeer & Vervoer
Ecologie/Natuur	Ruimtebeslag	Wegontwerp
Ecologie/Natuur	Geluidsberekeningen	Lucht & Geluid
Ecologie/Natuur	Stikstofdepositieberekeningen	Lucht & Geluid
Trillingen	3D-as	Wegontwerp
Bodem – Archeologie	Ruimtebeslag	Wegontwerp
Bodem – Geologie	Ruimtebeslag	Wegontwerp
Bodem – Verontreiniging	Ruimtebeslag	Wegontwerp
Kostenraming	Hoeveelheden	Wegontwerp
Landschap	3D-as en ruimtebeslag	Wegontwerp
Ruimtebeslag	3D-as en ruimtebeslag	Wegontwerp
Water	Ruimtebeslag, 3D-as, ligging t.o.v. grondwaterpeil	Wegontwerp

## 7.3.2

## UITWERKING

Na de verkenningsfase wordt er uit de verschillende alternatieven een alternatief gekozen die uitgewerkt zal worden. De “dikke viltstiftlijnen”, het ontwerp op hoofdlijnen, worden vertaald naar een wegontwerp dat voldoet aan de gekozen richtlijnen. Het wegontwerp in de fase OTB wordt eerst als een voorlopig ontwerp ontworpen. Dit ontwerp is tot 1 meter nauwkeurig. Het maken van een voorlopig ontwerp heeft invloed op het ruimtebeslag en de 3D-as van de weg. Deze informatie was in de Verkenning immers input voor verschillende disciplines.

Nadat het voorlopig ontwerp door de opdrachtgever goedgekeurd is, kan begonnen worden aan het definitief ontwerp. Tijdens het definitief ontwerp vindt de laatste optimalisatieslag plaats. In deze fase kunnen nog kleine aanpassingen aan het ontwerp worden gedaan. Kruisingen worden uitgedetailleerd, markering wordt aangebracht. Het ontwerp is dusdanig gereed dat er uitvoeringstekeningen van kunnen worden gemaakt.

Figuur 7.6

Benodigde informatie per discipline – Uitwerking.

Discipline	Benodigde Informatie	Afkomstig van
Wegontwerp.	Verkeerscijfers, verkeersintensiteiten, benodigde opstelvakken kruisingen.	Verkeer & Vervoer.
Geluid.	3D-as, 3D-baan, oppervlaktes asfalt, informatie bestaande geluidsschermen, type asfalt, intensiteit verkeer. Hoogte weg t.o.v. NAP.	Wegontwerp, Verkeer & Vervoer, deels eigen scope.
Lucht.	3D-as, 3D baan.	Wegontwerp.
Trillingen.	3D-as, 3D baan.	Wegontwerp.
Ecologie/natuur.	Maatregelen.	Lucht & Geluid en Landschap.
Water.	Oppervlaktes asfalt voor watercompensatie. Afwatering.	Wegontwerp.
Kostenraming.	Hoeveelheden, fasering, materiaal, kabels en leidingen.	Alles disciplines.
Landschap.	3D-as en ruimtebeslag.	Wegontwerp.
Ruimtebeslag.	3D-as en ruimtebeslag.	Wegontwerp.
Kunstwerken.	Geotechniek, kabels en leidingen.	Bodem.
Kunstwerken.	Ruimtebeslag, breedte weg over (nieuw)kunstwerk.	Wegontwerp.
Wegontwerp.	Plaats/positie geluidsschermen.	Geluid.
Wegontwerp.	Maatregelen voor behoud van landschap en cultuurhistorie.	Landschap & Cultuurhistorie.
Externe veiligheid.	Wegontwerp vormt input voor dit onderzoek.	Wegontwerp.
Kabels & leidingen.	Locatie geluidswerende maatregelen ligging kabels & leidingen.	Geluid.
Kostenraming	Geluidswerende maatregelen	Geluid

Kostenraming.	Rapport verkeersveiligheid.	Verkeersveiligheid.
Kostenraming.	Rapport natuur.	Natuur.
Kostenraming.	Ontwerp weg, hoeveelheden.	Wegontwerp.
Kostenraming.	Ontwerp kunstwerken, hoeveelheden.	Kunstwerken.
Kostenraming.	Risico dossier.	Risico's.

### 7.3.3

#### REALISATIE

Wanneer de ontwerpprocedures afgrond zijn en het ontwerp goed gekeurd is door de opdrachtgever kan het project worden uitgevoerd. Deze fase wordt niet meer uitgevoerd door het ingenieursbureau. Echter, ARCADIS kan in deze fase wel ondersteuning bieden aan de aannemer. Met name bij het maken van uitvoeringstekeningen en uitvoeringsbegeleiding.

Ook in de fase Realisatie is er behoefte aan informatie zoals dit ook benodigd is tijdens de fasen Verkenning en Uitwerking. De informatie die benodigd is tijdens de Realisatie is van een andere aard. Men heeft hier informatie nodig die het mogelijk maakt om een weg of kunstwerk te realiseren. Hierbij te denken aan informatie over maatvoering en hoeveelheden. Maar daarnaast ook eisen die aan een weg of kunstwerk worden gesteld.

Aangezien ARCADIS zich niet veel bezighoudt met realisatie van projecten kan over de informatiestroom die in deze fase plaatsvindt weinig gezegd worden. Daarom kan van deze fase geen tabel met benodigde informatie worden gemaakt.

### 7.3.4

#### BEHEER/ONDERHOUD

Nadat het project gerealiseerd is, start de fase Beheer en Onderhoud. Deze fase is van groot belang voor een lange levensduur van een object. In deze fase heeft de beheerder behoefte aan alle informatie die over het bouwwerk verzameld is. Deze informatie kan nuttig zijn wanneer zich problemen voordoen aan het object of wanneer er onderhoud moet worden gepleegd. De beheerder kan tijdens problemen of de taken die verricht moeten worden ten tijde van onderhoud de beschikbare informatie raad plegen.

De informatie die relevant is voor de beheerder is zeer uiteenlopend. Voor een weg heeft de beheerder onder andere baat bij informatie over het type asfalt dat aanwezig is, het oppervlakte asfalt, het aantal voertuigen dat de weg per etmaal passeert en het type voertuigen dat van de weg gebruik maakt. Voor de bebording van de weg heeft de beheerder informatie nodig over het type bebording, het aantal bebording, de plaats waar de bebording zich bevindt en het onderhoudstermijn aan de bebording.

Echter, omdat de nadruk tijdens dit deel van de ketenintegratie ligt bij de Verkenning en Uitwerking is in mindere mate onderzoek gedaan naar de informatie behoefte in de Beheer/Onderhoud fase. Deze fase is minder relevant voor het afstudeeronderzoek.

## 7.4

#### KETENINTEGRATIE IN BIM

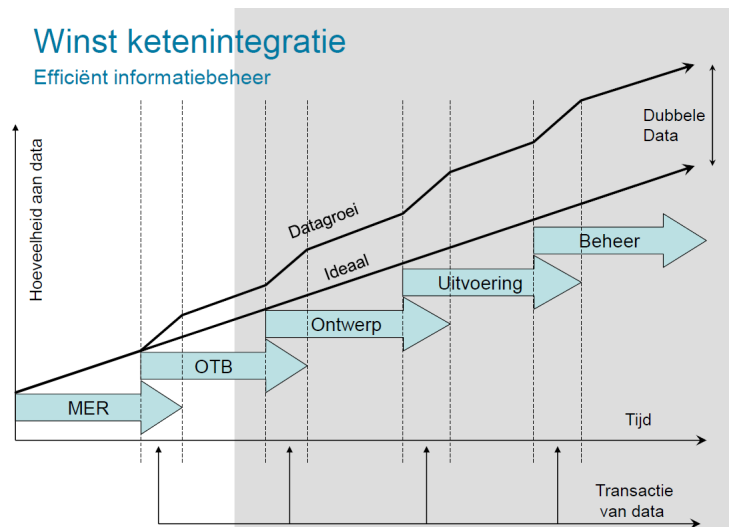
Ketenintegratie is een ontwikkeling die goed aansluit bij het BIM. Door te werken aan de hand van ketenintegratie kunnen kosten en tijd worden bespaard. Ketenintegratie richt zich op het aan elkaar



schakelen van informatie tussen verschillende fases van een project. Door deze informatie stroom slim en gestroomlijnd te laten verlopen kunnen gegevens beter worden hergebruikt in plaats van steeds opnieuw te worden opgezocht.

Figuur 7.7

Winst ketenintegratie bij efficiënt informatiebeheer.

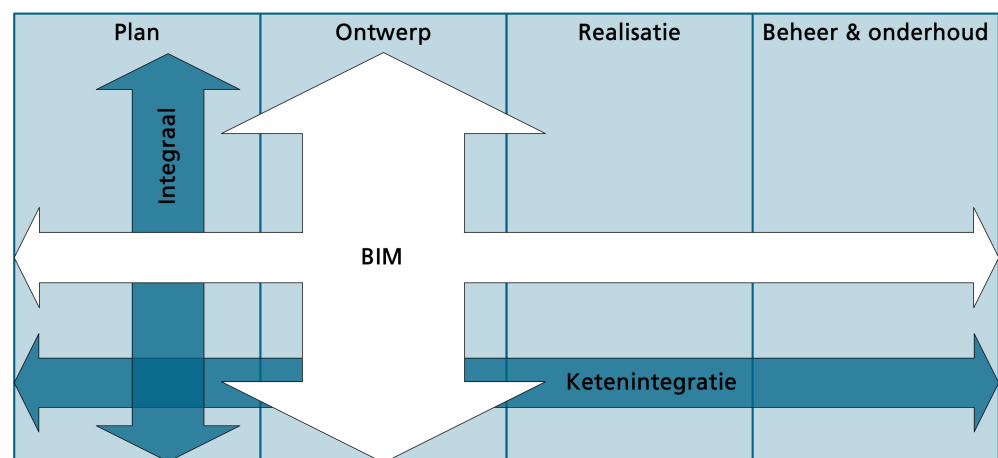


De traditionele manier van werken levert vaak een enorme datagroei op. Dit komt doordat men vaak zelf opzoek moet naar benodigde informatie. De meest ideale situatie zou zijn dat deze informatie voor iedereen toegankelijk is. Dit bespaart zoeken en het opnieuw opslaan van informatie. De datagroei wordt hierdoor vele malen ingeperkt. Figuur 7.7 illustreert de winst die ketenintegratie kan bieden. De lijn die datagroei aangeeft is de situatie die ontstaat wanneer niet gewerkt wordt aan de hand van ketenintegratie. Deze groei aan data betekent ook een toename van inspanning en tijd die alsmaar geleverd moet worden. Aannemelijk is daarom dat de "ideale lijn" een kostenbesparing garandeert.

In figuur 7.8 is te zien hoe een integraal ontwerp in combinatie met ketenintegratie resulteert tot een BIM. Hierin is goed te zien dat een BIM niet te realiseren is zonder te werken met ketenintegratie. Ketenintegratie verzorgt in het BIM het bereik over de breedte van het project. De integrale kant verzorgt de integraliteit tussen disciplines die in de betreffende fase gelijktijdig aan het model werken.

Figuur 7.8

BIM – Integraal + Ketenintegratie



Uit de bovenstaande tekst blijkt dat ketenintegratie een onmisbare toevoeging is voor een BIM. De structuur die ketenintegratie met zich meeneemt sluit goed aan bij de informatie beheersing in BIM. Met name het beschikbaar stellen van de benodigde informatie voor de disciplines is een waardevolle eigenschap.

Voor succesvol integreren van ketenintegratie in BIM moet allereerst goed geïnventariseerd worden welke producten per fase worden geleverd. Daarnaast een inventarisatie waar de producten aan moeten voldoen. Met name voor het ontwerp is dit van groot belang. Het detailniveau van het ontwerp bepaalt in zekere zin de wijze van de onderzoeken die verricht moeten worden voor de milieueffectrapportage. Voor het detailniveau van het ontwerp kan het beste de huidige TN/MER-procedure gehanteerd worden, die verdeeld is over Verkenning en Uitwerking (zie afbeelding 7.3)

## 7.5

### BIM-MANAGER

Binnen ARCADIS bestaat momenteel nog niet de functie van BIM-manager, dit komt omdat er binnen ARCADIS nog geen projecten volgens de BIM methode zijn uitgevoerd. Hierdoor is niet exact te zeggen wat een BIM-manager is, wat de taken van de BIM-manager zijn en hoe de BIM-manager te werk gaat. Daarom zullen de onderstaande subparagrafen een speculatie zijn van de toekomstige werkzaamheden die de BIM-manager binnen projecten van ARCADIS gaat vervullen.

### 7.5.1

#### WAT IS EEN BIM-MANAGER?

Omdat BIM projecten een integraal karakter hebben, is het van belang dat er 1 persoon is die hierover een helikopterview beheerst. Deze persoon zal de functie van BIM-manager vervullen. Een BIM-manager is geen projectleider, een projectleider is namelijk meer gespecificeerd in 1 bepaald onderdeel van het ontwerpproces. De BIM-manager zal nauw contact hebben met de projectleiders. Dit is wel projectafhankelijk, in verband met de grootte van het project. De projectleiders houden de BIM-manager op de hoogte van de vorderingen van het ontwerp en voorzien hem van de benodigde bestanden. De BIM-manager zal de clash detecties uitvoeren en de resultaten terugkoppelen naar de projectleiders. Het opbouwen van het model zal gebeuren door de ontwerpers, maar het samenvoegen van het model in Navisworks zal door de BIM-manager gedaan worden. Een BIM-manager dient daarom verstand te hebben van de software. Hij hoeft daarentegen weer minder technische kennis te bezitten, omdat de ontwerpers en de projectleiders zorgen voor de technische kennis. Daarnaast zorgt de BIM-manager ervoor dat ten tijde van het integrale ontwerpproces de verschillende ontwerpdisciplines op elkaar afgestemd zijn.

### 7.5.2

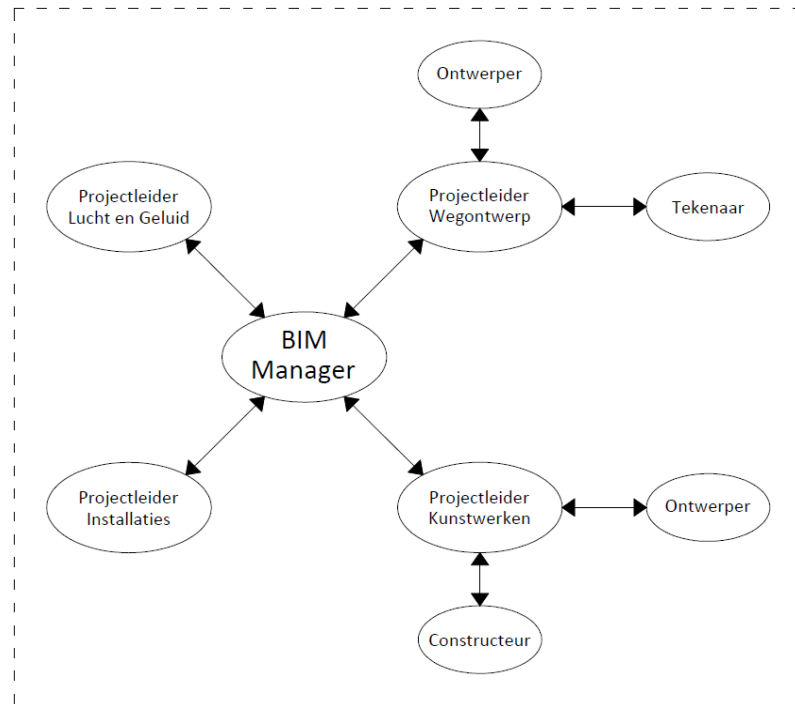
#### WAT IS DE TAAK VAN DE BIM-MANAGER?

De BIM-manager heeft een groot aantal taken onder zich. Dit takenpakket kan zich in de loop van de tijd door het opdoen van ervaring uitbereiden. De belangrijkste taken staan in de kopjes hieronder samengevat:

- § Contact met projectleiders.
- § Afspraken maken met ontwerpers/tekenaars hoe het ontwerp dient te worden opgebouwd.
- § Samenvoegen van het model in Navisworks.
- § Clash detecties uitvoeren met Navisworks.
- § Clash detecties rapporteren en terugkoppelen naar projectleiders/ontwerpers.
- § Helikopterview creëren over het integrale ontwerpproces.
- § Coördineren integrale ontwerpproces en afstemming tussen ontwerpdisciplines.

Figuur 7.9

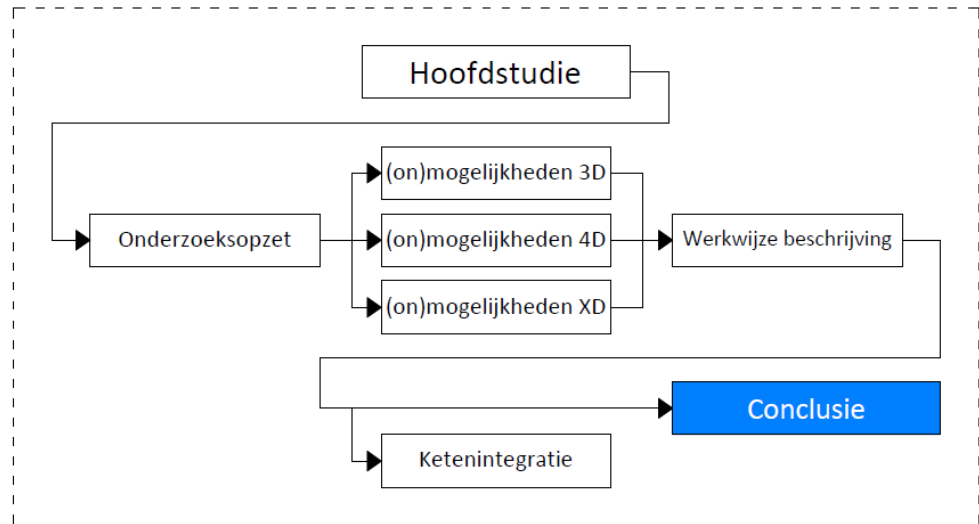
Plaats BIM-manager in het ontwerpproces.



# HOOFDSTUK 8 Conclusie

Afbeelding 8.1

Structuur hoofdstudie -  
conclusie



## 8.1

### INLEIDING

Dit laatste hoofdstuk beschrijft de conclusies aan de hand van de in de probleemanalyse gestelde onderzoeksvragen. Deze vragen zijn opgesteld in het kader van het hoofdonderzoek. Daarnaast wordt er een algemene conclusie gegeven.

## 8.2

### CONCLUSIE ONDERZOEKSVRAGEN

In deze paragraaf wordt antwoord geven op de onderzoeksvragen uit paragraaf 2.4. De onderzoeksvragen staan hieronder opgesomd:

- § Wat zijn de mogelijkheden en onmogelijkheden van 3D objectgeoriënteerd modelleren?
- § Wat zijn de mogelijkheden en onmogelijkheden van de 4D fase over de tijd?
- § Wat zijn de mogelijkheden en onmogelijkheden van de XD fase?
- § Welke informatie dient beschikbaar te zijn op welk moment in de keten?
- § Wat is de taak van de BIM manager?
- § Wat zijn de toepassingsmogelijkheden van System Engineering in het BIM?

*Wat zijn de mogelijkheden en onmogelijkheden van 3D objectgeoriënteerd modelleren?*

Voor deze onderzoeksvraag wordt per programma de mogelijkheden en onmogelijkheden in een schema geplaatst.

Tabel 8.2

Mogelijkheden en  
onmogelijkheden Civil 3D, fase  
3D

Civil 3D:

Mogelijkheden	Onmogelijkheden
Werken met coördinaten uit het RD stelsel.	Wegmarkeringen aanbrengen.
Een 3D surface creëren uit een genio import van MX.	De objectenviewer uit Civil 3D gebruiken.
Een 3D weg-as creëren uit een genio import van MX.	Lantaarnpalen modelleren.
Een horizontaal alignement creëren vanuit de 3D weg-as.	
Een verticaal alignement creëren vanuit de 3D weg-as.	
Diverse assemblies creëren binnen Civil 3D.	
Een corridor creëren binnen Civil 3D.	
Een surface creëren voor de onderkant van het aqua/ecoduct.	
Model aankleden met een 3D auto uit een bibliotheek.	

Revit:

Tabel 8.3

Mogelijkheden en  
onmogelijkheden Revit, fase  
3D

Mogelijkheden	Onmogelijkheden
Het Civil 3D bestand als ondergrond inladen in Revit.	Formaat van het projectgebied is 2 mijl bij 2 mijl.
Werken met coördinaten uit het RD stelsel.	Dubbelgekrumde lijnen interpreteren.
Het aqua/ecoduct op de juiste plaats modelleren.	
De sloten in het gehele gebied voorzien van water.	
De viaduct Oostveenseweg modelleren.	
Een lantaarnpaal modelleren.	
Model aankleden met een 3D auto uit een bibliotheek.	

Navisworks:

Tabel 8.4

Mogelijkheden en  
onmogelijkheden Navisworks,  
fase 3D

Mogelijkheden	Onmogelijkheden
Een goede visuele check uitvoeren.	Geen.
Afbeeldingen en filmpjes renderen.	
Importeren van diverse bestandsformaten.	
De Navisworksviewer gebruiken in Civil 3D.	

*Wat zijn de mogelijkheden en onmogelijkheden van de 4D fase over de tijd?*

Gedurende de 4D fase is alleen gebruik gemaakt van het programma Navisworks. De ondervonden mogelijkheden en onmogelijkheden zijn weergegeven in onderstaand schema.

Tabel 8.5

Mogelijkheden en  
onmogelijkheden fase 4D

Mogelijkheden	Onmogelijkheden
Een planning creëren in Navisworks.	Planning exporteren vanuit Navisworks.
Een Planning importeren in Navisworks.	
Planning exporteren vanuit Navisworks.	

*Wat zijn de mogelijkheden en onmogelijkheden van de XD fase?*

De mogelijkheden en onmogelijkheden voor de XD fase zijn weergegeven in onderstaand schema.

Tabel 8.6

Mogelijkheden en  
onmogelijkheden fase XD

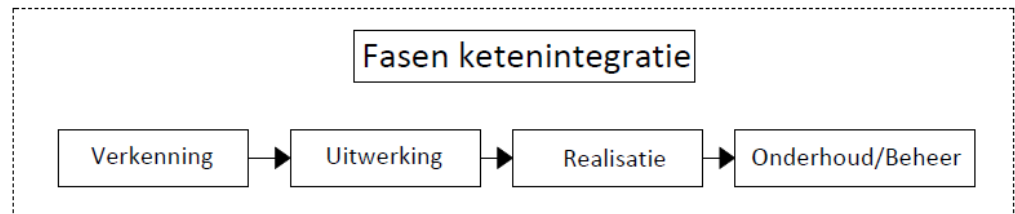
Mogelijkheden	Onmogelijkheden
Eigenschappen toekennen aan objecten in Revit.	Externe bestanden gekoppeld via een hyperlink integreren in Navisworks-bestand.
Hyperlinks koppelen aan objecten in Navisworks.	

*Welke informatie dient beschikbaar te zijn op welk moment in de keten?*

Tijdens het werken met een groot aantal disciplines in een integraal project is het van belang dat er op een goede manier met informatie wordt omgegaan. Hiermee wordt vooral de beschikbaarheid van informatie bedoeld. Door op het goede moment de juiste informatie uit te wisselen wordt voorkomen dat men zelf deze gegevens gaat verzamelen. Hiermee wordt ongewenste datagroei voorkomen.

Afbeelding 8.7

Fasen ketenintegratie



In tabel 8.8 en tabel 8.9 staan de gegevens die disciplines onderling van elkaar nodig hebben. De gegevens verschillen per fase. De Verkenning fase is de fase waarin alternatieven worden bedacht en omschreven. In de fase Uitwerking vindt de uitwerking van een van de alternatieven plaats. In tabel 8.9 staat de informatie die tijdens deze fase benodigd is.

*Verkenning:*

Tabel 8.8

Benodigde informatie per  
discipline – Verkenning.

Discipline	Benodigde informatie	Afkomstig van
Wegontwerp	Verkeerscijfers	Verkeer & Vervoer
Verkeer	3D-as	Wegontwerp
Lucht & Geluid	3D-as, Hoogte weg t.o.v. NAP.	Wegontwerp
Lucht & Geluid	Intensiteit verkeer	Verkeer & Vervoer
Ecologie/Natuur	Ruimtebeslag	Wegontwerp
Ecologie/Natuur	Geluidsberekeningen	Lucht & Geluid
Ecologie/Natuur	Stikstofdepositieberekeningen	Lucht & Geluid
Trillingen	3D-as	Wegontwerp
Bodem – Archeologie	Ruimtebeslag	Wegontwerp
Bodem – Geologie	Ruimtebeslag	Wegontwerp
Bodem – Verontreiniging	Ruimtebeslag	Wegontwerp
Kostenraming	Hoeveelheden	Wegontwerp
Landschap	3D-as en ruimtebeslag	Wegontwerp
Ruimtebeslag	3D-as en ruimtebeslag	Wegontwerp
Water	Ruimtebeslag, 3D-as, ligging t.o.v. grondwaterpeil	Wegontwerp

Tabel 8.9

Benodigde informatie per discipline – Verkenning.

*Uitwerking:*

Discipline	Benodigde informatie	Afkomstig van
Wegontwerp.	Verkeerscijfers, verkeersintensiteiten, benodigde opstelvakken kruisingen.	Verkeer & Vervoer.
Geluid.	3D-as, 3D-baan, oppervlaktes asfalt, info bestaande geluidsschermen, type asfalt, intensiteit verkeer. Hoogte weg t.o.v. NAP.	Wegontwerp, Verkeer & Vervoer, deels eigen scope.
Lucht.	3D-as, 3D baan.	Wegontwerp.
Trillingen.	3D-as, 3D baan.	Wegontwerp.
Ecologie/natuur.	Maatregelen.	Lucht & Geluid en Landschap.
Water.	Oppervlaktes asfalt voor watercompensatie. Afwatering.	Wegontwerp.
Kostenraming.	Hoeveelheden, fasering, materiaal, kabels en leidingen.	Alles disciplines.
Landschap.	3D-as en ruimtebeslag.	Wegontwerp.
Ruimtebeslag.	3D-as en ruimtebeslag.	Wegontwerp.
Kunstwerken.	Geotechniek, kabels en leidingen.	Bodem.
Kunstwerken.	Ruimtebeslag, breedte weg over (nieuw)kunstwerk.	Wegontwerp.
Wegontwerp.	Plaats/positie geluidsschermen.	Geluid.
Wegontwerp.	Maatregelen voor behoud van landschap en cultuurhistorie.	Landschap & Cultuurhistorie.
Externe veiligheid.	Wegontwerp vormt input voor dit onderzoek.	Wegontwerp.
Kabels & leidingen.	Locatie geluidswerende maatregelen ligging kabels & leidingen.	Geluid.
Kostenraming	Geluidswerende maatregelen	Geluid
Kostenraming.	Rapport verkeersveiligheid.	Verkeersveiligheid.
Kostenraming.	Rapport natuur.	Natuur.
Kostenraming.	Ontwerp weg, hoeveelheden.	Wegontwerp.
Kostenraming.	Ontwerp kunstwerken, hoeveelheden.	Kunstwerken.
Kostenraming.	Risico dossier.	Risico's.

*Wat is de taak van de BIM manager?*

- § Contact met projectleiders.
- § Afspraken maken met ontwerpers/tekenaars hoe het ontwerp dient te worden opgebouwd.
- § Samenvoegen van het model in Navisworks.
- § Clash detecties uitvoeren met Navisworks.

- § Clash detecties rapporteren en terugkoppelen naar projectleiders/ontwerpers.
- § Helikopterview creëren over het integrale ontwerpproces.
- § Coördineren integrale ontwerpproces en afstemming tussen ontwerpdisciplines.

#### *Wat zijn de toepassingsmogelijkheden van System Engineering in het BIM?*

System Engineering is met zekerheid een waardevolle bijdrage voor een BIM. Door gebruik te maken van System Engineering ontstaat de mogelijkheid om expliciet te ontwerpen aan de hand van eisen. Echter in dit afstudeeronderzoek is geen verder onderzoek gedaan naar de toepassingsmogelijkheden van System Engineering in een BIM. Aangezien System Engineering een vrij abstract begrip is en vele toepassingsmogelijkheden kent is besloten dit onderdeel niet nader te onderzoeken tijdens het onderzoek. Dit onderzoek naar System Engineering zou teveel tijd in beslag nemen, waardoor de kwaliteit van het onderzoek in het geding zou komen.

Het onderzoek naar de toepassingsmogelijkheden van System Engineering in BIM vormt daarentegen wel de basis voor een nader onderzoek. Hieraan zou goed een nieuw afstudeeronderzoek aan kunnen worden gewijd.

## 8.3

### PVE CONTROLE MODEL

Middels onderstaand model wordt het onderzoek gecontroleerd aan het PVE

Onderdeel	Eis	Voldoet
Software	Software dient mogelijkheden te hebben voor het modelleren van 3D objecten.	Ja
	Software dient om te kunnen gaan met enkelgekromde lijnen.	Ja
	Software dient om te kunnen gaan met dubbelgekromde lijnen.	Ja
	Software dient informatie te kunnen koppelen aan objecten	Ja
	Software dient de mogelijkheid te hebben om IFC-bestanden in te laden.	Ja
	Software dient de mogelijkheid te hebben om met ontwerpers meerdere uit verschillende disciplines gelijktijdig in een model te laten werken.	Ja
	Software dient de mogelijkheid te hebben om visualisaties en simulaties te maken.	Ja
Werkstations	Werkstations dienen de software op een werkbare manier te kunnen draaien.	Ja
	Werkstations dienen het door de software fabrikant aanbevolen intern werkgeheugen te hebben.	Ja
	Werkstations dienen het door de software fabrikant aanbevolen interne werkgeheugen te kunnen indexeren.	Ja
	Werkstations dienen het door de software fabrikant aanbevolen grafisch geheugen te hebben.	Ja
Ontwerp 3D	Ontwerp dient opgebouwd te zijn uit 3D objecten.	Ja
	Het ontwerp dient integraal te zijn.	Ja
Obecten	Objecten dienen een massa te hebben.	Ja
	De objecten dienen een mogelijkheid te hebben om informatie aan te koppelen.	Ja
	Objecten dienen uitwisselbaar te zijn.	Ja
	Objecten dienen in een objectenbibliotheek te kunnen worden opgeslagen.	Ja



Planning 4D	De planning dient gekoppeld te kunnen worden aan het model.	Ja
	De planning dient interactief met het model te zijn.	Ja
Proces	Het proces dient integraal te zijn.	Ja
	In het proces dient ketenintegratie te worden toegepast.	Ja
	Tijdens het BIM proces dient goede communicatie te worden bedreven.	Ja
	Het BIM dient tijdens het proces te worden gevuld met ontwerp informatie.	Ja

## 8.4

### ALGEMENE CONCLUSIE

De doelstelling van het afstudeeronderzoek was de A4 tussen Delft en Schiedam in een BIM omgeving te plaatsen, waarbij de mogelijkheden en onmogelijkheden van de 3D en de 4D fase onderzocht dienden te worden. Geconcludeerd kan worden dat de doelstelling en tevens de in het Plan van Aanpak vastgestelde tevredenheidsgrens is behaald. Er is bovendien onderzoek gedaan in de XD fase.

Tijdens het hoofdonderzoek zijn veel positieve mogelijkheden ondervonden, maar er zijn ook een aantal onmogelijkheden ondervonden. Om BIM in de mobiliteitssector van ARCADIS te integreren is tijd nodig. Tijdens deze periode kan de software doorontwikkelen, zodat de onmogelijkheden gereduceerd kunnen worden.

## HOOFDSTUK 9 Discussie

De belangrijkste uitkomst van dit onderzoek is dat de toepassing van BIM in de GWW sector voldoende kansen biedt in de nabije toekomst. Er dient een aantal hindernissen overwonnen te worden; op basis van de (on)mogelijkheden die tijdens dit onderzoek aan het licht zijn gebracht kan geconcludeerd worden dat het een zeer belovend middel is voor 3D objectgeoriënteerd ontwerpen. Deze uitkomsten kunnen gebruikt worden in de verdere implementatie van 3D objectgeoriënteerd ontwerpen. Deze nieuwe manier van ontwerpen is belangrijk geworden in de mobiliteitssector in de strijd tegen de reductie van de faalkosten in het ontwerpproces.

Deze uitkomst van dit onderzoek is in lijn met eerdere studies die in andere sectoren zijn uitgevoerd. De mogelijkheden van het modelleren van een weg in Civil 3D, en het modelleren van een aqua/ecoduct in Revit zijn voorbeelden van vergelijkbare toepassingen in andere sectoren. Ook de mogelijkheid om deze elementen samen te voegen en het koppelen van een planning aan de objecten zijn eerdere aangetoonde functionaliteiten in andere sectoren. Deze bevindingen bevestigen deels de mogelijkheden uit andere sectoren, maar dit onderzoek heeft – belangrijker nog – inzichtelijk gemaakt wat de mogelijkheden en onmogelijkheden zijn in de mobiliteitssector. Deze uitkomsten dragen bij aan het oriëntatieproces van ARCADIS mobiliteit op BIM.

Met behulp van dit onderzoek kan ARCADIS gericht sturen op de verdere ontwikkeling van BIM binnen haar organisatie. Door middel van het actief volgen van de ontwikkelingen van BIM en het bijscholen van het personeel kan de toepassing van BIM een voorsprong bieden ten opzichte van de conventionele ontwerpwijze. Een belangrijke voorwaarde hierbij is het nemen van kleine stapjes om 3D objectgeoriënteerde ontwerpen tot een succes te laten leiden.

De afbakening van dit onderzoek heeft geresulteerd in een gedetailleerde analyse van de onderzochte elementen. Het onderzoek heeft zich toegespitst op de volgende fases: 3D objectgeoriënteerd ontwerpen, koppeling met de tijd (4D) en koppeling eigenschappen (XD). Door ook de andere fasen (2D, 3D, 3D geïntegreerd ontwerpen) van het ontwerpproces in een onderzoek te betrekken wordt een breder beeld van BIM verkregen. Hiermee kunnen andere, onverwachte mogelijkheden van BIM aan het licht komen. Dit onderzoek heeft alleen de toepassing van de A4 als pilot project onderzocht, als gevolg van de beschikbare tijd voor dit onderzoek. Vervolgonderzoek kan worden gedaan naar de toepassing van andere, infrastructurele projecten in een BIM omgeving. Daarnaast is dit onderzoek alleen gericht op ARCADIS en daarmee kan de uitkomst niet gegeneraliseerd worden voor alle ingenieurbureaus in de mobiliteitssector. Een sectorbreed vervolgonderzoek kan de ontwikkelingen binnen de sector in kaart brengen en daarmee informatie verschaffen over de positie van ARCADIS ten opzichte van andere ingenieurbureaus. Tot slot, voor dit onderzoek is gesproken met een aantal personen die werkzaam zijn met en betrokken zijn in de ontwikkeling van BIM. Belangrijker, de informatie die verkregen is tijdens deze gesprekken hangt voor een groot deel af van de bereidheid van de geïnterviewden om volledige en correcte informatie te verschaffen. Door met meer specialisten te spreken, kan aanvullende informatie worden verkregen over de mogelijkheden en kunnen oplossingen voor de onmogelijkheden van BIM worden verzonnen.

Zoals ook in het vorige hoofdstuk is beschreven, is vervolgonderzoek noodzakelijk. Naast het in kaart brengen van de ontwikkelingen binnen de bedrijven in de Nederlandse mobiliteitssector, kan een internationaal georiënteerd onderzoek ook veel bruikbare informatie verschaffen, die gebruikt kan worden voor de verdere succesvolle implementatie van BIM.

Geconcludeerd kan worden dat dit onderzoek de belangrijkste mogelijkheden in kaart heeft gebracht van BIM en daarnaast de hindernissen die nog overwonnen moeten worden heeft bloot gelegd. Het nauwlettend volgen van de ontwikkelingen van BIM en hier actief op inspringen verschaft een voorsprong op concurrenten die 3D objectgeoriënteerd ontwerpen ook willen gaan toepassen in hun ontwerpproces!

# HOOFDSTUK 10 Nawoord

## *Visie*

Tijdens de zoektocht naar een goede afstudeeropdracht kwamen wij deze opdracht van ARCADIS tegen. In eerste instantie dachten wij dat BIM een programma op zich was. Dit veranderde al snel en wij kwamen erachter dat het een manier van werken was. Vervolgens veranderde dit gedurende het afstudeeronderzoek in 'communiceren', want BIM is simpelweg een communicatiemethode. Daarnaast dachten wij dat BIM pas een BIM mocht worden genoemd wanneer er informatie aan het model of objecten gekoppeld zit, want BIM staat natuurlijk voor Bouwwerk Informatie Model. Ook hierop is onze visie veranderd. Wanneer een model of ontwerp opgebouwd wordt uit objecten kan men al spreken van een BIM, oftewel, de 3D objectgeoriënteerd ontwerpen fase. Vervolgens kan het BIM gehalte opgevoerd worden in de 4D of XD fase. Wij verwachten dat BIM zal gaan uitgroeien tot een groot succes, echter dit heeft zeer veel tijd nodig. Daarnaast is het ook belangrijk dat de ontwikkeling niet te snel gaat. Dit zal waarschijnlijk ten koste gaan van de kwaliteit. Ook zullen de faalkosten nooit helemaal gaan verdwijnen. Wel moet het mogelijk zijn om door middel van BIM de faalkosten terug te dringen.

## *Kosten*

Wij verwachten dat een nadeel van het 3D objectgeoriënteerd ontwerpen de kosten in de startfase zijn. Een normaal ontwerp wordt eerst geschetst, wat niet veel tijd vergt. Vervolgens komt er een voorlopig ontwerp (VO), een definitief ontwerp (DO) en een uitvoeringsontwerp (UO). Een 3D objectgeoriënteerd ontwerp kan niet schetsmatig ontwerpen worden. Het kan alleen volledig ontworpen worden. Dit kost in de startfase veel tijd en veel geld. Deze kosten worden uiteraard later terug verdiend, omdat er geen VO, DO en UO gemaakt hoeven te worden. Wij denken dat deze kosten in de startfase van een project momenteel als een barrière wordt gezien.

## *Projecten*

Wij verwachten dat BIM niet in alle projecten zal worden toegepast, maar dat het vooral wordt toegepast in projecten waarbij het ontwerp door de partij wordt gemaakt die er belang bij heeft de faalkosten te reduceren. Bij traditionele bestekken wordt het ontwerp normaal gesproken door een ingenieursbureau gemaakt en het wordt uitgevoerd door een aannemer. In dit geval verwachten wij niet dat BIM zal worden toegepast, want de ontwerpende partij heeft geen belang bij het reduceren van de faalkosten. Bij een project waarbij het ontwerp wordt gemaakt, of in opdracht van de aannemer, verwachten wij wel dat BIM zal gaan worden toegepast. Degene die het ontwerp maakt of laat maken, de aannemer in dit geval, belang heeft bij het reduceren van de faalkosten. Dergelijke contracten kunnen D&C contracten (Design & Construct) of DBFM contracten (Design, Built, Finance and Maintenance) zijn.

## *Vervolg*

Er zijn een aantal manieren waarop vervolg gegeven kan worden aan ons afstudeeronderzoek. Een mogelijkheid is een echt pilot uitvoeren, waarin de 3D en 4D fase wordt gebruikt. Een andere

mogelijkheid is een andere afstudeeropdracht waarbij het BIM gehalte uitgebreid wordt. Hierbij kan aan verschillende dingen worden gedacht. Een mogelijkheid is een pilot project als afstudeeropdracht uitvoeren, waarbij gebruik wordt gemaakt van de bridge modeller. Met behulp van de bridge modelleren kan een interactieve verbindingen tot stand worden gebracht tussen Revit en Civil 3D. Een andere mogelijkheid voor een afstudeeropdracht is het toepassen van Systems Engineering in een project.

# Bronnen

## *Internet*

- § [www.cben.net](http://www.cben.net)
- § [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- § [www.rijkswaterstaat.nl](http://www.rijkswaterstaat.nl)

## *Publicaties*

- § BIM jaarplan 2010; auteur: Bram Mommers; ARCADIS; februari 2010.
- § Inpassings- en Vormgevingsplan Rijksweg A4; auteur: Roline den Hartog; ARCADIS; februari 2010.
- § Autodesk Official Training Guide; AutoCAD Civil 3D 2010 deel 1; Autodesk; juni 2009.
- § Autodesk Official Training Guide; AutoCAD Civil 3D 2010 deel 2; Autodesk; juni 2009.
- § Autodesk Official Training Guide; Autodesk Revit Structure 2010; Autodesk; juni 2009.
- § Autodesk Official Training Guide; Autodesk Navisworks 2009; Autodesk; mei 2008.
- § Tracé/M.E.R.-procedure; auteur Ministerie van Verkeer en Waterstaat; Rijkswaterstaat; december 2005.
- § How to write an effective Discussion, auteur Dean R Hess, Respiratory Care, Oktober 2004.
- § Professioneel communiceren, auteur Michaël Steehouder, 2005

## *Tabellen*

- § BIM jaarplan 2010; auteur: Bram Mommers; ARCADIS; februari 2010.

## COLOFON

## Hoofdstudie Afstudeeronderzoek

### "A4 IN EEN BIM OMGEVING"

OPDRACHTGEVER:

ARCADIS

STATUS:

Concept

AUTEUR:

A.T. Tabak

Y.D. Woudstra

GECONTROLEERD DOOR:

B.B.J.M. Mommers

28 mei 2010, Amersfoort

ARCADIS NEDERLAND BV  
Piet Mondriaanlaan 26  
Postbus 220  
3800 AE Amersfoort  
Tel 033 4771 000  
Fax 033 4772 000  
[www.arcadis.nl](http://www.arcadis.nl)  
Handelsregister  
9036504

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden veelevoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.