

Towards BIM for Asset Management in Dutch road infrastructure projects

A study of the perspectives of the client and contractor for the
municipality of Rotterdam/Netherlands

Master of Science Thesis

For the degree of Master of Science in
Construction Management and Engineering at
Delft University of Technology

Jerald Suhendro Amatsari

September 26, 2016

Faculty of Civil Engineering and Geosciences (CEG) Delft University of Technology

Colophon

Author:

Jerald Suhendro Amatsari
Delft, September 2016

Clients:

Delft University of Technology
Faculty of Civil Engineering and Geosciences
Master Construction Management and Engineering



Ingenieursbureau, gemeente Rotterdam
Wilhelminakade 179
3072 AP Rotterdam



Bim-loket
Van der Burghweg 1
2628 CS Delft



Graduation Committee:

Chairman:

Prof. Dr. Ir. M.J.C.M. Hertogh

1st Supervisor:

Dr. Ir. G.A. van Nederveen

2nd Supervisor:

P. de Jong

Municipality of Rotterdam:

C. Helmons

Bim loket:

Ir. D. Spekkink

Version: Confidential

© 2016, Jerald Suhendro Amatsari, Delft, Netherlands

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form by any means, including photocopying, recording, or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher.

Preface

This report is the result of seven months of full time work. I created passion for BIM and Asset management, when I enrolled for the courses: Information systems for the construction Industry (CIE4120) and Infrastructure Asset Management (CME1210). I started this research in March 2016. Back then, I didn't have specific knowledge on this topic. I've learned so much regarding this topic. It was a tough journey where I had to learn a lot of abbreviations and a lot of technical terms.

I would like to thank everyone who had contributed to this report. Especially, I would like to thank my committee: Marcel Hertogh, Sander van Nederveen, Peter de Jong, Corné Helmons and Dik Spekkink.

In addition, I would like to show my gratitude to all the respondents of the interviews. Furthermore, I would like to thank my family, friends and my girlfriend for believing in me and supporting me throughout my entire time at TU Delft.

Delft, September 22, 2016

Jerald Amatsari

Executive Summary

Introduction

In Dutch road construction projects there is an increasing need for Building Information Model (BIM). At first the focus was on delivering physical road construction works. Now, the requirements for information related to those physical works are increasing.

Currently the information, generated from projects, is received by the client. However, this information is still inoperable for asset management. That is why BIM for asset management is introduced.

Scope and context

The research is done from client's perspective at the municipality of Rotterdam. The information is not only used for operation and maintenance, but for asset management as a whole. For this research the term Asset Management is used according ISO55000(2013). It is defined as 'the coordinated activity to realize value from assets'. This means that those departments that are realizing value from assets are part of asset management.

In order to understand the relation between BIM and Asset management, the term BIM should be defined. For this research BIM is the structured database of information from a building (from the verb 'to build'). Because the scope of the context is demarcated to information generated from projects there should also be a clear understanding of the relation between the Project Information Model (PIM), the Asset Information Model (AIM) and BIM.

Strictly, the PIM is the information generated from the project. The AIM is the result of the information required from projects that will be used for asset management. In other words: AIM is the result of the Asset Information Requirements (AIR). The PIM results in the AIM. BIM is the overarching term of the AIM from several projects. It contains information that is not only retrieved from projects, but also retrieved from other sources. This research is focused on the AIM and therefore demarcated to the relation between an information model and the interfaces with asset management.

Problem definition

A BIM based process is intended to support the development of an information model for buildings. BIM deals with the issue of information interoperability for preventing information loss in every phase of the lifecycle of the asset (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011). The collaboration between parties is an important issue in exchanging this information. The client as the initiator is an important stakeholder in this process (Navendren, Mahjoubi, Shelbourn, & Mason, 2015). They are the stakeholder that specifies and clarifies the requirements for an information model for their asset management. An information model is important for asset management, especially for the maintenance and operational phase. The costs of these phases are significantly higher than in the development phase (SBRCURnet, 2012). The information model received by the client is still inoperable for Dutch asset management in infrastructure roadway, despite research efforts regarding the specification of the information requirements. Therefore, there is still a research gap.

Research question

This report is aimed to deal with this research gap. Therefore the following central research question has been formulated:

Central research question: How could the client make use of the Asset Information Requirements (AIR) resulting in an Asset Information Model (AIM) for Dutch infrastructure roadway assets?

To answer the central question, two sub questions must be answered. The first sub question is focused on the information model that is desired by the client. The second sub question is focused on the process of the client's desired information model and the execution of the information model by the contractor. These are formulated as followed:

1. What is asset management and how to determine asset information requirements for Dutch infrastructure roadway projects?
2. How could the Information Requirements help streamline the process resulting in an information model?

Research methodology

In order to answer the central research question, a qualitative research approach had been executed. The research methodology is based on the triangulation of sources for the in depth knowledge of this research and is concerned about different methods of data gathering. For this research these are: literature study, single case study and interviews. Phase A describes the problem definition. Phase B is about the literature study. From the literature study a hypothesis is made, based on the central research question. From the hypothesis a framework has been developed. In phase C, the framework is tested to a case study SAAONE, which is a Dutch infrastructure roadway DBFM project for the A1-A6. Phase D is used for the internal validity of the framework. In phase E, the results of the case study and interviews are being discussed with the framework which is based on the literature study. In this phase, the discussion can be found. After the discussion a conclusion is made and a recommendation is done towards the municipality of Rotterdam.

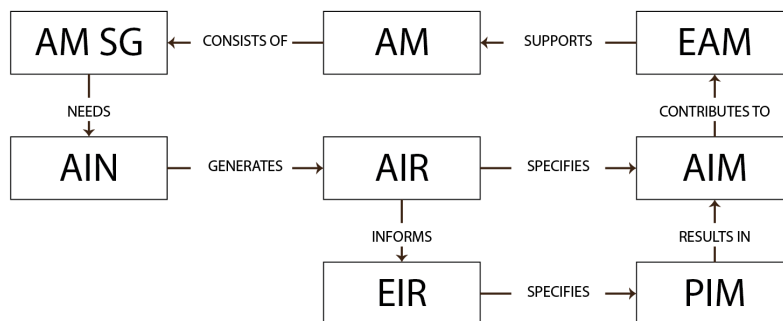
In the literature study, different sources are gathered for an exploratory study. A strategic sample is taken for the selection of the single case study, where the research object is guided by the conceptual framework. The principle of chance is then replaced by the demarcation of the research object (Verschuren & Doorewaard, 2010). A face to face open interview is conducted to create a general idea of the research object as a whole.

Findings and discussion

Based on the literature study a hypothesis is made. In the hypothesis it is argued that in order to require information for an AIM, it is important to know what the client's information needs are in relation to asset management. In other words, there is a difference between requirements and needs. The information needs can be determined using a conceptualized asset management model, where subjects are defined. Determining subjects are dependent on the organization's view on asset management. Examples are: Strategy and planning, life cycle delivery and risk. The hypothesis is focused on the relation between asset information and other subject groups. In that

sense, the information needs are based on the subject groups (SG) and roles that are determined by the client's asset management.

There should also be asset information requirements, when the asset information needs are established. The requirements are dependent on the role of the contractor in the client's conceptualized asset management model. The bigger the role, the more information can be required. The requirements can be about the content, in the Asset Information requirements (AIR). And the requirements can be about the process Employers Information Requirements (EIR). The EIR has influence on the outcome of the contractor's Project Information model (PIM). It is important that the PIM contains information that is required for the AIM. When the AIM is eventually received by the client, the AIM should be compatible with their current Enterprise Asset Management (EAM) systems. The hypothesis resulted in a framework, which can found in the following figure.



Framework based on British Standards Institution (2014b)

From the interviews one of the main causes is lack of people's commitment to the new process. Two of the four fundamentals of implementing asset management is leadership and assurance, where assurance should be used to monitor the process. Also the lack of the client's scope determination regarding asset management is seen as an issue for understanding the client. Within the literature, scope determination is mentioned as an important aspect for implementing a conceptualized asset management model for the organization. With a conceptualized asset management model, the value chain and line of sight of the whole asset management process can be established.

The case study is used to test and validate the framework. From the case study SAAONE the information requirements were set according to the old EAM. This resulted in an AIM that was not fit for purpose. Currently RWS is developing a program where a new EAM system is being developed, which has consequences for the development of the structure of the data. The framework could help identifying the current state of maturity, set a target for future developments and address issue separately. In the case of SAAONE the framework has identified the state of maturity of the EAM systems in comparison with the AIR. The framework could set a target for future development, while keeping the missing link into account.

From the interviews the results are that the information requirements are often unclear for the contractor. Also the scope and goal are described generic. The framework could help identify the information requirements by linking it with the asset management

process of the client. The scope and goal of this process can be established by selecting important subjects for the asset management process. Roles can be assigned to these subjects. Existing standards can be used for determining the information needs for specific subjects and roles. In that order clear requirements and goals can be established.

Uniformity against uniqueness is seen as problem for delivering an AIM. This problem is identified both from the case study and interviews. From the case study the SBS is not aligned with the OTL required from the client. According to the interviews this has to do with top down approach of the client that is concerned about uniform information to manage their assets versus the bottom up approach of the contractor that is concerned about the information that he needs to fulfill his project. The framework is applicable for multiple projects. The AIN are applicable for all projects. The AIR are the information that can be required to the contractor. The framework clarifies the tension between PIM and AIM. A client's tool is to reduce the required AIM by requiring information what is needed for the asset management process instead of asking all information.

The framework could be used for scalability. The framework allows organizations to develop incremental. From the interviews it is clear that in practice a lot of developments are occurring parallel to each other. The framework offers in depth knowledge where subjects in the asset management process are being developed as part of the whole asset management system. The framework could also be applicable for linked data. Instead of exchanging data through COINS, COINS could facilitate linked data for future developments. However, BIM level 3 should be defined in order to claim an applicability in the BIM level 3.

The contribution in the research field is the use this framework to identify aspects in the process that would affect the retrieval of an information model, which would be used for the client in Dutch asset management for infrastructure roadway projects.

Conclusion and recommendation

The conclusion is based on the findings and discussion of the research. The conclusion gives an answer to the central research question. The answer is formulated as followed:

The framework creates knowledge regarding 1) helping determining the asset information requirements. Moreover, to make sure that the information requirements result in the AIM, used for Dutch infrastructure roadway assets. the framework could help 2) determining the current state of maturity in the BIM process, 3) set a target for future development and 4) addressing issues separately in order to align the aspects in the framework.

The framework has identified that there is no link between the AIR and the organization's asset management system. The framework could be used to set a target for the current state of maturity in the BIM process. A target could be set for linking the AIR with the organization's asset management system. Issues can be addressed regarding the determination of important subjects for the organization and the role that has to be assigned these subjects. More over to use standards for determining the information needs.

Shift of the PIM should be clear. It is desirable that contractors not only deliver the information generated from projects, but integrate the information with the AIM. The framework addresses this issue and creates knowledge regarding the current mismatch between the information generated for the project and the AIM. Information needs should be based on the client's asset management process. This means reducing the information that is unnecessary to reduce the mismatch between the unique project versus the uniform information needs for asset management. The framework could set a target to handle the issue of this mismatch. Aligning the PIM with the AIM is seen as a challenge and could be identified by this framework.

The conclusion has led to a recommendation for the municipality of Rotterdam. However, this recommendation is also applicable for Dutch clients in infrastructure roadway projects. The recommendations are:

1. Defining a clear scope definition and maturity plan. Implement ISO55000 (2014) and ISO55001 (2014) in the organization.
2. Integrating engineering department and maintenance department to the same lifecycle of an asset to establish asset management subjects and roles
3. Use existing sources to determine the information needs for the assigned roles
4. Involve departments to confirm the information requirements
5. Try to avoid unnecessary requirements for the AIM to reduce overlap within BIM. Connect SBS with OTL.
6. Capture information once and use it for multiple departments for each member in the asset management process. Note that collaboration between departments is necessary to facilitate this process.

Management Samenvatting (Dutch)

Introductie

In de Nederlandse infrastructuur ‘wegen’ is er een groeiende behoefte aan BIM. In eerste instantie werd de focus gelegd op het opleveren van fysieke wegwerkzaamheden. Nu wordt er steeds meer gevraagd naar informatie dat hoort bij die fysieke werkzaamheden. Momenteel wordt deze informatie wel ontvangen door de opdrachtgever. Echter kan de informatie nog niet gebruikt worden voor Asset Management. Dat is waarom BIM voor asset management is geïntroduceerd.

Afbakening en context

Het onderzoek is gedaan vanuit het perspectief van de opdrachtgever bij de gemeente Rotterdam. De informatie is niet alleen gericht op beheer en onderhoud, maar voor asset management in zijn geheel. Voor dit onderzoek is de definitie ‘asset management’ gebruikt volgens ISO 55000 (2013). Het is gedefinieerd als ‘de gecoördineerde activiteit om waarde uit assets te realiseren’. Dit betekent dat iedere afdeling in de organisatie, die waarde uit assets realiseert, onderdeel is van asset management.

Om te begrijpen wat de relatie is tussen BIM en Asset management moet de term BIM worden gedefinieerd. Voor dit onderzoek is BIM de gestructureerde database van informatie van een bouwwerk. Omdat de context is afgebakend tot informatie dat gegenereerd wordt uit projecten, zou er ook duidelijkheid moeten ontstaan over de relatie tussen het project informatie model (PIM), het asset informatie model (AIM) en BIM.

Strikt gezien is de PIM de informatie dat gegenereerd dient te worden uit projecten. De AIM is het resultaat van de informatie dat is vereist uit projecten, dat wordt gebruikt voor asset management. Met andere woorden: AIM is het resultaat van de ‘asset information requirements’ (AIR). De PIM resulteert in de AIM. BIM is de overkoepelende term van alle AIM uit verschillende projecten. BIM bevat niet alleen informatie dat verkregen wordt uit projecten, maar ook informatie dat van andere bronnen verkregen wordt. Het onderzoek is gericht op de AIM en daarom afgebakend tot de relatie tussen asset informatie uit projecten en andere onderwerpen binnen asset management.

Probleem definitie

Een proces, gebaseerd op BIM, is bedoeld om de ontwikkeling van een informatie model voor bouwwerken te ondersteunen. BIM gaat in op de problemen van informatie interoperabiliteit en het voorkomen van informatie verlies in iedere fase in de lifecycle van een asset (Easman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011). De samenwerking tussen partijen is een belangrijk probleem, wanneer informatie wordt uitgewisseld. De opdrachtgever, als de initiatiefnemer, is een belangrijke stakeholder in dit proces (Navendren, Mahjoubi, Shelbourn, & Mason, 2015). Zij zijn de stakeholders die de eisen voor een informatie model voor asset management kunnen specificeren en verduidelijken. Een informatie model is belangrijk voor asset management, vooral voor de beheer- en onderhoudsfase. De kosten in deze fase zijn significant hoger dan in de ontwikkel fase (SBRCURnet, 2012). Het informatie model, dat de opdrachtgever

ontvangt, kan nog steeds niet gebruikt worden voor asset management in de Nederlandse infrastructuur wegen, ondanks de vele onderzoeken die er gedaan zijn betreft de specificaties van informatie. Daarom is er nog steeds een kloof.

Onderzoeksvraag

Dit rapport is gericht op deze kloof. Daarvoor is de volgende centrale onderzoeksvraag geformuleerd:

Centrale onderzoeksvraag: Hoe zou de client gebruik kunnen maken van de ‘Asset Information Requirements’ resulterend in een Asset Information Model voor Nederlandse infrastructuur ‘wegen’ assets?

Om de centrale onderzoeksvraag te beantwoorden zijn er twee subvragen geformuleerd. De eerste subvraag is gericht op de inhoud van een informatiemodel dat gewenst is door de opdrachtgever. De tweede subvraag is gericht op het proces om te komen tot een gewenst informatiemodel dat gebruikt kan worden voor de asset management van de opdrachtgever. Deze subvragen zijn als volgt geformuleerd:

1. Wat is asset management en hoe kunnen ‘asset information requirements’ vastgesteld worden voor Nederlandse infrastructuur ‘wegen’ projecten?
2. Hoe zouden de ‘information requirements’ kunnen bijdragen aan het stroomlijnen van het proces dat resulteert in een informatie model?

Onderzoeksmethode

Om een antwoord te geven op het onderzoeksvraag is er een kwalitatieve onderzoek opgezet. De onderzoeksmethode is gebaseerd op de ‘triangulation of sources’. Het betreft verschillende methodes om data te verzamelen. Voor dit onderzoek zijn dat: literatuurstudie, single case study en interviews. Fase A beschrijft de probleem definitie. Fase B gaat over de literatuurstudie. Vanuit de literatuurstudie is er een hypothese opgesteld, gebaseerd op de centrale onderzoeksvraag. Vanuit deze hypothese is er een framework ontwikkeld. In fase C is het framework getest op een case study ‘SAAONE’. Dit is een nederlandse infrastructuur ‘wegen’ DBFM-project voor de A1-A6 Rijkswegen. Fase D is gebruikt voor de interne validiteit van het framework. In fase E worden de resultaten van de case study en interview vergeleken met het framework die is opgesteld vanuit de literatuurstudie. Hier wordt het framework ter discussie gesteld. Vervolgens wordt er een conclusie gemaakt en worden er aanbevelingen gedaan richting gemeente Rotterdam.

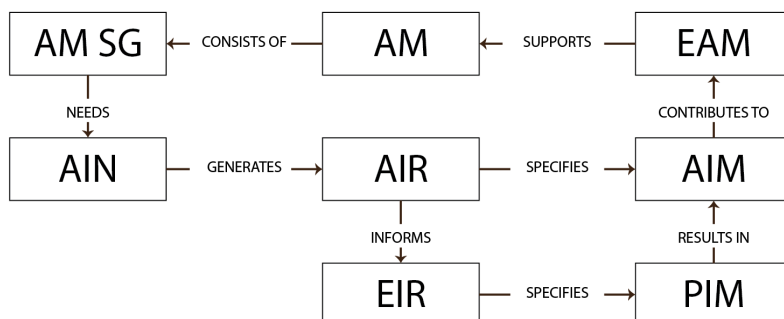
In de literatuurstudie zijn er verschillende bronnen gebruikt voor een verkennend onderzoek. Een ‘strategic sample’ is gedaan voor het selecteren van een ‘single case study’. Hier is het onderzoeksobject geleid door het conceptuele framework. Het principe van kans is daardoor vervangen door de afbakening van het onderzoeksobject (Verschuren & Doorewaard, 2010). Een ‘face to face’ open interview is opgezet om kennis te creëren over het onderzoeksobject in zijn geheel.

Bevindingen en discussie

Een hypothese is opgesteld op basis van de literatuurstudie. In de hypothese wordt aangegeven dat het belangrijk is om te weten wat de informatiebehoefte van de

opdrachtgever is, voordat informatie kan worden vereist. Met andere woorden: Er is een verschil tussen informatiebehoefte en informatie eisen. De informatiebehoefte kan worden vastgesteld door het gebruik van een conceptueel asset management model, waarin onderwerpen zijn gedefinieerd die belangrijk zijn voor de organisatie. Het vaststellen van deze onderwerpen is afhankelijk van de visie die de organisatie heeft op asset management. Voorbeelden van onderwerpen zijn: Strategie en planning, 'life cycle delivery' en risico's. De hypothese suggereert dat 'asset informatie' in ieder geval een belangrijk onderwerp is om asset management uit te voeren. De hypothese is gericht op de relatie tussen asset informatie en andere onderwerpen. Op die manier is de informatiebehoefte gebaseerd op onderwerpen en rollen, die vastgesteld zijn door de opdrachtgever's asset management.

Wanneer deze informatiebehoefte is vastgesteld, moeten ook de informatie eisen worden vastgesteld. De eisen zijn afhankelijk van de rol van de aannemer in het conceptueel asset management model. Hoe groter de rol, hoe meer informatie wordt gegenereerd en hoe meer informatie kan worden vereist. De eisen zouden kunnen gaan over de inhoud, dat beschreven staat in de 'Asset Information Requirements' (AIR). De eisen zouden ook kunnen gaan over het proces, dat beschreven staat in de 'Employers Information Requirements (EIR)'. De EIR, geïnformeerd door de AIR, heeft invloed op de uitkomst van de PIM van de aannemer. Het is belangrijk dat de PIM informatie bevat, die vereist zijn voor de AIM. Wanneer de AIM uiteindelijk ontvangen is door de opdrachtgever, zou de AIM moeten aansluiten op de 'Enterprise Asset Management (EAM) systems. De hypothese heeft geleid tot het volgend framework:



Framework based on British Standards Institution (2014b)

Gebrek aan toewijding aan een nieuw proces is één van de belangrijkste oorzaken, volgens de interviews. Twee van de vier fundamenteën gaan hierop in en staan beschreven in het framework. Dit zijn: leiderschap en waarborging. Ook wordt er gesteld dat de opdrachtgever's afbakening van hun asset management niet duidelijk is. Dit heeft invloed op het begrijpen van de opdrachtgever. Afbakening is belangrijk wanneer een asset management model wordt geïmplementeerd. Met dit model kan de 'value chain' en afstemming tussen verschillende onderwerpen en rollen worden vastgesteld.

De case study is gebruikt voor testen en valideren van het framework. In de case study zijn de informatie eisen voor SAAONE vastgesteld op basis van oude 'EAM' systemen. Dit heeft geresulteerd in AIM dat niet geschikt is voor hun huidige asset management. Op dit moment is RWS bezig met een programma, waarin een nieuw integraal

beheersysteem wordt ontwikkeld. Dit heeft gevolgen gehad voor de afstemming met de eisen wat betreft de AIM. Het framework kan helpen om te identificeren: Waar staan wij qua volwassenheidsniveau? Waar willen we naartoe? En hoe kunnen wij ervoor zorgen dat wij daar komen?

Volgens de respondenten zijn de informatie vereisten vaak onduidelijk voor de aannemer. Ook de afbakening en doel zijn generiek beschreven. Het framework zou kunnen bijdragen om de informatie vereisten voor de opdrachtgever te identificeren door het te linken met asset management. De afbakening en doel van dit proces kan worden vastgesteld door het selecteren van belangrijke onderwerpen voor het asset management proces. Rollen kunnen dan worden toegewezen aan deze onderwerpen. Bestaande standaarden kunnen worden gebruikt om vast te stellen welke informatie behoefte er nodig is voor de onderwerpen en rollen. Op die manier kunnen er duidelijke eisen en doelen worden gesteld.

Uniformiteit tegenover uniekheid wordt gezien als een probleem voor het aanleveren van een AIM. Het probleem is zowel bij de case study geïdentificeerd als bij de interviews. In de case study is de System Breakdown Structure niet in lijn met de OTL dat is vereist door de opdrachtgever. Volgens de respondenten heeft dit te maken met de top down benadering van de opdrachtgever, dat gericht is op de uniformiteit van informatie om assets te managen versus de bottom up benadering van de aannemer dat gericht is op de informatie dat nodig is voor een project. Het framework is toepasbaar voor meerdere projecten. Hierin is de AIN toepasbaar op alle projecten. De AIR zijn eisen voor de aannemer. Het framework verduidelijkt de spanning in de PIM tussen project informatie en AIM. Een tool van de opdrachtgever is om de eisen voor een AIM te reduceren door informatie te eisen dat alleen nodig is voor het asset management proces in plaats van het eisen van alle informatie.

Het framework is schaalbaar. Het framework stelt organisaties in staat om incrementeel te ontwikkelen. In de praktijk lopen veel ontwikkeling door elkaar. Het framework is bedoeld om kennis te creëren, betreft onderwerpen in het asset management proces, waarin wordt verduidelijkt welke onderwerpen ontwikkelt worden als onderdeel van het gehele asset management systeem. Het framework zou ook toepasbaar kunnen zijn voor linked data. Inplaats van data overdracht door middel van COINS, zou COINS ook linked data kunnen faciliteren voor toekomstige ontwikkelingen. Echter, zou BIM level 3 moeten worden gedefinieerd om vast te stellen of dit framework bestand is voor BIM level 3.

De bijdrage in dit onderzoeksdomein is dat dit framework gebruikt kan worden om aspecten in het proces te identificeren dat effect kan hebben op het ontvangen van een informatie model dat vervolgens gebruikt kan worden door de opdrachtgever in de Nederlandse asset management voor infrastructuur 'wegen' projecten.

Conclusie en aanbevelingen

De conclusie is gebaseerd op de resultaten en discussie op het framework. De conclusie geeft een antwoord op de centrale onderzoeksvraag. Het antwoord is als volgt geformuleerd:

Het framework creëert kennis betreft 1) het vaststellen van ‘asset information requirements’. Bovendien kan het framework, om het proces te stroomlijnen helpen 2) de huidige volwassenheidsniveau vast te stellen (waar staan wij nu?), 3) een doel stellen voor toekomstige ontwikkelingen (waar willen wij naartoe?), 4) Aanpakken van huidige problemen (hoe gaan we dat doen?)

Het framework heeft geïdentificeerd dat er geen link is tussen de AIR en het asset management systeem van de organisatie. Het framework zou kunnen worden gebruikt om een doel te stellen voor de huidige volwassenheidsniveau in het BIM proces. Een doel kan gesteld worden door de AIR te linken met het asset management systeem. Problemen kunnen worden aangepakt, betreft het vast stellen van belangrijke onderwerpen voor de organisaties en betreft de rollen die moeten worden toegewezen. Bovendien kunnen bestaande standaarden worden gebruikt voor het vaststellen van de informatie behoefte.

De verschuiving van PIM moet worden benadrukt. Het is wenselijk dat de aannemers niet alleen informatie leveren dat vanuit projecten wordt gegenereerd, maar dat zij de informatie moeten integreren met de AIM. Het framework geeft het probleem aan en creëert kennis betreft de huidige mismatch binnen het PIM. Dit betekent dat onnodige informatie dat niet gebruikt wordt voor het asset management proces niet zou moeten worden gespecificeerd. Het framework kan een doel stellen voor de huidige mismatch. Afstemming van project informatie met de AIM is nodig om het doel te bereiken.

De conclusie heeft geleid tot aanbevelingen voor de gemeente Rotterdam. Bovendien zijn deze aanbevelingen ook toepasbaar voor de Nederlandse publieke opdrachtgever in infrastructuur wegen ‘projecten’. De aanbevelingen zijn:

1. Definieer een duidelijke afbakening en volwassenheidsplan. Implementeer ISO500x in de organisatie.
2. Integreer ingenieursbureau en beheer aan dezelfde lifecycle van een asset om asset management onderwerpen en rollen vast te stellen.
3. Gebruik bestaande bronnen om informatie behoefte en rollen vast te stellen.
4. Betrek afdelingen om de informatie vereisten te bevestigen
5. Probeer onnodige informatie te vermijden voor de AIM om overlap te verminderen binnen PIM. Link SBS met OTL.
6. Eenmalig informatie vastleggen voor iedereen en meervoudig gebruiken door iedereen. Samenwerking tussen de afdelingen is nodig om dit proces te faciliteren.

Contents

1.	Introduction	1
1.1	Introduction to the subject	1
1.2	Scope and context	1
1.3	Terms and Definitions	9
1.4	Acronyms	11
2.	Phase A: Problem analysis and Approach.....	13
2.1	Problem analysis.....	13
2.2	Problem statement.....	17
2.3	Objective of the study	17
2.4	Method of research	18
2.5	Reading guide	19
2.6	Intermediate summary phase A.....	20
3.	Phase B: Theoretical Research	21
3.1	Asset Management	21
3.2	Asset Information needs	30
3.3	Asset Information Management.....	43
3.4	The Framework.....	68
4.	Phase C: Practical Analysis, single case study	71
4.1	Background information project SAA one.....	72
4.2	Case study: Project SAAONE.....	76
4.3	Evaluation of the Information Requirements	86
4.4	Evaluation of the process.....	88
4.5	Case study analysis and results	92
4.6	Intermediate conclusion	95
5.	Phase D: Internal validity, expert reviews.....	96
5.1	Structure and set up	96
5.2	Interview analysis and results	98
5.3	Intermediate conclusion	108
6.	Phase E: Discussion and Conclusion.....	109
6.1	Discussion	109
6.2	Limitation and applicability of the research.....	112
6.3	Conclusion.....	114
6.4	Recommendations for further research.....	116
6.5	Recommendations for the municipality of Rotterdam	117

Literature	122
Appendix A1: Information needs NSW	127
Appendix A2: Asset Types BGT classification	128
Appendix A3: Asset types IMGEO classification	131
Appendix A4: Information needs roadway IMBOR	140
Appendix A5: Information needs tree IMBOR	142
Appendix A6: AIR PAS1192-2 VS IMBOR	144
Appendix A7: Analysis Roles vs Needs	146
Appendix B1: EIR PAS 1192-2	150
Appendix B2: PLQ	152
Appendix B3: Tender Questions	161
Appendix C1: IDM Basic framework	163
Appendix C2: V-CON's criteria for a data exchange standard	164
Appendix C3: V-Con solution	167
Appendix D: Roles and responsibility scheme	168
Appendix E1: IP of Contract Document ILS 1.0	169
Appendix E2: Metadata of Contract Document ILS 1.0	170
Appendix E3: Analysis reviewed EIR to ILS	171
Appendix F1: Interview set up	175
Appendix F2: Interview PMS Coordinator (SAAone) Schelto Scheltens	177
Appendix F3: Systems Engineer (Besix) Jeroen Honig	187
Appendix F4: Informatie Manager (Gemeente Amsterdam) Joseph Steenbergen	201
Appendix F5: Adviseur Asset Management (RD RWS) Bart vd Heuvel	212
Appendix F6: Systems engineer (Hochtief) Kenzo Oijevaar	224
Appendix F7: Senior Advisor (GPO RWS) Mick Baggen	235

List of figures

<i>Figure 1: Transition of BIM level 2 to BIM level 3</i>	<i>3</i>
<i>Figure 2: AIM, PIM and BIM</i>	<i>5</i>
<i>Figure 3: Dutch open standards and BIM levels</i>	<i>6</i>
<i>Figure 4: Organization scheme Municipality of Rotterdam</i>	<i>7</i>
<i>Figure 5: AIM at the Municipality of Rotterdam.....</i>	<i>8</i>
<i>Figure 6: Information Exchange across perspectives.....</i>	<i>15</i>
<i>Figure 7: Proportion of costs</i>	<i>16</i>
<i>Figure 8: Research approach</i>	<i>18</i>
<i>Figure 9: Line of sight in relation to the hierarchy of assets</i>	<i>23</i>
<i>Figure 10: The IAM's conceptual Asset Management model</i>	<i>25</i>
<i>Figure 11: The relation between AMS and asset management</i>	<i>26</i>
<i>Figure 12: The Asset managemenet landscape</i>	<i>28</i>
<i>Figure 13: Users of Asset Information</i>	<i>30</i>
<i>Figure 14: Relation between information needs and information requirements.....</i>	<i>41</i>
<i>Figure 15: Badge Levels</i>	<i>44</i>
<i>Figure 16: RS-IS paradigm</i>	<i>45</i>
<i>Figure 17: Standards distribution.....</i>	<i>46</i>
<i>Figure 18: Asset Management Data.....</i>	<i>47</i>
<i>Figure 19: Process SCADA data</i>	<i>48</i>
<i>Figure 20: BIM maturity levels.....</i>	<i>52</i>
<i>Figure 21: Information delivery cycle</i>	<i>54</i>
<i>Figure 22: V-CON scenario</i>	<i>61</i>
<i>Figure 23: BIM level 2 process for Dutch road asset management.....</i>	<i>63</i>
<i>Figure 24: Framework Information Requirements.....</i>	<i>68</i>
<i>Figure 25: Project SAA.....</i>	<i>72</i>
<i>Figure 26: Project organization SAAone.....</i>	<i>75</i>
<i>Figure 27: Process ILS</i>	<i>76</i>
<i>Figure 28: Overview interpretation by functions</i>	<i>78</i>
<i>Figure 29: Software data flowchart for BIM Design</i>	<i>79</i>
<i>Figure 30: COINS delivery SAAone.....</i>	<i>81</i>
<i>Figure 31: Position RWS in the Asset hierarchy.....</i>	<i>83</i>
<i>Figure 32: Asset Management SAAone</i>	<i>85</i>
<i>Figure 33: Framework and multiple projects</i>	<i>110</i>

List of tables

Table 1 Technical Items of the EIR	65
Table 2: Management Items of the EIR	66
Table 3: Commercial Items of the EIR	67
Table 4: Overview evaluation of the process	88
Table 5: Respondents expert reviews	97

1. Introduction

1.1 Introduction to the subject

In Dutch road construction projects there is an increasing need for BIM. At first there was a focus on delivering physical road construction works. Now, the requirements for information related to construction works are increasing. That is why BIM is introduced.

With the introduction of BIM there is another way of working. The Dutch construction Industry is aware of the importance of the use of BIM. In 2015 the foundation 'BIM LOKET' has been established by multiple knowledge institutions. Their goal is to stimulate and implement BIM. The 'Bouwinformatieraad' (BIR) is one of leading organizations for the development of the 'BIM LOKET'. Currently 'BIM LOKET' manages twelve standards focused on the implementation of BIM.

BIM, retrieved from projects, is still inoperable for asset management. In the Netherlands, there is a desire that BIM can be used by the client for their asset management. Also for the municipality of Rotterdam, it is desired to receive a BIM that can be used for asset management. Therefore, exploring the current state of the BIM development, as well as exploring the challenges in Dutch road construction projects is necessary.

1.2 Scope and context

There are many definitions and interpretations of BIM. In the Netherlands there are three main definitions of BIM that are currently being used. According to the BIR, BIM has the three following definitions (Bouwinformatieraad, 2015a):

1. Building Information Model: Digital representation of how the building is designed or realized.
2. Building Information Modelling: Focused on the process between different disciplines
3. Building Information management: The structure and use of information is pivotal

For this research BIM is used as Building Information Model. To explain the use of this definition, the definition is analyzed. Simpson (2013) acknowledges that there is a discussion on the use of the definition. His statement is that regardless what definition is used, the essence of BIM should be as followed:

The word 'building' should be used as the verb of 'to build' rather than the noun 'building' (Simpson, 2013). This means that the focus is not necessarily on buildings but also on road construction works. 'Information' should be used as all the related information of the building. This includes both geometric as non-geometric information. The term 'model' should be used as 'a representation of a system or process' rather than a 3D representation of an object. Based on this analysis a 'building information model' is interpreted as a structured database of information from a building.

In the Netherlands there are four disciplines needed to implement BIM. Those four are (Bouwinformatieraad, 2015a):

- Information Technology (IT): Focuses on the collaboration between different actors with the use of open BIM standards.
- Human and Culture: Is about changing business cultures
- Trials: Is about lawsuits and contract management. Who is responsible for what?
- Management and organization: Is about integrated collaboration

In essence, the literature study will focus on the IT cluster. It will focus on the hard aspects of open standards in general to create a BIM. BIM has three different maturity levels. The Dutch BIM levels are explained by BIR as followed (Bouwinformatieraad, 2015b):

- Level 0: Document oriented: Paper based exchange, where lines and circles do not contain "intelligent" information (interpretation is needed).
- Level 1: Object oriented: Object based exchange, the objects contains "intelligent" information. At this level the objects cannot be shared.
- Level 2: Merged: File based exchange, all data is merged into one view model. Parties within the organization can extract and share information.
- Level 3: Integrated lifecycle: Object based exchange. The intelligent objects can be shared through a Common Data Environment (CDE), also known as the BIG BIM data. The Data base can be received by any organization and at any point in the lifecycle of the building/construction.

This report will explore the current development of BIM level 2, to make improvements in the form of recommendations with a prospect to BIM level 3. It is important to know how the current development of BIM level 2 fits in BIM level 3. Currently exchanging of data is still file based. Therefore, it is still a BIM level 2 information model. However, in the prospect of the current development, BIM will also be available for public use or any other organization at any point in the lifecycle. Moreover, BIM level 2 is about sharing the view models and claims nothing about the interoperability between models. Therefore, there is a prospect to BIM level 3. The scope of the BIM levels of this research is seen in figure 1.

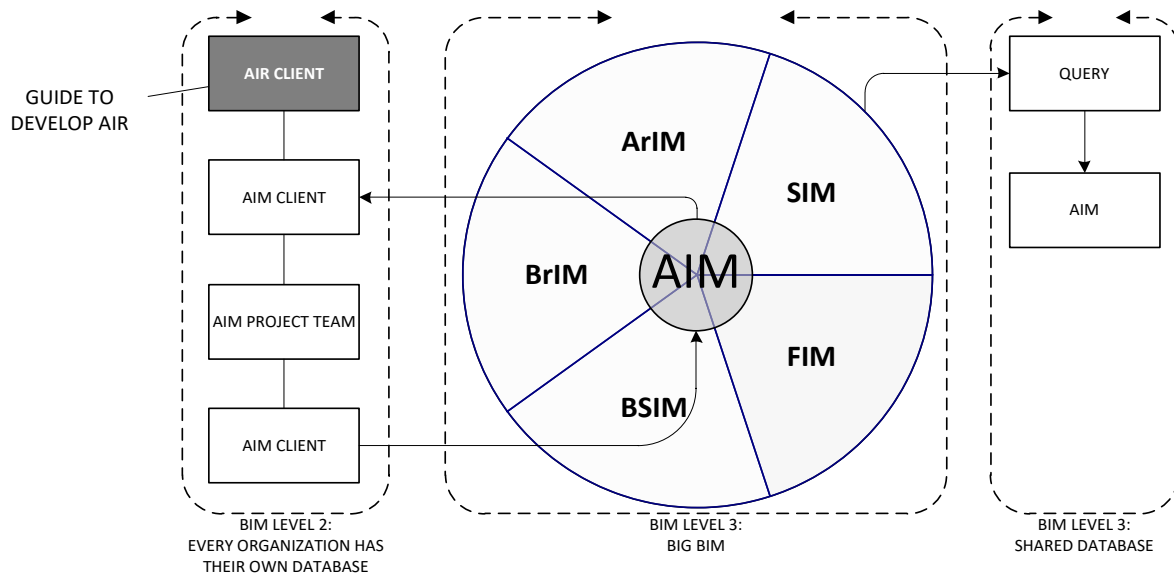


Figure 1: Transition of BIM level 2 to BIM level 3 (Own illustration)

Here, the AIR are used to create an AIM, which is part of BIM level 3. This is the transition of BIM level 2 to BIM level 3. Before doing this research it is important to know what the relation and definitions are of different kind of information models. The information models that will be discussed in this research are:

- Asset Information Model (AIM),
- Project Information Model (PIM),
- Building Information Model (BIM)

There are different definitions and interpretations of the AIM. Below there are a few definitions:

'A subtype of information models supporting the maintenance, management and operation of an asset throughout its lifecycle (BIM Excellence, n.d.-a)'

'maintained information model used to manage, maintain and operate the asset (British Standards Institution, 2013)'

'data and information that relates to assets to a level required to support an organization's asset management system (British Standards Institution, 2014b)'

'Not only is there the 'Building' information model, but the 'Asset' information model – which is the name given to the same model post-construction (Lymath, 2014)'

According to these definitions there is no one sided definition of the AIM. On the one hand the AIM can be seen as an information model to support management, operation and maintenance of assets, and on the other hand it can be seen as an information model to support the whole asset management system.

Even the British Standards Institution uses different definitions in PAS 1192-2(2013) and PAS 1192-3(2014). This indicated that the former definition of the AIM matures. For a BIM level 3 this means that data supports the whole asset management system. This definition is supported by Lymath (2014).

To understand the definitions, it is important to define the term ‘asset management’. For this research asset management is seen as an organization’s activity or method as described in ISO55000 (2014):

‘coordinated activity of an organization to realize value from assets (British Standards Institution, 2014a)’

For this research the AIM is seen as an information model for asset management, that is, for the coordinated method of the organization to realize value from assets.

However, for this research it is also important to make the distinction between the BIM and AIM. The AIM is the model that derives from the Asset Information Requirements (AIR). The AIR are the requirements of information for asset management. In other words, the AIM is only about the data that is received from what is asked. The AIR are the information required from the project team. Therefore, the AIM is seen as a part of the BIM model. The definition applies that the AIM as part of the BIM supports the organization’s asset management system. So, the AIM is the model that derives from the AIR, received from the project team. The BIM data can be considered as the entire information model for the whole asset management system.

There is also different interpretations of the relation between the project information model (PIM) and the AIM.

‘Information Model developed during the design and construction phase of a project (British Standards Institution, 2013)’

‘the ‘Project’ information model is the name given during the design and construction stage (Lymath, 2014)’

‘At handover, the Project Information Model (PIM) is the basis for the Asset Information Model (AIM) and thus must represent what has actually been installed and not what the designers intended (BIM Excellence, n.d.-b)’

According to these definitions, the PIM is being built up during the process. At handover PIM results in the AIM. For this research, the AIM is interpreted as an extraction of the PIM and contains information that was required at the initial phase of the project. in other words: The AIM only contains information that derives from projects. The information received from these projects, only extracts the information that is required in the AIR. All other project information is not part of the AIM.

The AIM is part of the BIM. For this research it is assumed that the BIM is managed and operated by the municipality of Rotterdam. For execution of project the municipality of Rotterdam delivers an AIM to the contractors. In the AIR the requirements of required data for the AIM are given. This way, the AIM will be complemented by the contractor. After the AIM is complemented the AIM goes back to the database of the municipality of Rotterdam. The AIM can be used for client's asset management. In the following figure the relation between AIM, PIM and BIM is shown.

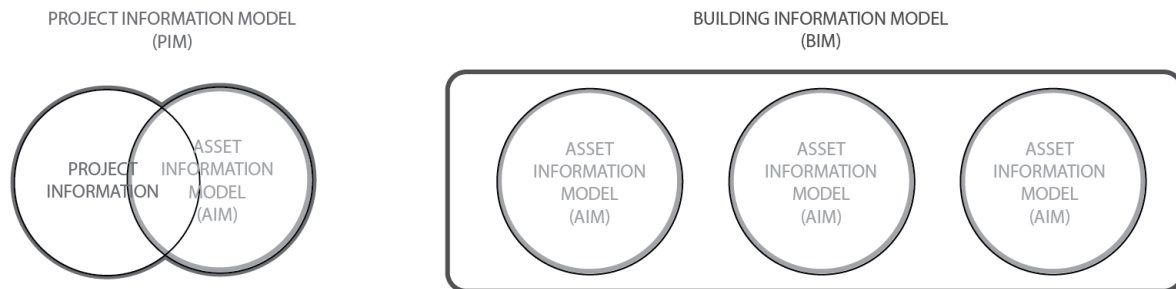


Figure 2: AIM, PIM and BIM

As seen in figure 2 there are different open standards applicable for different levels of BIM. The standards for the Dutch AEC are also divided into three categories as seen in this figure. These categories are (Bouwinformatieraad, 2015c):

- Process standards
- Data format Standards
- Semantic standards

For this report these three categories of standards for the Dutch construction industry will be part of the research. For the process of BIM level 2, VISI is brought into the research context. For both data exchange and semantic exchange of BIM level 2 IFC and CityGML are brought into the context. For solely semantic exchange of BIM level 2 CB-NL and IMGEO are used.

For BIM level 3 the National BIM protocol is brought into the context for the process of building BIM. COINS is used for the process as well as the data format exchange. “S@les in de bouw” is not applicable for this research, because this standard is used for the interoperability between contractors. This research is focused on the current interoperability between client and contractor.

These standards can be useful to create an information model for asset management and to streamline the process. Part of this report is to research the effect of these standards on the outcome of the information model.

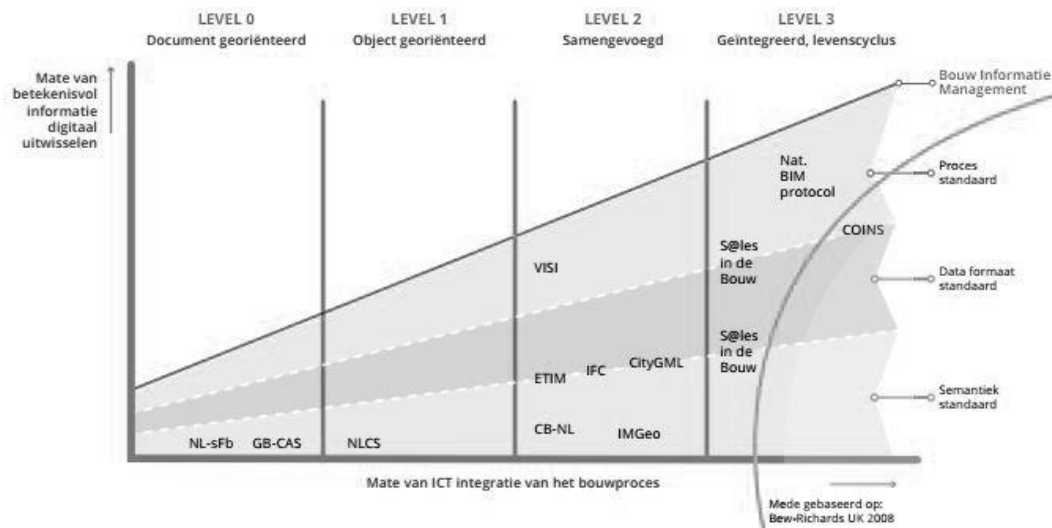


Figure 3: Dutch open standards and BIM levels (Bouwinformatieraad, 2015c)

As well as the BIR, the BIM task group has a similar scheme with different Open Standards. However, the standards for implementing BIM levels differ. For this report not only Dutch standards will be researched. Also UK's open standards and other applicable international standards will be researched.

Municipality of Rotterdam and BIM LOKET

This research has been done for and at the municipality of Rotterdam. The municipality consists of different departments. The department that is concerned about the development of the AIR is the "City Development" (Dutch: Stadsontwikkeling). Figure 3 shows how the City Development department is organized.

The Project Management (Dutch: Project Management Bureau) and Engineering (Dutch: Ingenieursbureau) department's task is to realize projects in Rotterdam. One of the tasks of the Engineering department is to plan and develop projects. The AIR is part of the development phase and should be a concern for this department.

On the other hand, the AIM should also be used for operation and maintenance. At the municipality of Rotterdam, they call this department 'Asset Management'.

At the municipality of Rotterdam, it is the "City Maintenance" (Dutch: Stadsbeheer) that is seen as the asset owner. The department "Public Works" (Dutch: Openbare werken) is the delegated asset owner. The delegated asset owner is responsible for the overall vision of the assets.

"Urban maintenance" (Dutch: Stedelijk beheer) is the head of the asset managers. The Asset managers make multiannual plans for their assets to keep them in good conditions. The "Area maintenance" (Dutch: Gebiedsbeheer) uses strategies like stakeholder management to minimize the nuisance to the environment. The Area Maintenance coordinates projects by "Match and Combine" to reduce nuisance.

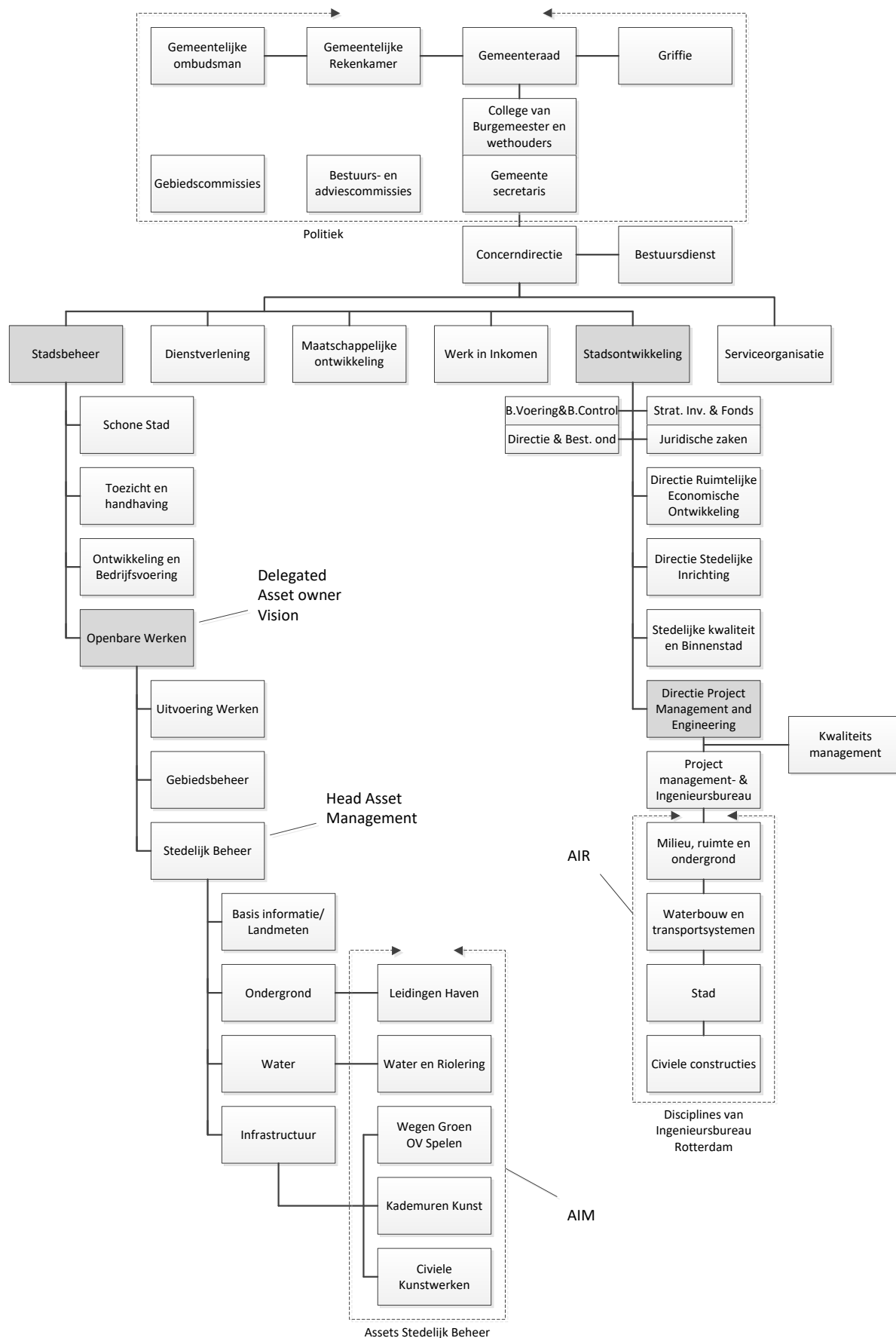


Figure 4: Organization scheme Municipality of Rotterdam (Own illustration)

All aboveground projects are handled by the “Area Maintenance” and executed by “Execution works” (Uitvoering Werken). Nowadays Execution Works are solely doing the project management part, while the execution part is done by contractors. For underground projects the task of the area maintenance is to “Match and Combine”. The project is handled by their so called ‘Asset Managers’ and the Project and Engineering division. For the execution of these projects the contracts will be done through public procurement. In this public procurement the Asset Information Requirements should be part of this tender process. Figure 4 shows the process of handling the assets.

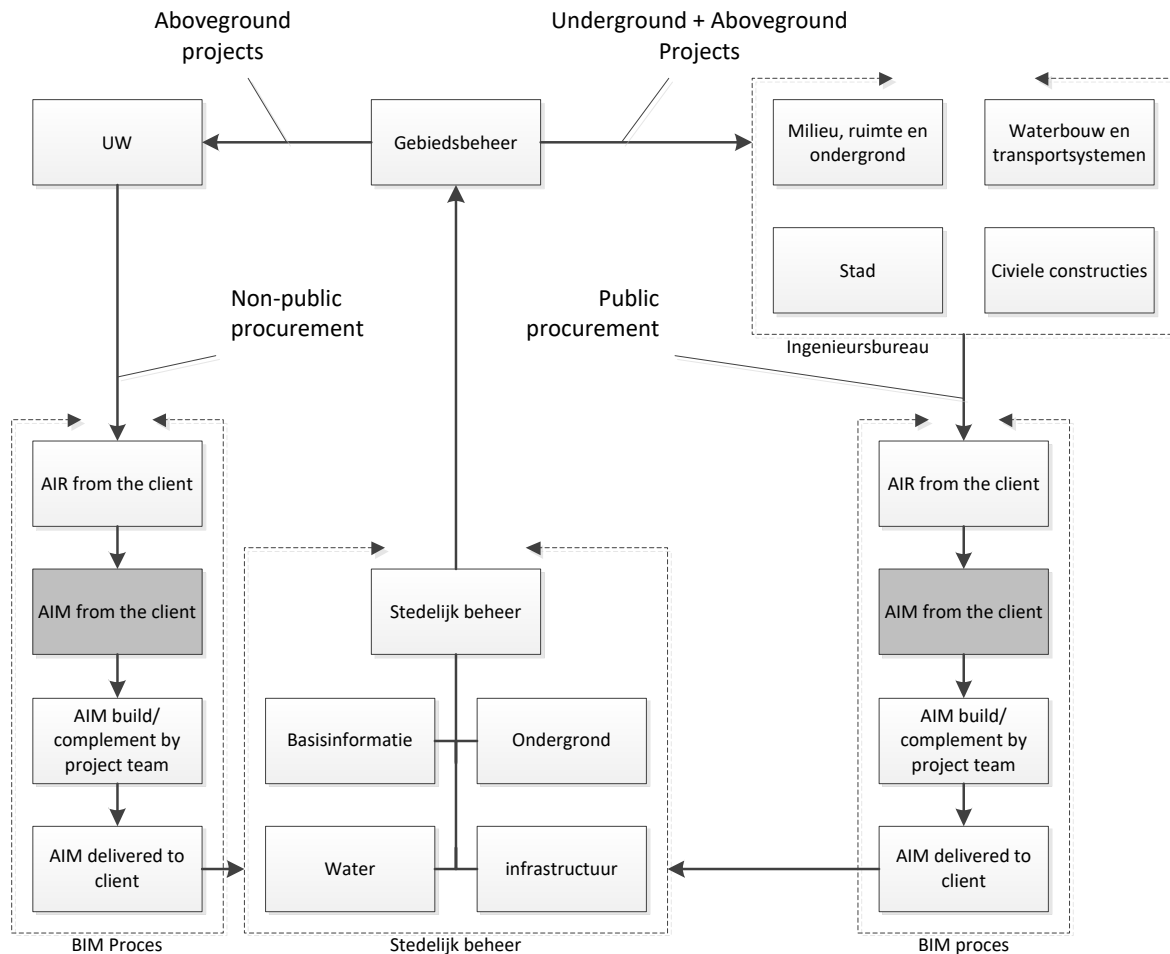


Figure 5: AIM at the Municipality of Rotterdam (Own illustration)

The role of BIM loket in this scheme is that the BIM loket provides open BIM standards for the process of delivering an AIM. They also provide standards and guidance regarding data exchange and standards regarding semantics. These standards are not only applicable for the Municipality of Rotterdam, but can also be applicable for other organizations. For the BIM loket it is useful to have an overview of these steps. This research will focus on recommendations for the BIM process resulting in an AIM, which is not only useful for the asset management of the municipality of Rotterdam, but also for asset management of other public organizations.

1.3 Terms and Definitions

These terms and definitions are applied in the report. The terms related to information management are partly retrieved from PAS 1192-3 (British Standards Institution, 2014b). For the terms and definitions related to asset management the BS ISO 55000:2014 is used (British Standards Institution, 2014a).

Asset Information Management:

discipline of managing asset-related organizational data and information to a sufficient quality to support organizational objectives and outcomes

[BS PAS 1192-3:2014]

Asset Information Model (AIM): data and information that relates to assets to a level required to support an organization's asset management system

[BS PAS 1192-3:2014]

Asset Information Requirement

(AIR): data and information requirements of the organization in relation to the asset(s) it is responsible for.

[BS PAS 1192-3:2014]

Asset Management System:

management system for asset management whose function is to establish the asset management policy and asset management objective

[BS PAS 1192-3:2014]

Asset management: coordinated activity of an organization to realize value from assets

[BS ISO 55000:2014]

Asset: item, thing or entity that has potential or actual value to an organization

[BS ISO 55000:2014]

CoBie (Construction Operation Building Information Exchange):

structured asset information for the commissioning, operation and maintenance of an asset often in a neutral spreadsheet format that will be used to supply data to the organization to populate decision-making tools and asset management systems

[BS PAS 1192-3:2014]

Common Data Environment (CDE):

single source of information for any given project or asset, used to collect, manage and disseminate all relevant approved files, documents and data for multidisciplinary teams in a managed process

[BS PAS 1192-3:2014]

Computerized Maintenance Management System (CMMS):

Software package to maintain the assets

Employer: individual or organization named in an appointment or building contract as the employer

[BS PAS 1192-3:2014]

Employers Information

Requirements: pre-tender document setting out the information to be delivered, and the standards and processes to be adopted by the supplier as part of the project delivery process

[BS PAS 1192-2:2013]

Handover: the stage of a capital/delivery project where the asset is made available for use or occupation

[BS PAS 1192-3:2014]

Information Management Process (IMP): process to manage information related to the operational phase of an asset

[BS PAS 1192-3:2014]

Maintainer: individual, department or organization engaged by either the owner or operator of an asset to carry out maintenance on or in connection with that asset

[BS PAS 1192-3:2014]

Maintenance: combination of all technical and associated administrative actions to retain or restore an asset to a state in which it can perform its required function

[BS PAS 1192-3:2014]

Major works: works where information is managed using PAS 1192-2:2013

[BS PAS 1192-3:2014]

Organizational Information

Requirements (OIR): data and information required to achieve the organization's objectives

[BS PAS 1192-3:2014]

Owner: organization that owns an asset and uses the asset either directly or indirectly to create value

[BS PAS 1192-3:2014]

Plain language questions: questions asked of the supply chain by the employer to inform decision-making at key stages of an asset life cycle or project

[BS PAS 1192-3:2014]

Project Information Model(PIM): Information Model developed during the design and construction phase of a project.

[BS PAS 1192-3:2014]

RAG report: Performance report summarizing a series of assessments as red (does not meet requirement), amber (does not meet requirement but plan in place to bring up to standard), or green (meets requirement)

[BS PAS 1192-3:2014]

Supervisory control and data acquisition (SCADA): systems that collect operational data from assets to support supervisory and other managerial activities

[BS PAS 1192-3:2014]

1.4 Acronyms

AEC: Architecture Engineering and Construction

AIM: Asset Information Model

AIR: Asset Information Requirement

AM: Asset Management

AMS: Asset Management System

API: Application Programming Interface

BEP: Bim Execution Plan

BGT: Basisregistratie Grootschalige Topografie
(English: Basic Registration Largescale Topography)

BIM: Building information modeling

BIR: Bouwinformatieraad
(English: Building Information Counsel)

BS: British Standard

CDE: Common Data Environment

CMDB: Configuration Management Database

CMMS: Computerized Maintenance Management System

COBie: Construction Operation Building Information Exchange

COINS: Constructieve Objecten en de INtegratie van processen en Systemen
(English: Constructive Objects and the Integration of Processes and Systems)

EAM: Enterprise Asset Management

EIR: Employer's Information Requirement

GIS: Geographical Information System

GWW: Grond Weg en Waterbouw
(English: Ground, Roadway and Waterway)

IAM: Institute of Asset Management

IBIM: Information BIM

IFC: Industry Foundation Classes

ILS: Informatie Leveringsspecificatie
(English: Information Delivery Specification)

IMGeo: Informatie Model Geografie
(English: Information Model Geography)

IMP: Information Management Process

IP: Informatie Pakket
(English: Information Package)

ISO: International Standards Organization

IT: Information Technology

MIDP: Master Information Delivery Plan

MVD: Model View Definitions

O&M: Operation and Maintenance

OIR: Organizational Information Requirements

OWL: Ontology Web Language

PAS: Publicly Available Specification

PIM: Project Information Model

PIP: Project Implementation Plan

PLQ: Plain Language Questions

SAA: Schiphol-Amsterdam-Almere

SAMP: Strategic Asset Management Plan

SBS: System Breakdown Structure

SLA: Service Level Agreements

TCO: Total Cost of Ownership

V-CON: Virtual Construction for Roads

W3C: World Wide Web Consortium

XML: Extensible mark-up language

2. Phase A: Problem analysis and Approach

2.1 Problem analysis

Information and the client as the initiator

It is necessary that there is clarity on the clients Asset Information Requirements. According to Navendren et al. (2015, p. 176) the first phase of a project is the most important phase, where clarity from the client is necessary to implement BIM correctly. Currently it is a challenge for the project team to deliver an Asset Information Model that can be actually used by the client for the asset management. Clarity from the client makes sure that project teams can take appropriate measures to current challenges. A pilot study shows that architectural design engineers face team oriented challenges that are being caused by the lack of understanding by clients (Navendren et al., 2015, p. 178). According to the interview of the pilot study:

“The standards out there need to be pushed by the client. The client must specify their requirements and that would take all the ambiguity out of it” (Navendren et al., 2015)

Also Kometa, Olomolaiye, and Harris (1994, p. 434) say that the clients and their priorities are often misunderstood by project consultants and contractors. According to them the client can have a specific effect on the project outcome. The clients’ role is becoming more important, because of the complexity of the projects. Not only clients’ lack of understanding is an issue for the outcome of the project. Also the lack of understanding of the project team is an issue.

Newton and Elhag (2012) have found three other issues: education and training costs, start-up costs and changing the way firms do business. The study proposes to make BIM adoption mandatory in the bidding process to handle these issues.

Early 2016 the UK already mandated fully collaborative BIM level 2 (Cabinet Office, 2011). PAS 1192-2 and PAS 1192-3 are open standards that specify requirements for achieving BIM level 2. PAS 1192-2 describes the Employers Information requirement as part of the tender document as PAS 1192-3 describes the Asset Information requirement for the Asset Information Model (British Standards Institution, 2013).

Information and Interoperability

Information handling is important for the life cycle of the asset. According to Brian R. Kyle, Dana J. Vanier, Branka Kosovac, and Froese (2000) information handling for the maintenance and operation phases for the assets is based on the way information is collected and used throughout all phases in the project. They emphasize the importance of formalized information storage. In the United States, Construction Operations Building Information Exchange (COBIE) is a standard that is used to formalize information storage. However, the use of COBIE still needs improvements. A few challenges are regarding 1) information overload, 2) inconsistency of name, storage and data type conventions and 3) IT usage (A. Anderson, Marsters, Dossick, & Neff, 2012). COBIE should make it possible to transfer information into the Computerized Maintenance Management System (CMMS) for the facility lifecycle. However, in practice

this is not the case. According to A. Anderson et al. (2012) COBIE streamlines the flow of information, but doesn't focus on the interface between information and the CMMS for maintenance and operation personnel. In other words: they can't leverage this new information. In addition, the primary jobs of the personnel shift towards a computer oriented job instead of repairing physical systems. COBIE needs to be improved in such a way that the information is provided efficiently for the CMMS.

In the Netherlands, COINS is used to formalize information exchange. The use of COINS makes it possible that all data can be stored in a BIM container. The first project where the BIM container is used was in 2014 for the SAA A1/A6 project. Here the use of the BIM container has been established in the procurement. According to Koops (2014), there is still room for improvement. The information of the existing situation stored in the BIM container had to be developed by both the client and the contractor. The system detects if information is missing, but does not detect if the information is wrong. Another room for improvement is the up-to-date information, which is not only important for the day-to-day execution of the project, but also to keep the information model up-to-date. Currently RWS are working on this software improvement. Simultaneously the software should meet the open standards, so that it can inter-operate with other software or for instance contractors.

Interoperability is necessary for effective information exchange. There is also the problem regarding semantic interoperability. According to Forum Standaardisatie (2010) semantic interoperability is a condition for collaboration and reuse of information.

According to TNO the building industry is full of standards and guidelines, but the problem is that they don't interoperate with each other (TNO, 2016). That is why TNO worked on the development of COINS with the methods of semantic modeling to reduce semantic interoperability. The Dutch Industry is aware of these problems and is fully developing methods and standards to improve information exchange

Semantic interoperability becomes more important, since projects become more complex and where the construction industry gets more dependent on collaboration. The focus should lay on challenges of developing semantic interoperability in order to benefit from efficient collaboration (Steel, Drogemuller, & Toth, 2012). According to Steel et al. (2012) IFC is good example of semantic interoperability. The domain of architectural and structural design shows relative success on file- and visualization level interoperability. The development of standards like IFC is important for a highly collaborative environment. The challenges of semantic interoperability for the process of collaboration is to some extent shifted into software engineering.

Information and Collaboration

Many projects are still being executed the traditional way. This has major disadvantages regarding information exchange in comparison to a collaborative BIM based process. Figure 5 shows that information gets lost in every phase of the project.

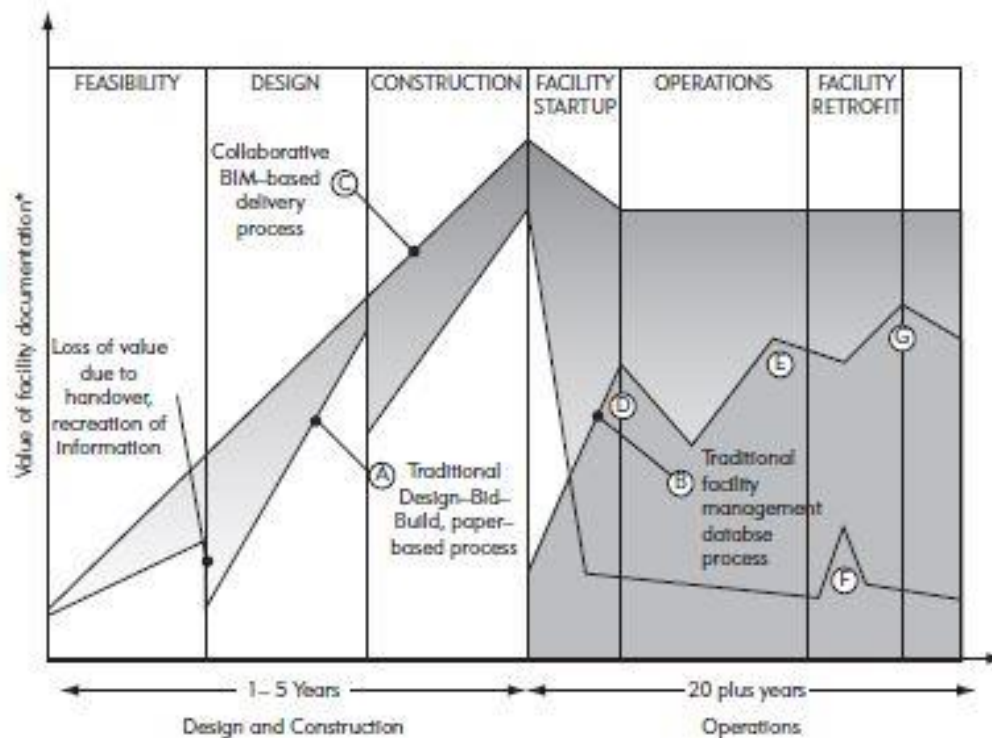


Figure 6: Information Exchange across perspectives (Eastman et al., 2011, p. 153)

Moreover, the information that is being used in the design and construct phase isn't useful for the operational phase. In fact, information regarding asset and facility management should be built up from the beginning. Only part of the as-built drawings could be reused.

The BIM based process supports collaboration instead of fragmentation. In the traditional way each team member of the project tries to strive to maximize their individual goal, while a BIM based process builds trust and common goals (Eastman et al., 2011, p. 158). According to Eastman et al. (2011), when project teams work individually, information is often duplicated and contains lots of errors.

According to Macdonald (2012) trust is important for collaboration. Often the project team doesn't know what to expect from each project team in each phase of the project. Drawings and documentation are shared among each other with either information overload or information that is missing. Macdonald (2012) mentioned an example where a specific architectural drawing is being handover to engineers for wind analysis. Time is wasted in stripping out the information needed for the wind analysis. Engineers tend to rebuild the model. This culture in the construction Industry has been effect by lack of trust between project teams.

Adriaanse (2014) calls the division of the building process 'vertical fragmentation'. Besides vertical fragmentation he addresses the division of project teams that participate in a specific phase of the building process. This is called 'horizontal fragmentation'. Horizontal fragmentation increases as the complexity of the project increases. Then there is longitudinal fragmentation, which is described as the division of projects. Projects do not complement each other, but rather stay individual projects. In

that way the learning process of methods disappears after each project. These fragmentations cause islands. According to Adriaanse (2014) focus should lay on building bridges between these islands. Collaboration in information exchange is a key issue in connecting these islands.

Maintenance and Operational costs

Operational costs are being important, especially considering the Total Cost of Ownership (TCO). Figure 6 shows the proportion of costs in the building process and the influence on the actual costs in a particular phase. The actual costs in the operating phase are significantly higher than in the initial phase.

One of the main reasons for failure costs are the client requirements that do not meet the quality for executing the project (SBRCURnet, 2012). As a result, the building process runs inefficient and the costs for operating and maintaining increases. For instance facility managers spend 10 to 30 percent of their time looking up the right information (BIM equity, 2013). A good client information requirement is a key issue for reducing costs.

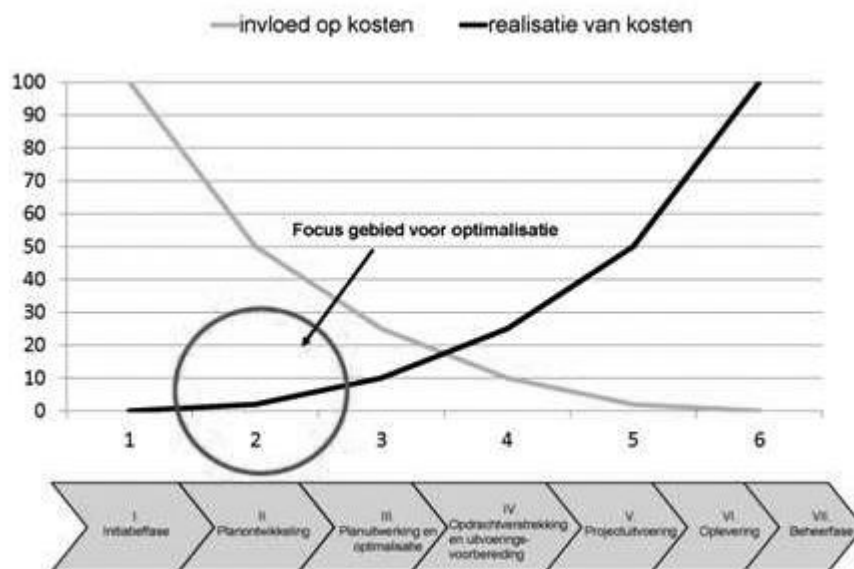


Figure 7: Proportion of costs (SBRCURnet, 2012, p. 20)

Back to figure 5 it can be noticed that rebuilding information model cost time and money. Investing in a BIM process in the project development phase should reduce the costs in the operating and maintenance phase.

2.2 Problem statement

According to Newton and Elhag (2012) regulation in the bidding process could motivate BIM adoption. The information requirement could be used in the public tender to motivate contractors to adopt BIM. Therefore, the development of the AIR is important. Mainly to enhance the project's process and to deliver an information model that meets the asset manager's expectation.

So using the perspectives of the project team and client could enhance the process, where their understanding is explored. This way a suitable asset information model for asset management can be delivered. For this report, the focus is on this research gap. Despite the use of open standards described in contract documents, the information model could still not be used for Dutch infrastructure roadway assets.

The client's tool to receive an AIM is the AIR. It is important to know 1) what the AIR should contain and 2) how the process should be streamlined to receive an AIM for asset management. This has resulted in the following central research question:

How could the client make use of the Asset Information Requirements resulting in an Asset Information Model for Dutch infrastructure roadway assets?

This central research question is divided into two sections. The first section is focused on the tool of the client, the AIR. It examines the first part of the central research question: 'How could the client make use of the Asset Information Requirements'. The second section is focused on the process resulting in an AIM that could be used for asset management, specified on Dutch roadways. It examines the second part of the central research question, which is: 'resulting in an Asset Information Model for Dutch infrastructure roadway assets'. The sub questions are derived from these two sections. These are:

Sub question 1: What is asset management and how to determine asset information requirements for Dutch road infrastructure projects?

Sub question 2: How could the Asset Information Requirements help a process resulting in an information model for asset management?

The two sub questions are dealing with the current research gap. The current research gap is that the AIM is still inoperable for the client's current asset management. The answer to the sub questions will result in a hypothesis, as an answer to the central research question.

2.3 Objective of the study

This research will explore the perspectives of project teams and clients on the information requirements. Because the internship is done at the Engineering department of the Municipality of Rotterdam, the research will be focused on the client's needs for developing the AIR. The goal is to give an insight for clients through a case study and interviews. Then, a recommendation can be done on how to use of the AIR and what is needed to receive an AIM for asset management.

The focus of the project's process will be on the information exchange. Cooperation between project teams is based on the interoperability of information exchange. Reproduction of waste as part of the issues will be for example explored by means of the process of information exchange.

The context of his research is demarcated to Dutch road infrastructure projects. The case study SAAONE, commissioned by Rijkswaterstaat (RWS) will be explored. The reason why a project of this public organization is used as case study, is because they are the precursor in the Dutch Infrastructure roads if it comes to applying Open BIM Standards regarding information exchange. Especially data exchange is being fully developed and applied into practice.

The research will be focused on the Information Requirements for Infrastructure Road projects. The goal of the research is that current developments can be identified in order to set a goal for future development for the whole infrastructure civil engineering (GWW-sector) sector. Because the internship is done in the Netherlands, the case studies and interviews will be done for Dutch projects.

The overall goal is to make recommendations for the client on how they have to use of the AIR resulting in an AIM for Dutch road infrastructure projects.

2.4 Method of research

The method of this research will be done using a qualitative research approach. Prior to the case study and interviews a theoretical research will be done on the research sub questions. That is: 1) what is asset management and how to determine asset information needs for Dutch road infrastructure projects? 2) How could the Asset Information Requirements help a process resulting in an information model for asset management?

After the theoretical research has been done, a hypothesis is made to the research question. This hypothesis then is being tested by a qualitative research approach. Figure 7 shows how the research has been set up.

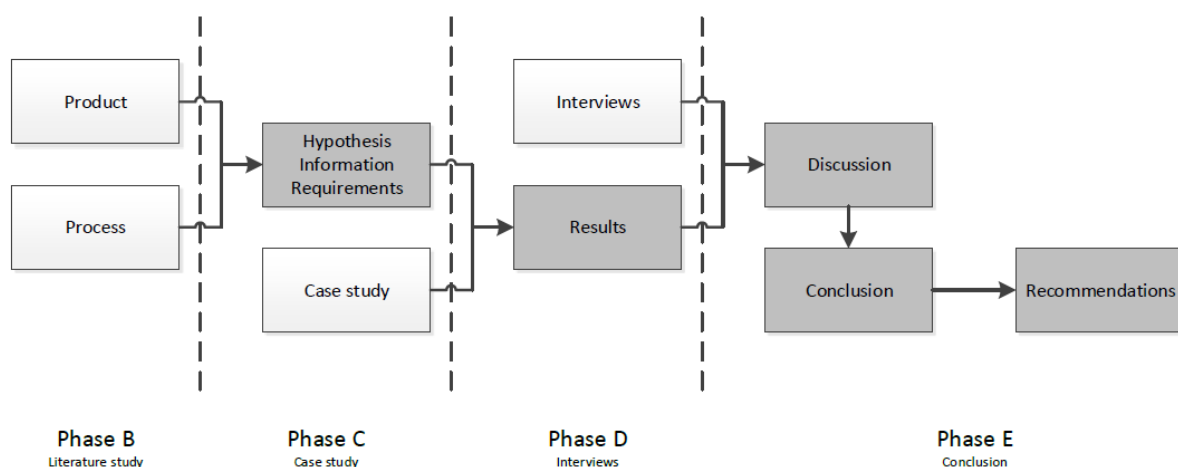


Figure 8: Research approach (Own illustration)

The practical analysis will be done by case studies. Relations between dependent and independent variables will be explored and data will be extracted from this research. So in this way factors, that influence the project outcome, will be explored. In other words: What factors influence the project outcome. The case studies will be done for projects of Rijkswaterstaat for Dutch road infrastructure assets.

Interviews are being held to validate the results. These interviews are being held with project teams and clients that are related to BIM projects. Also this research has been limited to the Dutch road infrastructure assets.

2.5 Reading guide

This research is divided into phases. These phases are being executed in chronological order:

Phase A: Problem analysis and approach

In this phase the problems regarding an information model for asset management is explored. This phase starts off with a literature study of current problems in the Dutch road infrastructure projects, regarding BIM. After this study a problem statement of this literature research is done. After the problem analysis, the research gap is identified and a research approach is developed. In this phase also the objective and method of research can be found.

Phase B: Theoretical Research

The problem statement in phase A will be explored by literature study. The sub questions as described in phase A will be used to form a hypothesis based on the literature study. The first sub question will focus on what asset management is and how to determine information needs for asset management. The second sub question is about the process from AIR to an AIM that can be used for asset management. After the hypothesis is formed, a framework has been made. This framework will be used for the practical analysis.

Phase C: Practical analysis: Single case study

In this phase the framework as stated in phase B will be tested. The independent variables are set. Case studies will be used to explore the independent variables and dependent variables. In other words: If changing an aspect in the framework, what would be the effect on the outcome?

Phase D: Validation: Interviews

The outcome will be put in perspective by the respondents of the interviews. The goal of this interview is to gain an in depth knowledge in the established theoretical framework.

Phase E: Discussion and conclusion

The results of the literature study, the case study and interviews will be discussed. Also the limitations will be part of the research. After the discussion a conclusion will be made. Finally, a recommendation is done for the municipality of Rotterdam for developing an AIR to receive an AIM for their road infrastructure assets.

2.6 Intermediate summary phase A

The information model is important for the life cycle of the asset. The biggest costs can be found in the operation and maintenance phase. Cost reduction for these phases can be achieved when optimizing the process in the development phase, before tendering the process. A BIM based process supports collaboration instead of fragmentation. Therefore, it reduces duplication and therefore, time and costs.

Open BIM standards can be useful to enhance interoperability. In the UK industry open standards are mandated to improve collaboration between client and contractors. However, it is still necessary to improve the information exchange. The client plays an important role in achieving this. They have the most influence on the project process and therefore, the project outcome. Ambiguity for contractors should be replaced by clear information requirements for executing the project. This way an information model can be created that is conform the asset management of the client's organization.

There is still a research gap. Despite the use of the AIR, as contract documents in the Dutch road infrastructure, the information model could still not be used for asset management. This research will deal with the research gap to create knowledge in the current development of BIM. Therefore, the central research question has been formulated as followed:

How could the client make use of the Asset Information Requirements resulting in an Asset Information Model for Dutch infrastructure roadway assets?

This research will be done using a qualitative research approach, where the theoretical framework will be used for the case studies and interviews. The case study is done for the practical analysis of the framework. Interviews are being held to create an in depth knowledge to the theoretical framework. The results will be discussed and a conclusion is made.

Eventually, this research will give a recommendation to the client on what aspect should be taken into account when developing the information requirements for road asset management.

3. Phase B: Theoretical Research

3.1 Asset Management

There are many definitions of asset management. The definition that is used in this report is based on ISO 55000 (British Standards Institution, 2014a). According to this standard, asset management is the coordinated activity of an organization to realize value from assets. The field of this standard is focused on the physical assets. Therefore, Asset Management for this report is in particular not focused on financial assets.

3.1.1 The fundamentals of asset management

In ISO 55000 asset management is based on four fundamental principles. (British Standards Institution, 2014a). These are value, Alignment (line of sight), Leadership and Assurance. Also the Institute of Asset Management (2015) acknowledge these fundamentals and supports the use of ISO55000.

Value

As the definition stated, an important part of asset management is to create value from assets. According to Smith (2014) value should be put in a broader context, that includes the whole life cycle of the asset or the total cost of ownership. Value should also be seen from a portfolio view to meet the organizations' objectives. Both Smith (2014) and the Institute of Asset Management (2015) agree on a hierarchy of assets in the following way;

- Corporate/Organization
- Asset Portfolio
- Asset Systems/Networks
- Individual assets over their life cycle

From the corporate/organizational level, value is measured to the extent to which the organizations objectives have been met. From the asset portfolio level, value is measured to organizational goals. From the Asset Systems level, value is measured to the system performance. And last, from the level of individual assets, assets' value is measured by their efficiency and effectiveness through the whole lifecycle.

The iAMPro (n.d.-b) uses a decision hierarchy of assets. The Amey Infrastructure Services (n.d.) clarifies the levels by a set of questions. From high to low in the hierarchy is described as followed:

- Strategic level, where are we going and why?
- Tactical level, what is worth doing and when?
- Operational level, how to do the right things?

At the asset portfolio, strategic decisions are made. Tactical decisions are made, looking at the asset systems/network. Efficient design, looking at the whole life cycle, of functional requirements is done on operational level and on the individual asset.

From these perspectives it is not only about creating value from the individual asset, but about connecting it to other levels in the hierarchy to create value for the organization's objectives. Therefore, it is important to know what the organization's objective is before creating value from assets. For non-profit organizations value it is measured by the 'cost of service' (Institute of Asset Management, 2015).

Economic value is the most common way to rate value (iAMPro, n.d.-b). According to the Institute of Asset Management (2015) there are two most common methods to analyze and rate value, that is the value stream and the value chain.

The value stream is looking at the end user's satisfaction in a lean way. It follows the production process from customer to supplier (Rother & Shook, 2009). By mapping this process, the source of waste and value can easily be found. The more waste in the process the more likely the customer has to pay more for the product or service.

The iAMPro (n.d.) propagates the value chain method. The value chain looks at a broader perspective. It looks at the whole chain of assets and users. This way, combining multiple assets can cope with a future demand from users, instead of rebuilding a whole new asset. This also works, the other way around. In the example of the iAMPro (n.d.-b), building an asset could be useful for multiple users, creating more value.

Alignment (line of sight)

The line of sight is also an important part of asset management. The importance of the line of sight is mentioned by iAMPro (n.d.-a). Asset management should be practiced throughout the whole organization and throughout the different levels in the hierarchy; otherwise the use of asset management fails. The iAMPro (n.d.-a) mentions that asset management is not only limited to the operational level. The process goes from operational level to strategic level and then back again. Every level has their own objectives, which are mutually aligned to each other. Also the Institute of Asset Management (2015) mentions that asset management is not only limited to the operational level.

From top level, the organizational objectives should be translated into asset management objectives. In their turn asset management objectives should be translated into more detailed asset management plans (Institute of Asset Management, 2015). Also the other way around should apply, when implementing asset management. Top levels should take account of bottom up realities (Institute of Asset Management, 2015).

Also iAMPro (n.d.-a) has a similar top down and bottom up approach to create a line of sight throughout the organization. On strategic level, the needs from stakeholders are being translated into strategic goals, also known as Service Level Agreements (SLA) or Strategic Asset Management Plan (SAMP) (iAMPro, n.d.-a).

An example of a SLA could be about the improvement of the accessibility of roadways. Another example of an SLA could be about air pollution. The value chain is established on the strategic level. In the value chain all assets and stakeholders are linked to each other. On the tactical level solutions are found to combine assets and stakeholders from the value chain to create value that align with the SLA on strategic level. For example, a tunnel is made under a waterway. This combines roadway assets, as well as creating roadways for bicycles and keeping the waterway free from obstacles. Also the stakeholder water boards could benefit from it. It therefore creates value for other stakeholders, when looking at the asset system. Looking at the asset portfolio on strategic level, a tunnel could also increase air pollution, which decreases value on strategic level. While looking for a solution on tactical level, three factors are being considered:

- Costs
- Performance
- Risk

Building a tunnel for instance could cost a lot, while it creates more value on other aspects. These factors should be taken into consideration. When the solution is found, the SLA will be translated into functional requirements for the operational level. On the operational level, when developing smart solutions for the lowest TCO, members should keep the SLA on strategic level in mind. Also from top level, members should look at possibilities and limitation of design solutions on operational level. The line of sight goes throughout the whole organization, where every member in every level knows why things are needed. This determines one of the successes of Asset management. The line of sight in relation to the hierarchy of assets is illustrated in figure 8.

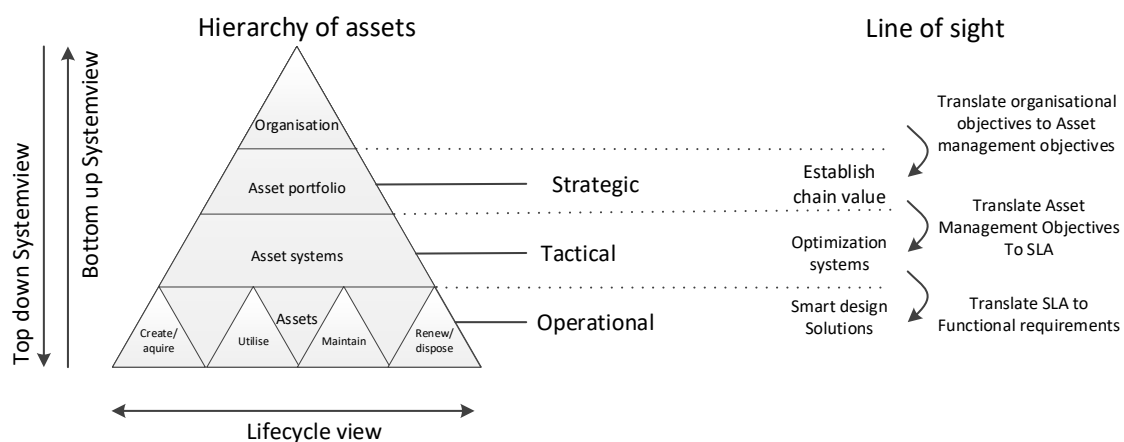


Figure 9: Line of sight in relation to the hierarchy of assets, based on Smith (2014)

Leadership

Leadership is important to implement the way asset management is done. The Institute of Asset Management (2015) mentions three subjects that a leader should do:

- Structure the organization and culture in a way that is in the benefit of implementing asset management.
- Setting the organizations objectives
- Implementing the asset management philosophy, where members have different roles, task and competence.

Goal is to get people part of the system, where they are not only responsible for their own department. These subject are also emphasized in ISO 55000 (British Standards Institution, 2014a).

Assurance

Assurance is described in ISO 55000 as the need to assure that the assets, asset management and asset system operate as initially intended (British Standards Institution, 2014a). According to the Institute of Asset Management (2015) assets should fulfill the required purpose, as well as asset management activities and objectives should be attained in a sustainable way over time. To implement assurance in asset management the following things should be taken in consideration (British Standards Institution, 2014a):

- Development of processes which links the goals and performance of the asset with the organizational goal.
- Implementing processes for securing quality, during all phases of the lifecycle
- Implementing processes for monitoring and continuous improvement
- Provide resources and competent staff for securing the quality by doing asset management activities

3.1.2 Asset Management model

An asset management model describes different components of asset management and their relation to each other. There are different models for asset management. It depends on the organization, how an asset management model should be conceptualized. The Global Forum (2014) has made a conceptualized model for asset management. According to them Asset Management consists of 39 subjects divided into 6 groups. The Institute of Asset Management (2015) acknowledge these groups. These are (Global Forum, 2014):

1. Strategy and planning
2. Asset Management decision making
3. Life cycle delivery
4. Asset Information
5. Organization and people
6. Risk and review

The first group is about how the organizational objectives should be achieved. The second group is about decision making for the main stages of an asset life cycle; acquire, utilize, maintain and dispose. These are linked to the strategy for achieving the organizational objectives. The third group is about the implementation of the strategy. The fourth group is about data and information requirements, including quality requirements need to be identified and defined (Institute of Asset Management, 2015). The fifth group is about the organization itself. The last group is about assessing risks to certain implementation of strategies. It is also about the impact of implementation of strategies to the organizational objectives.

It should be kept in mind that this is one of many conceptual models. The AM Council (2014) also has a conceptualized model for asset management. The following figure shows the different conceptualized models.

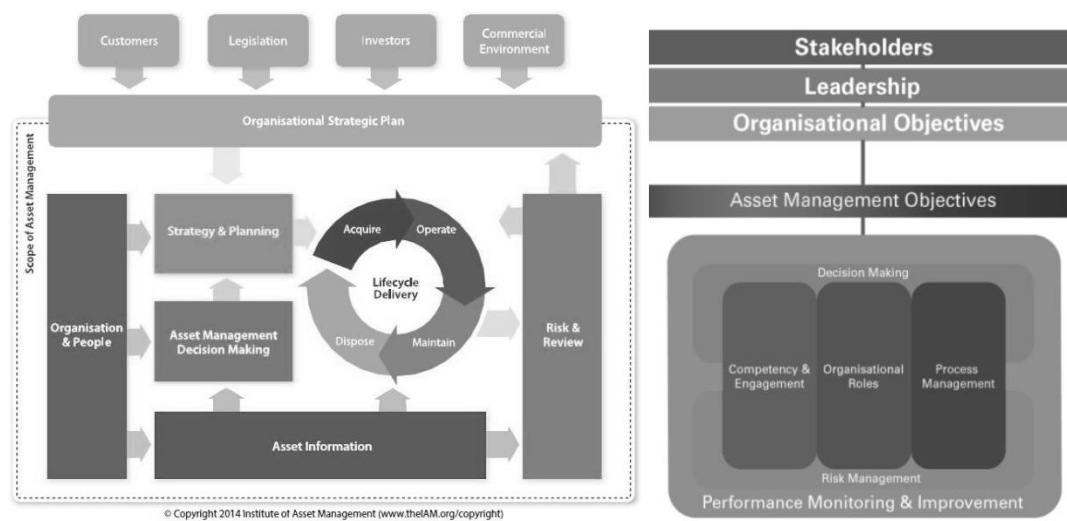


Figure 10: The IAM's conceptual Asset Management model (Institute of Asset Management, 2015) and the AMBoK conceptual Asset Management model (AM Council, 2014)

The organization itself should be the input of conceptualizing a model. However, it can also help the organization understand the interrelation between different subjects and groups.

3.1.3 Asset Management system

The difference between a model and system is that a model describes different components of asset management and how they are interrelated to each other. The Asset Management System (AMS) describes how to control these components of asset management.

The AMS should not be confused with the asset systems. Whereas the AMS is focused on the management of assets, the asset system is focused on the link between assets.

The relation between the AMS and asset management is described in PAS 55000. The relation between them is also acknowledged by the Institute of Asset Management (2015) in the following figure:

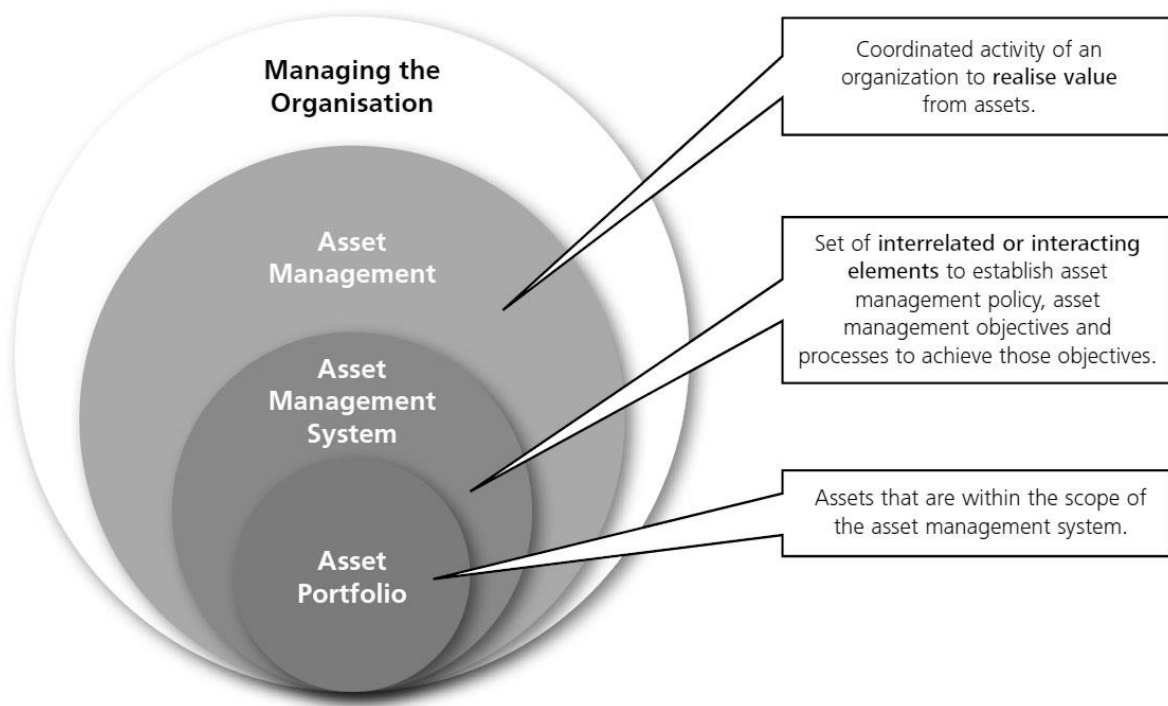


Figure 11: The relation between AMS and asset management (Institute of Asset Management, 2015)

In PAS 55000 the difference between AMS and asset management is that not all asset management activities can be part of the asset management system, for example culture, leadership and the actual activities. In other words: some activities are done outside of this system. The asset portfolio is part of the AMS. These are the actual assets that are being dealt with. In order to implement Asset Management, the PLAN, DO, CHECK and ACT (PDCA) approach is prescribed in ISO55001 (2014).

ISO 55001 specifies the requirement for setting up, maintain and improving an AMS. The set of requirement are about the following topics (British Standards Institution, 2014a):

- Context of the organization
- Leadership
- Planning
- Support
- Operation
- Performance evaluation
- Improvement

The context of the organization is about what the client of the organizations need. This way the organizational objectives can be established. Leadership is about carrying out these organizational objectives. Planning is a tool for implementing the organizational objectives. These objectives are translated into Strategic Asset Management Plan (SAMP). This is a plan to determine when and what will have to happen. Support is about information to support the SAMP. Operation is about the execution of the AMS. When outsourcing a part of operating the AMS, it must be taken into account that accountabilities and complexities increases. Performance evaluation can be done when comparing output information to the initial goals. Improvement stems from the performance evaluation of the AMS.

There are different ways for implementing management systems. One of the most used management system is the Plan-do-check-act. Also Lean and Six Sigma could be used (Institute of Asset Management, 2015). If these set of requirements are followed, an AMS can operate according ISO 55000. However, this should not be the goal of an organization, who wants to implement ISO 55000, but it should be a starting point to implement ISO55000.

3.1.4 Asset Management and BIM

Asset Management is not a discipline on its own. In fact, it is an integrated discipline. It includes a large range of disciplines such as risk, finance, quality and safety (Institute of Asset Management, 2015). Figure 11 shows an asset management landscape, which clarifies that asset management is an integrative discipline.

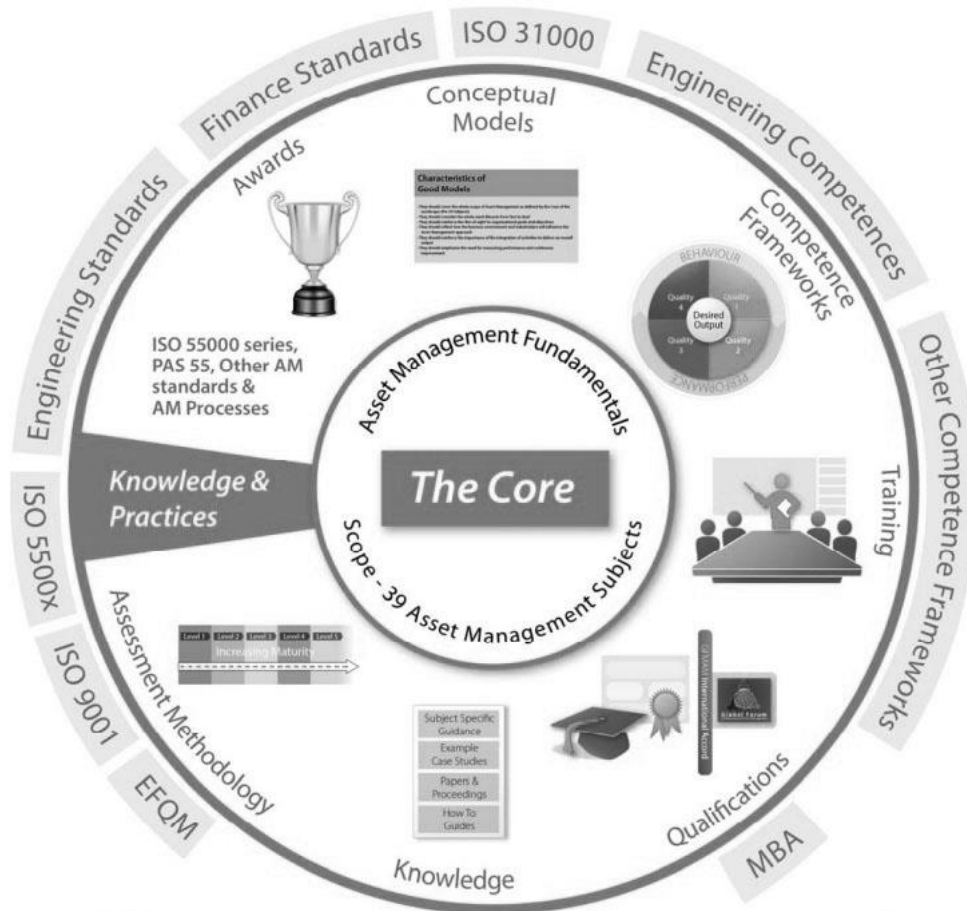


Figure 12: The Asset management landscape (Global Forum, 2014, p. 6)

Also BIM can be integrated in the core of the Asset Management landscape. According to the Institute of Asset Management (2015) combining ISO 55000 (2014) with PAS 1192-2 (2013) can stimulate the implementation of Asset Management. PAS 1192 also prevent the loss of information at critical stages of the lifecycle (Institute of Asset Management, 2015). The ICE (n.d.) also recognize the importance of BIM for Asset Management. According to them BIM provides the availability of suitable and reliable information that is important for effective asset management

According to ICE (n.d.) using asset management as an integrative discipline with BIM has the following benefits:

- A better view on the long term performance expectation
- Reducing start-up costs when data is available
- Less construction defects
- Better life cycle management
- Less incomplete data

The 39 subjects as discussed in 7.1.2 are part of the core of asset management. The group 'Asset Information' contains subjects that have similarities with a BIM based process.

The Asset Information contains information requirements for asset management. PAS 1192-3 is also about information requirements for asset management. From this perspective the Asset Information could help determine what the information requirements are for asset managers. Also the relation between asset information and other asset management subjects could be determined. Implementing BIM means; taking care of a part of the process in the core of asset management. Implementing BIM can therefore reduce the effort for implementing an AMS (Institute of Asset Management, 2015, p. 34).

3.1.5 Asset Information and the BIM model

The definition of asset information used for this research described by the Institute of Asset Management (2015) is the information meant for asset management. There is a difference between asset information needs (AIN) and AIR. The AIN are the information needs to support asset management. The AIR is the information required by the client from the contractor. Then an AIM is delivered by the contractor as part of the BIM model managed and operated by the client. The BIM model is used for asset management as described in chapter 3.

The asset information is one of the subject groups described by Institute of Asset Management (2015). The subject groups are inter related to each other. For this research, the focus is on the subject group 'asset information' in relation with other subject groups. For instance, 'asset information' with 'risk and review'.

Also the management of information is important. Information management is described in the process management group of the AM Council (2014). Important is to know that information is not only focused on single assets, but also on asset systems and the whole asset portfolio. In the group Asset Information of the IAM (2015), the process and information requirements for asset management are described. In order to know what is needed for asset management on information it is useful to investigate asset information in depth.

3.2 Asset Information needs

3.2.1 Different kind of Information needs

The Institute of Asset Management (2009) describes asset information as a combination of data of physical assets for doing asset management. They also emphasize that asset management is not only for asset management practitioners. The following figure shows the users of asset information:



Figure 13: Users of Asset Information (Institute of Asset Management, 2009)

Asset information is divided in the same way as the hierarchy of assets, which is information on strategic, tactical and operational level. Outside this asset management practice, there is also information needed for suppliers, regulators, partners and customers.

The strategic, tactical and operational information needs are described as followed (Institute of Asset Management, 2009):

- Strategic information: supports decisions regarding strategic objectives, for example corporate business drivers as safety or environment. These are needed for establishing the SLA.
- Tactical information: Used for technical planning
- Operational information: Used by the technical en operational staff

These three levels are also supported by Haider (2007). According to him, the strategic level is concerned about topics like market demand, trends and linking the requirements into the tactical planning and operational activities.

The US department of transportation (2010) also has a distinction of different kind of asset information. However, they are divided as Organizational Direction Information, Organizational Competency Information and Organizational Asset Data.

The organizational direction information is about information of transforming the organization into an asset management approach (US department of transportation, 2010). This is the information that is needed for supporting leadership in the organization, which is one of the four principles of asset management. This information does not concern about value in the asset portfolio, but about supporting leadership to change the organization. In other words: it is concerned about the asset management itself (As described in 7.1.3). This information however is not part of the asset information model according to PAS 1192-3 (British Standards Institution, 2014b). As described in note 1 of the definition of the asset information model can relate to single assets, asset system or asset portfolio. An example of organizational direction information is about change management in the organization.

The Organizational Competency Information is about maintaining the asset management system. It is about how competent the system is. Information to forecast is important to see if the system still works under different circumstances. Also this information doesn't support the value in the asset portfolio. It is concerned about the asset management system.

The Organizational Asset Data is about the asset portfolio. According to the US department of transportation (2010) it is most recognized as the essential part of information for asset management. They also mention that this information is the most technical, detailed and expensive to acquire. This part of information is concerned about the asset portfolio and is important for acquiring information according to the BIM process (as described in chapter 3).

3.2.2 The importance of information needs

The asset information needs are important for developing the AIM. Also according the US department of transportation (2010) sound information and the analysis of this information is after 'leadership' the most critical success factor for asset management. For infrastructure assets a focus on sound information is even one of the key principles of asset management (Federation of Canadian Municipalities, 2004). The focus is on 'sound' information, which means information that is useful. Strange enough ISO 55000 doesn't mention asset information as an important part for doing asset management. A reason why asset information is not described in ISO 55000 could be that information technology overrules the information itself. A famous example is illustrated by Professor Davenport:

Imagine for a moment we lived in a world obsessed with plumbing. Our mainstream media – magazines, newspapers and television, cover the plumbing industry, the latest advances in valves, fixtures and pipes; plumbing equipment magnates are on the cover of business publications, and become the world's richest people; companies invest billions to connect all their plumbing devices to ensure that pipes reach every home, office, desktop, even your car.

Only one plumbing related issue is overlooked: the water. Is it clean and fresh? Is water even what the consumers want to drink? Are they even thirsty?

Yet, as far-fetched as this may seem, we need only substitute plumbing equipment for computers and pipes for networks to make the above scenario a realistic one. And just as plumbing technology overshadows water in our imaginary world, information technology overshadows information itself in the real world. (Davenport, as cited in Institute of Asset Management, 2009, p. 6)

When having the information needs for asset managers, the requirements can be specified. Moreover, this is also in the benefit of the designer and contractor. As stated in the problem analysis, the client's requirements must be specified. And that would take all the ambiguity out of it (Navendren et al., 2015). In order to specify the requirements, information needs for asset management is necessary.

3.2.3 The information needs for asset management

The information needs described in this chapter are based on information, which can be acquired through the BIM process (as described in chapter 3). This information is relevant for the Asset Information Model. It is described by the US department of transportation (2010) as "The Organizational Asset Data". Organizational Direction Information and Organizational Competency Information are not relevant for the AIM. However, it should be kept in mind that there are different kinds of information for doing sound asset management.

In the literature there are many categories of information needs described. For this literature study the information needs are focused on the following institutions:

- The International Infrastructure Management (US)
- The Institute of Asset Management (UK)
- The New South Wales Treasury (Australia)
- CROW (Netherlands)
- British Standards Institution (UK)

Information needs International Infrastructure Management

According to the International Infrastructure Management Manual (as cited in US department of transportation, 2010, p. 46) there are 9 data categories:

- Asset Inventories
- Level of Service Data
- Predicted Future Demand Data
- Remaining Life Forecasts
- Risk-Analysis Data
- Treatment Sensitivity Data
- Benefit-Cost Data
- Fiscal Forecasts
- The Sensitivity of Maintenance and Operations

The Asset Inventories contains information about all the physical assets of the organization. For example: lampposts, public benches and pavements. It is very important to identify the inventory of the organization. According to the International Infrastructure Management Manual (as cited in US department of transportation, 2010, p. 46) many organizations don't have assets like traffic signals and guardrails in their inventory. Next to identifying the inventory, other aspects like the condition and the location of the asset should be assessed. Also for the lifecycle of the asset it is important to have past performance history as well as current detailed condition to predict future service life.

The Level of Service Data is data specified on traffic. The State of Florida Department of Transportation (2013) describes it as a quantitative measure for the quality of traffic flow. The quality is quantified by a stratification of 6 letters. For example: A means free flow and minimum delays and F means that the demand value is greater than the capacity, which means long queues. According to the US department of transportation (2010) unit cost data should be added to the desired quality and the current quality. This way analysis and trends can be conducted.

The Predicted Future Demand Data is about data to predict future demands. For example: a demand of more benches in a public park.

Remaining Life Forecasts is about the useful lives an asset has. This way an asset can be evaluated to future scenarios and future financial needs.

Risk-Analysis Data is about data that indicates if an assets failure has great risks for the objectives. High risks assets should be handled first.

Treatment Sensitivity Data is data about how to treat or handle an asset. According to the State of Florida Department of Transportation (2013) these data can be derived from past data analysis.

Benefit-Cost Data has similarities with the treatment sensitivity data. However, the benefit cost data is focused on the return on investment, when treating the asset.

Fiscal Forecast is about revenues regarding political and financial scenarios. This is necessary for the investment options.

According to the State of Florida Department of Transportation (2013), the sensitivity of maintenance and operations data is used in the decision making process (as described in 7.1.2). In this process trade off decisions between assets classes are made. An example is tradeoff between infrastructure and civil engineering structures. This data also provides data of the resources and where these resources should be allocated.

Information needs Institute of Asset Management

The Institute of Asset Management (2009) uses other categories for information needs. They commend the following examples of what asset information that should be used for sound asset management:

- Physical Asset Data
- Location and spatial links
- Work Management Data
- Performance Data
- Condition Data
- Cost Data

The Physical Asset Data is described by the State of Florida Department of Transportation (2013) in the asset inventories. This data describes what assets are owned and describes the current technical state. The location and spatial links is also described in the asset inventory. However data about how assets are linked to each other are also important (Institute of Asset Management, 2009).

The Work Management Data is not explicitly mentioned by the State of Florida Department of Transportation (2013). This is data about what maintenance work has to be done and what maintenance work has been done.

The Institute of Asset Management (2009) describes the performance data as: Data of assets contributing to the service ability targets. This gives information about how useful the asset still is according to the targets that are set by the organization.

The condition data is about the residual life the asset still has and the cost data is about the costs of acquiring and operating an asset.

Next to these essential asset information, the Institute of Asset Management (2009) also advocate the understanding of the following information for sound asset management:

- Frequency of use: Some information is needed more than other information.
- Type: Each asset type needs different information.
- Specific attributes and units: for example, size of an asset and metric units.
- Precision and accuracy: Some information need to be detailed. It should be established what error range is acceptable.

Information needs the New South Wales Treasury

The first phase of implementing an asset register is analyzing the needs (New South Wales Treasury, 2004). The New South Wales Treasury (2004) describes an asset register as information for various aspects of the asset portfolio for the purpose to exchange information and retrieve information as needed. The aspects of the asset portfolio consist of a strategic, tactical and operational level (As described in 7.1.1). According to them there are three main subjects for information needs. These are:

- Planning
- Management
- Operations

As described by the New South Wales Treasury (2004), the planning is intended for setting the strategic business plan. This is done on strategic level. Strategic decisions are made to this information.

The management information is used for project development and project implementation. It is described by the New South Wales Treasury (2004) on maximizing the economic life of the asset. Here, the 'how' question on operational level is important (as described in 7.1.1). They also mention that asset information of operation and maintenance is important for maximizing the economic life of the asset.

The operations information is used for decision making regarding: Asset disposal, Asset operations, major periodic maintenance and asset rehabilitation. This information is focused on the 'what is worth doing and when' question. In other words, this information is used for tactical decisions. This is confusing, because the New South Wales Treasury (2004) uses the term operations information.

A detailed mapping of the information described by the New South Wales Treasury (2004) needs per category can be seen in appendix A1.

Information needs CROW

At the moment CROW (n.d.) is developing the IMBOR (Informatie Model Beheer Openbare Buitenruimte). This is an information model for asset operation and maintenance. This information provides rules on how to classify and define information. As well as the AIM the IMBOR provides information for the asset portfolio.

The IMBOR is based on the standards BGT (Basisregistratie Grootschalig Topografie), which is mandatory to use by 2016 in the Netherlands, and the IMGEO (Informatie Model GEOgrafie). IMBOR can be seen as the link between the BGT and operation and maintenance of assets. The IMGEO is an extension of the BGT. Therefore, the IMGEO contains more information than the BGT.

The BGT is topographical object map, which contains asset information. The structure of this topographical map is based on NEN 3610. This information is useful for assets on a scale of 1:500 and 1:5000 (Ministry of Infrastructure and the Environment, 2013a). The information is related for example to buildings, roadways and parks. In the IMGeo however the information is more specific. The IMGeo set rules for specific detailed information, like the material of a roadway. The IMGeo also has the possibility to link 3D objects to the topographical map via CityGML (Ministry of Infrastructure and the Environment, 2013b). In the BGT information is distinguished, based on the type of assets. These are (Ministry of Infrastructure and the Environment, 2013a):

- Transport
- Field
- Water
- Civil engineering structures
- Unclassified object
- Functional area

A detailed categorization of the information of these types of assets, defined by the Ministry of Infrastructure and the Environment (2013a) can be found in Appendix A2. There are assets that do not fit in any of the type of assets defined in this standard. These asset types are the unclassified object. In the functional area the dikes can be found.

According to the Ministry of Infrastructure and the Environment (2013a), the topographical map is the base for the information needs. The information should follow general rules about:

- Topological
- Level indicator per object
- Hierarchy in objects
- ID and history
- Measurements

In the topological section it is mentioned that assets cannot overlap each other on the topological map. Also, assets should be seamlessly connected to each other. In the level indicator section, it is described that the ground level should be '0'. Only integers can be used. The hierarchy in objects should be defined. Firstly, the BGT object has different attributes that contains values. Rules should be applied on what values can be imported.

Every object should have an ID, based on NEN 3610. The history of an object is also important. Every adjustment should be registered. Also the economic life of the asset should be registered. Measurements are about boundaries of objects.

Also to ensure data quality, the Ministry of Infrastructure and the Environment (2013a) set rules as followed:

- Topicality
- Precision of the position
- Completeness
- Consistency
- Time

As described earlier the IMGeo is the extension of the BGT. The extension is shown in appendix A3. The IMGeo objects are displayed as 'plus classification'. The BGT and IMGeo are the basis of information needs for the IMBOR. At this moment the information needs of IMBOR's roadways and IMBOR's green are published (CROW, n.d.).

There are three levels of information needs described in the IMBOR by CROW (n.d.). Firstly, the information needs of the specific object. Second: the 'parent' information of the specific object. And third: the 'parent' information of the parent information of the specific object. Appendix A4 shows the information needs of a roadway.

The information of the specific asset 'roadway' shows information about the load and the use of the roadway. The specific asset 'trees' has different information needs. Appendix A5 shows the information needs of a tree.

Information needs British Standards Institution

In PAS 1192-3 the information required from the client to the contractor are described in the AIR. The AIR is also a tool to specify information from the PIM to capture and fed to the AIM (British Standards Institution, 2014b). The AIR is intended for the AIM for asset management. It requires the following subjects. These requirements are adapted from PAS 55-2 2008 and BS 8587 as cited by British Standards Institution (2014b):

- Legal information:
 - Information about the owner of the asset, with a precise demarcation of the asset.
 - Legal obligations regarding work instructions, such as data and information about safety and health
 - Contractual information
 - Risk assessments and control measures
- Commercial information
 - Description of the asset and in what asset system this asset serves
 - Function of the asset, including the needs of other assets to function properly
 - Information about what organizations are involved and information about the lead time of the asset
 - Condition and duty of assets
 - KPI's
 - Condition and performance targets
 - Criteria of non-conformance and the actions to be taken.
 - Criticality of assets to the organizations
 - Identities and levels of spares held, inter-changeability, specifications and storage locations.
- Financial information
 - Total costs of ownership, including historical costs and planned maintenance costs, operating costs, downtime impact, current asset replacement value and original purchase costs
- Technical information
 - Engineering data and design parameters
 - Details of asset dependencies and interdependencies
 - Date of completion
 - Operational data including performance characteristics

- Managerial information
 - Unique asset identification numbers
 - Location of the asset
 - Spatial data
 - Warrantees and guaranteed periods
 - Access planning and work schedules
 - When during inspections/maintenance works failures occur then,
 - List of outstanding tasks
 - Historical record of planned and unplanned tasks
 - Detail of tasks that have to be done
 - Asset related standards and procedures
 - Hazardous content
 - Details of asset destination at end of current life
 - Details of emergency plans including responsibilities and contact details
 - Details of historical failures, causes and consequences

The BIM4SME (2016), which is part of the BIM Taskgroup also created an AIR for the AIM, which is also based on AM as described in PAS55, superseded by ISO55000. However, like the AIR of the British Standards Institution (2014b), this AIR is based on facility management for buildings. Therefore, these requirements should be reviewed against information requirements for Dutch road assets.

IMBOR is based on the maintenance of Dutch Infrastructure Roadways, but not on ISO 55000. In Appendix A6 the requirements are compared and the applicability for road assets are explored.

Most of the information described in the AIR by BIM4SME (2016) are also applicable as information requirements for the whole AMS. IMBOR is based on maintenance and assets and therefore should contain more information requirements, since it is based on the whole AM, and not only on the information needed for maintenance of the assets.

3.2.4 Relation between Information Needs and Information Requirements

For this research five sources are used to explore the information needs for asset management. The information needs from New South Wales Treasury (2004) is the most comprehensive one. It covers the information needs for the whole asset management system as described by the Institute of Asset Management (2015). It also fits in the asset hierarchy based on 'value' and 'line of sight' described in ISO55000 (2014). The New South Wales Treasury (2004) describes nine roles. These nine roles can be organized on strategic, tactical and operational level. Value is created, when value on operational level, adds value on tactical level, which in their turn adds value to the strategic level. The same applies the other way around.

With these roles linked to the asset hierarchy there is a clear line of sight. Also the asset management subjects to these roles are known, which strengthens this line of sight. The New South Wales Treasury (2004) divided the asset management roles into nine groups, these are:

- Corporate
- Strategic Planning
- Portfolio Management
- Asset Disposal
- Asset Operations
- Asset Maintenance
- Asset Renewal
- Project development
- Project Execution

These aspects are important to find the information needs for asset management. The information needs from other sources are added conform the output of the information needs and the nine asset management roles. This is done to explore if there are roles or information outputs missing in the scheme, to explore where the focus of the other sources lies in this scheme and to add information needs to this scheme. The scheme, where the relation between information needs and the information requirements is established, can be found in the figure below. The elaborated analysis of the information needs can be found in Appendix A7.

As seen in the figure the information needs from the sources that are used for this research are applicable in the scheme to determine corporate information needs. The information that could be required from procurement is different than the information that is needed for asset management. In this scheme it is possible to require information from the contractor for the tactical level of the asset hierarchy and to require information that is being produced in project development and project execution. For the latter, requirements for the process should be set in the employers' information requirements (EIR).

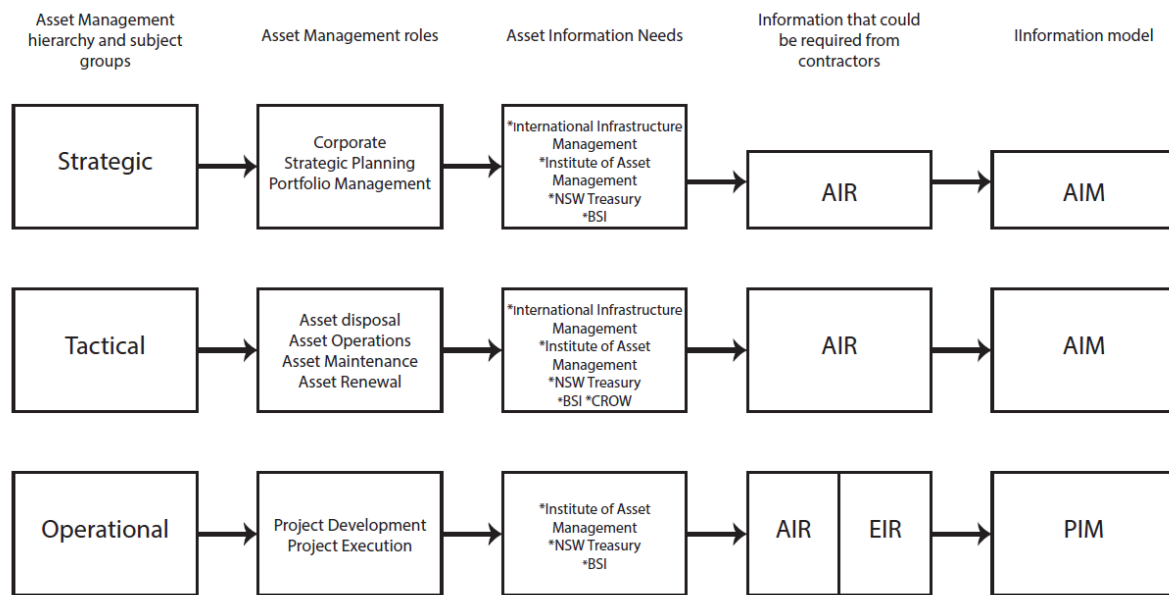


Figure 14: Relation between information needs and information requirements (own illustration)

When searching for the information needs for asset management it is important to keep this scheme in mind and know for what role it is meant for and how it fits in the asset hierarchy to create value and to create a line of sight.

IMBOR is an important tool for information needs regarding Dutch road infrastructure. In appendix A7 the information needs described by IMBOR from CROW (n.d.) are put into the context of this scheme. The information needs described by IMBOR are focused Dutch road infrastructure, however as seen in Appendix A7 most of the information is focused on asset operation and maintenance. It is important to understand that IMBOR contains part of the information needs for asset management. In addition, when comparing it with the other sources, there is more information needed for asset operation and maintenance. In Appendix A7 the information needs from the sources could all be placed in this framework.

IMBOR is an important tool for information needs regarding Dutch road infrastructure. In the table, the information needs described in IMBOR from CROW (n.d.) are put into the context of this framework. The information needs described in IMBOR are focused Dutch road infrastructure, however as seen in the table most of the information is focused on asset operation and maintenance. It is important to understand that IMBOR contains part of the information needs for asset management. In addition, when comparing it with the other sources, there is more information needed for asset operation and maintenance.

There is a clear distinction between information needs and information requirements. The information requirements are the requirements asked by the client to the project team. The information needs are all the information needed to perform asset management within the organization. It should be noticed that not all information can be procured by the client through projects. It should also be noticed that some information is needed for all levels in the asset hierarchy, but for different purposes. It is important to recognize or identify this information, so that duplication is avoided.

The difference between asset management and the asset manager is clarified in this framework. Asset Management is the activity to realize value from assets, which is defined in ISO55000(2014). Realize value from assets is possible on strategic, tactical and operational level, which means it concerns the whole asset management system.

It is important to keep these roles and tasks in the framework in mind. If the project is procured under a DBFM contract, then more information can be required from the contractor. Not only the contractor is responsible for the project execution, but also for the asset maintenance, which is found at the tactical level of the asset hierarchy. This means that the contractor can deliver and update information, like performance data and work management data. So before setting up the information requirements, it is important to know what kind of contract is procured.

3.2.5 Intermediate conclusion

Asset management is more than risk based maintenance. Asset management is a discipline, where every member of the organization is involved with. Value is an important fundament of asset management. It can be created on strategic, tactical and operational level. Information is needed to create value on these levels. It is important to know what information is needed to create value at different levels. As for the information requirements it is also important to know what information the contractor can provide. The information requirements can then be procured.

The scheme as described in 7.2.4 can help identifying information needs for different asset management roles and asset management subjects. The information needs can also be divided on the basis of the asset hierarchy as described in ISO55000(2014) to create a line of sight. Every member can then be aware of creating value as part of the whole asset management system. It is important to recognize information for multiple use in the asset hierarchy to avoid duplication. ISO55001 prescribes the PDCA approach to implement asset management.

IMBOR is an important tool for identifying information needs for Dutch road infrastructure assets. However, the information needs are focused on mainly asset operation and maintenance. Therefore, the information needs should be added to IMBOR for Dutch infrastructure asset management.

3.3 Asset Information Management

Asset Information Management is described by the British Standards Institution (2014b) as “the discipline of managing asset-related organizational data and information to a sufficient quality to support organizational objectives and outcomes”. The organizational objectives are part of the asset hierarchy (as described in 7.1.1). From the bottom up perspective all levels of the asset hierarchy support the organizational objectives and outcomes. It is the information needs of this asset hierarchy that support the organizational objectives and outcomes. Asset Information Management manages information to receive the information needs (described in 7.2.3), which supports the organizational objectives and outcome. In other words: Asset information management manages data and information in a way that the information needs are being developed to support the organizational objectives and outcomes.

There is a difference between asset information requirements and asset information management requirements. According to the British Standards Institution (2014b) AIR has the following definition: Data and information requirements of the organization in relation to the asset(s) it is responsible for. Therefore, the information is on asset portfolio level. The asset information management requirements are information requirements on asset management system level and are about managing the information (as described in 7.1.3).

3.3.1 Definition Open Standards

In order to manage information, open standards are needed. Open Standards are agreements that consists of guidelines that is most suitable for the products and processes (Sriram, 2000). The purpose of open standards is to support common agreements and make communication available to all (Krechmer, 2005). Open standards enables software to interoperate with each other to exchange data and information (HM Government, 2012). According to them government IT should be open in order to collaborate with people, who make use of the government services. There are a lot of open standards to manage asset information. Before identifying the open standards to manage asset information it is important to know, what open standards actually are. According to Rosen (n.d.) open standards are based on the following principles:

- Open standards should be applicable to both proprietary software and public available software.
- Open standards should be available for everyone and royalty free.
- Open standards should be developed in collaboration with the whole industry and should be consensus based, i.e. a consensus body.
- Open standards should be formalized with commitment for the licensing of copyright of the standard
- Open standards should be used under these copyright terms
- Open standards should be used under open source copyright terms

The American National Standards Institute (2005) has tried to redefine the definition of 'open standards'. According to them the word 'open' doesn't mean free of charge. The costs of a copy of a standard could be due to the management of these open standards.

Some open standards are focused on data exchange. There are institutions that rate these standards. To measure the quality of the standards, the ODI awards open data with different certificates. The awards are distinguished in badge levels as followed (ODI, n.d.):

	Bronze	Silver	Gold	Platinum
Legal				
Openly licensed & legally reusable (= 'open')	✓	✓	✓	✓
Clear rights statement, detailing any copyrights		✓	✓	✓
Privacy issues addressed		✓	✓	✓
Machine readable rights statement			✓	✓
Practical				
Accessible on the web	✓	✓	✓	✓
Discoverable (linked to from other web pages)		✓	✓	✓
Data is timestamped or up to date		✓	✓	✓
Data will be available for at least a year		✓	✓	✓
Guaranteed timeliness (data always up to date)			✓	✓
Regular backups of data			✓	✓
Quality issues documented			✓	✓
Technical				
Data uses a machine readable format		✓	✓	✓
Data published in content appropriate formats		✓	✓	✓
Data uses open standard machine readable formats			✓	✓
Single consistent URL for downloading data			✓	✓
Machine readable provenance documentation				✓
URLs used as identifiers within data				✓
Social				
Data is documented		✓	✓	✓
Contact details for people to provide feedback and ask questions		✓	✓	✓
Machine readable metadata (documentation)			✓	✓
Social media accounts used to promote data			✓	✓
Forum or mailing list for users			✓	✓
Dedicated comms team building user community				✓

Figure 15: Badge Levels (ODI, n.d.)

Next to enhancing interoperability, open standards is motivated by the wish to not be dependent on certain software vendors (G.A. van Nederveen, Luiten, & Böhms, 2015). So open standards should be software independent.

3.3.2 Open Standards and interoperability

Interoperability is present in the ability of information systems to organizations to inter operate with each other (Eastman et al., 2011). But there can also be interoperability in real systems.

It should be clear, that there is a difference between information systems and real systems. The definition of a system is described in the TU Delft lecture notes “Information, Systems and Models” (*Information, Systems and Models*, 2015) as a group of mutually related or effected elements which forms one entity.

From this definition the real system is about mutually related or effected element that effects real assets, for instance a building. Then it could be said that systems engineering is part of the real system, because it effects the execution of the building.

The information system is about mutually related or effected elements that effects information model or database, for instance the AIM. Standards related to the information model are part of the information system. The relation between these systems can be found in the figure below:

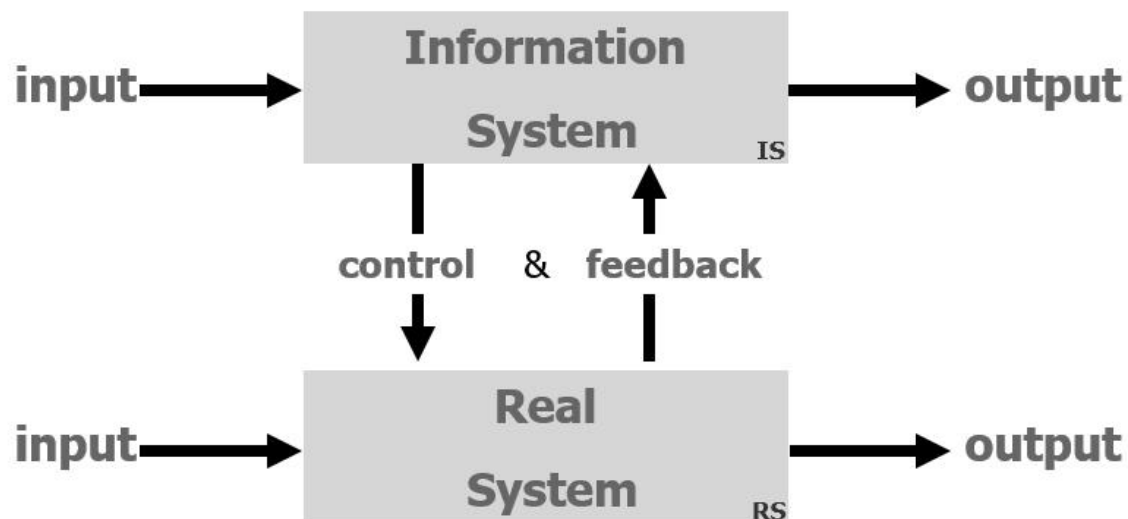


Figure 16: RS-IS paradigm (*Information, Systems and Models*, 2015)

As seen in the figure, the real system provides information to the information system and the information system supports the real system. Interoperability is both present at information systems as well is at real systems. Standards could be useful to support the interoperability.

Open standards for information management (IM), like PAS 1192-3 should integrate both to the business management (BM) as the engineering management (EM) (Andy Koronios, Daniela Nastasie, Vivek Chanana, & Haider., 2007). These definitions could be brought into context with the definitions strategic, tactical and operational.

BM is concerned about topics like: strategic planning, risk management, financial management, budgeting and costing and asset ownership (Andy Koronios et al., 2007). Comparing this definition with the definition of iAMPPro (n.d.-b), the BM covers aspects of the strategic level.

The EM is concerned about topics like: Assets usage lifecycle, performance measures, tactical planning, condition monitoring (Andy Koronios et al., 2007). The EM covers aspects of the tactical and operational level. The IM is the support layer of the BM and EM and can be seen as standards for the information system that supports the real system. According to Andy Koronios et al. (2007) the IM should support both the BM as well as the EM. Open standards should support IM, EM as well as BM as showed in the figure below.

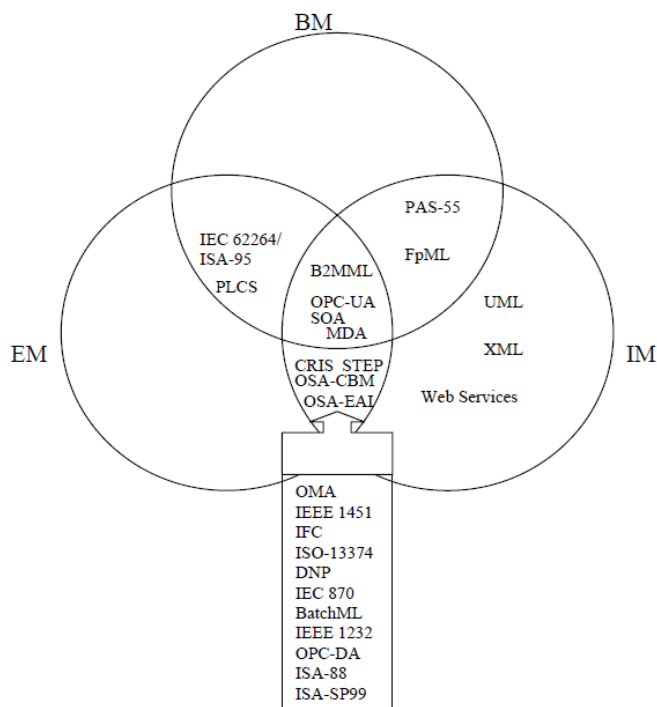


Figure 17: Standards distribution (Andy Koronios et al., 2007)

For example, XML is an information management open standard. This open standard on its own doesn't support the BM and the EM. B2MML which is based on XML does support the BM and EM. For this case, B2MML should be used to integrate IM with BM and EM.

The EM-BM-IM model could also be done for the strategic, tactical and operational level. It is important that these standards should be applicable for all asset management levels for their interoperability. This means standardization of data on all asset management levels. To do this, standardizing data should take the business process, where these levels are explored, into account. In the following figure it becomes clear that standards should follow from the business process.

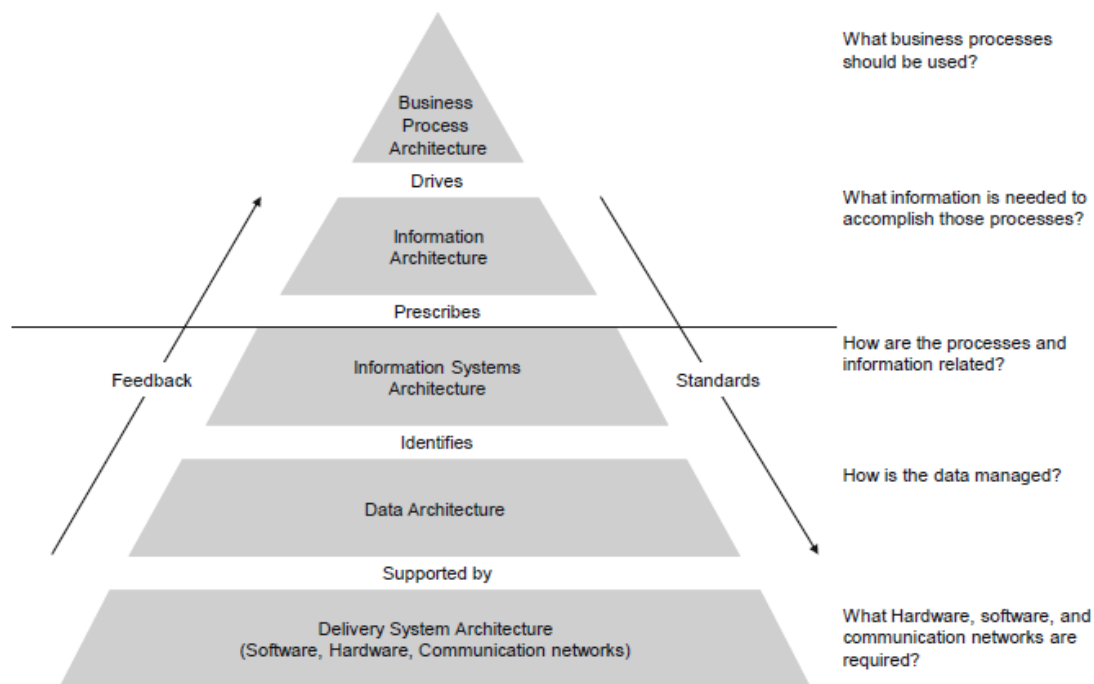


Figure 18: Asset Management Data (Mc Nurlin & Sprague as cited in Haider, 2007, p. 66)

Regardless the asset level of an organization, the standard should be the same for all levels. The business process consists of the three levels (as described in 7.1.1). The information needs from these levels derive from the business process. The business processes and information needs should be related to the EAM systems (as described in 7.2.4). When having this framework, the data should be managed according to the same standardized data. Then this data should be captured through a standardized data, through technology standards systems (Haider, 2007). This framework should be the basis in order to establish standards for asset management.

Interoperability isn't only present between different asset management levels. Interoperability is also present between EAM systems. There are two solutions for interoperability between systems, which is the point to point solution or the bus-solution (Mathew, Purser, Ma, & Barlow, 2009). With the point to point solution EAM systems communicate directly to each other. For instance, the SCADA system communicates directly with the Work Management System. With the bus solution, the bus functions as an intermediary for information to interoperate with other systems as shown in the figure below.

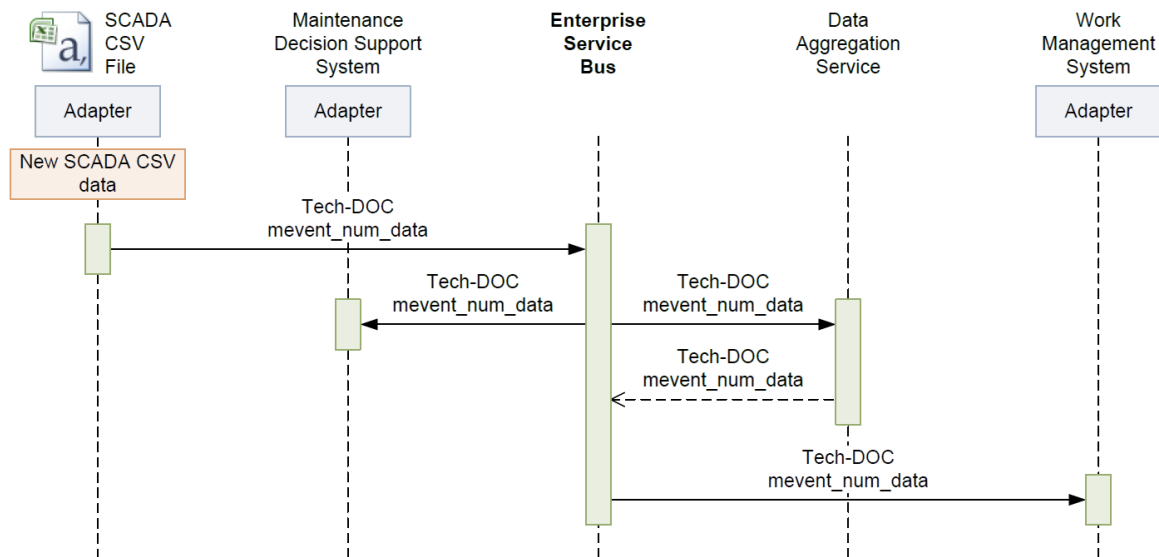


Figure 19: Process SCADA data (Mathew et al., 2009, p. 227)

As shown in the figure different EAM systems can connect with each other through adapters. In the example the SCADA is data input for the work management system as well as for the maintenance decision support system and the data aggregation service. The Data Aggregation Service is where data are being recorded and aggregated from the SCADA. This system is possible due to this bus-solution.

Also for the bus solution open standards are needed. The OSA-EAI is a XML based standard, which integrate these systems with each other. However this standard is subject to minor documentation issues (Mathew et al., 2009).

The bus solution decreases the amount of connections and complexity and increases the scalability (Mathew et al., 2009). However, at the moment the point to point solution is still preferable, because of better performance due to its maturity.

Then, there is a platform-to-platform challenge (Eastman et al., 2011). This is the challenge to create an open standard, where different software platforms can interoperate with each other using the same data.

There are two traditional ways to solve the interoperability problem between software platforms (Juan & Zheng, 2014):

- Through Application Programming Interface (API)
- Developing intermediate formats, like DXF.

According to Juan and Zheng (2014) both ways have the same problem, what is called 'compatibility'. Open BIM is the data management and model method which is not dependent on software or format. The product data IFC and COINS are Open BIM and there for not software dependent. The COINS API is software independent and imports and exports COINS containers (Coinsweb, n.d.).

3.3.3 Information Management and Technology

Life asset information management has two key stages: Retrieving information and managing the captured information (Ouertani, Parlikad, & Mcfarlane, 2008). According to Ouertani et al. (2008) identity, location and conditional status has a crucial role in asset doing asset management.

Retrieve information

Current retrieval of information has some limitations and issues. Most of the current retrieval of information is done manually. Data is entered manually into a record-keeping or CMMS system. Field workers are assigned a copy of this data. After completing the works, the data is delivered in the same way. This data is then again entered manually into the CMMS. One of the issues described by Campbell, Jardine, and McGlynn (2011) is about the critical operation data that is not immediately available, which has influence on the efficiency of the project. In other words, retrieval of certain data from both parties is time consuming. Another issue is that some information is not even updated in the CMMS due to loss of information or due to work load (Campbell et al., 2011).

According to Campbell et al. (2011) technology should improve some of these issues. One of these technologies is the use of handheld devices. These devices can be used to support in the field personnel. Data can be streamlined in the right way, where data needs for the field personnel is up-to-date as well as the data needs for asset managers.

To support this technology passive technology is needed, like Radiofrequency Identifications (RFID's). These are tags that are present at assets. Also barcodes could be used. Difference with barcodes is that (RFID's) contain chips, where data can be changed. RFID's can also store more information.

However, the location is also important. RFID's have their limitations on precise location of the asset and handheld devices are needed. Real-Time Location Systems (RTLS) should improve this limitation (Ouertani et al., 2008). With this technology handheld devices are not needed, because the RTLS sends real time information on interval to the CMMS via a low power signal.

RFID's have the possibility of embedded products. This means that key component could be attached to the RFID's, which would make it possible to, for instance, be tracked and

traced to retrieve locational data. Sensors could also be used as an addition to these technologies. Sensors could extend the information with parameters like: temperature, humidity, pressure or even usage data.

In order to cope with the asset management disciplines (as described in 7.1.2) a combination of these technologies should be used to, for instance, build wireless sensor networks (Ouertani et al., 2008). These data can be stored and managed into an external system or a CMMS (Libelium, n.d.).

Other technologies supporting asset management are the “call to responds” systems. These systems not only retrieve information, but also analyze the information in order to assist the disciplines of asset management.

Manage the retrieved information

There are two possibilities to manage the information retrieved from these technologies. The information could be stored and managed centralized or the information could be decentralized and stored at several databases (Ouertani et al., 2008). Both methods have advantages and disadvantages. The business process should determine which methods are most suitable.

The advantages of a centralized database are: No duplication of information and real time information. The disadvantages are: an overload of information and the need for integrating these systems through open standards. The decentralized database could prevent the information overload and the integration of systems (Ouertani et al., 2008).

Strategy for asset information management

According to Ouertani et al. (2008), the asset information management strategy should be determined by top-down perspective (strategic level-operational level) as well by the bottom-up perspective (operational level-strategic level).

Requirements should be set from strategic level and should be matched by the requirements from operational level. The asset information management strategy should then be explored against criteria as return on investment and the value of information. From the bottom-up perspective it is important to classify the asset into complex or simple assets. Complex assets, in comparison with simple assets, need real time data to monitor their condition. From top-down perspective the requirements of key performance indicators are needed.

7.3.4 Categorizing Open Standards

There are a lot of open standards for managing information. In this chapter the categorization of the open standards for managing information are explored.

Process, data exchange and semantics

According to Buildingsmart (n.d.) standards can be categorized into three groups: process, data exchange and mapping of terms. These three groups are based on open standards for BIM level 3. The Bouwinformatieraad (2015c) acknowledge these groups. They also mention that the standards can be categorized by BIM maturity levels. While Buildingsmart (n.d.) focuses on BIM level 3, the Bouwinformatieraad (2015c) argue that standards used at higher BIM levels, could also be useful for lower BIM levels.

The BIM Locket (2016a) manages twelve open BIM standards which are categorized into these three groups as followed:

- Process: Sales, National model BIM Protocol, VISI, National model BEP
- Data exchange: IFC, COINS, NLCS, GB-CAS
- Semantics: NLCS, GB-CAS, NL/SfB, ETIM, CB-NL, IMGEO

Process is about agreements about the process on how the information is going to be delivered. The data exchange is about the format in which the information is going to be delivered. Last, Semantics is about technical terms and definition in which the information is being delivered.

It should be noticed that some standards overlap other categories. Therefore, BIM locket made a landscape, where NLCS and GBCAS fit between data exchange and semantics.

According to the BIM maturity level scheme of Mark Bew and Mervin Richards described by the BIM Taskgroup (2011), the standards IFC, IDM and IFD are open standards for developing BIM level 3. According to Buildingsmart (n.d.) IFC is a standard for Data exchange, IDM a standard for the process and IFD a standard for mapping terms.

For BIM level 2, BS PAS 1192-2 and BS PAS 1192-3 are the open standards to develop BIM, focused on the process of managing information. BS 8541 is a standard at BIM level 2 focused on semantics.

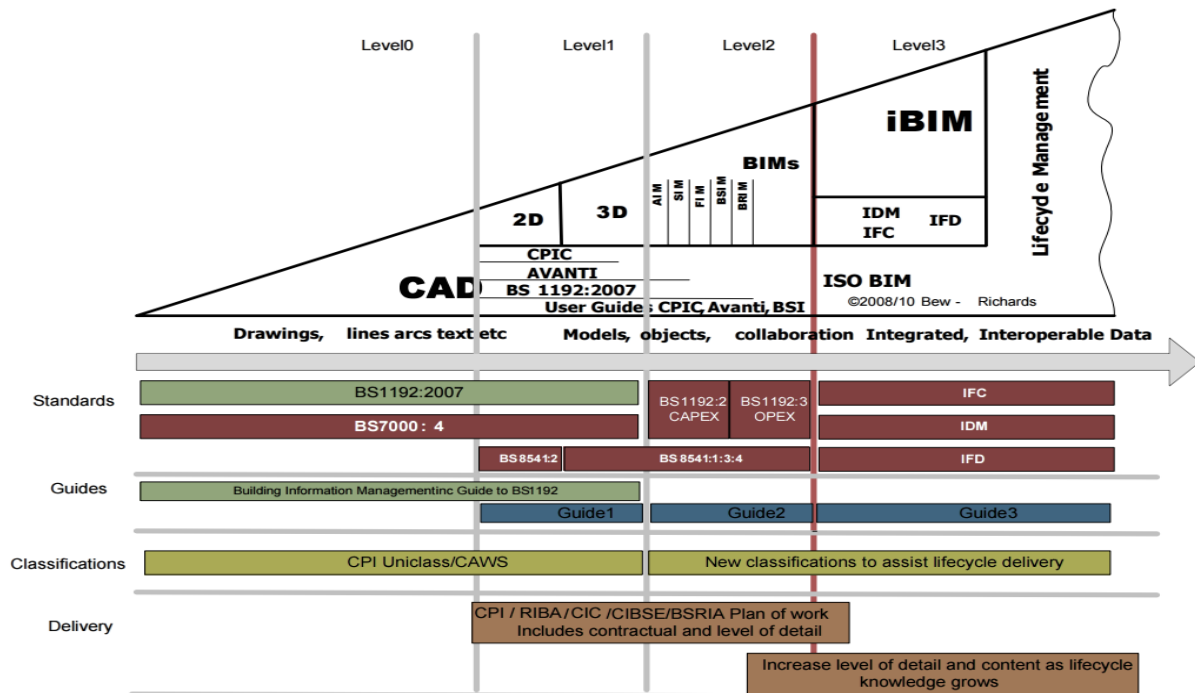


Figure 20: BIM maturity levels (Bew and Richards, as cited in BIM Taskgroup, 2011, p. 40)

Comparing the standards described by the BIM Taskgroup (2011) with the standards described by Bouwinformatieraad (2015c), they can also be categorized into these three groups: data exchange, process and semantics.

Lifecycle

The BIM Locket (2016a) shows the importance of the information process to the life cycle of the asset. The importance is in a somewhat similar way described in the Information Delivery Manual (IDM) by ISO 29481 (2010).

According to ISO 29481 (2010) the information schema consists of information for all actors and throughout the whole lifecycle. This information is dependent on business requirement (as described in 7.2.4) and the life cycle stage. When coupling information needs to the life cycle stage, it is known what information is necessary in what part of the life cycle. Eventually the information needs can be linked to the standards to manage this information.

According to Andy Koronios et al. (2007) the asset lifecycle is important for analyzing standards throughout the lifecycle. According to them the asset lifecycle is as followed:

- Design/Redesign
- Creation/Acquisition
- Installation/Commissioning
- Operation
- Maintenance/Repair/Upgrade
- Retirement

According to this asset lifecycle, the maintenance phase is also the phase where the decision is made to redesign for the asset life cycle. According to the British Standards Institution (2014b), the design and acquisition phase consists of:

- Setting the Employer's Information Requirements
- BIM Execution Plan (BEP)
- Master Information Delivery Plan (MIDP)

During the commissioning there are exchanges between the supplier and the client. During the operation and maintenance phase the information should be managed according PAS 1192-3.

The importance of the information process to the life cycle of the asset is also mentioned by Ouertani et al. (2008). They mention the importance of capture the information, store the information and retrieve the information throughout the whole life cycle.

7.3.5 Process open standards

A standard that is used in the UK for complying with the regulatory for adopting BIM level 2 are the PAS 1192-2 and the PAS 1192-3 of the BSI. According to the British Standards Institution (2013), the information process consists of two stages: The CAPEX (PAS 1192-2) and the OPEX stage (PAS 1192-3).

The CAPEX stage is concerned about the need, execution and delivery of the information, while the OPEX is concerned about the use and operation of the information model. The asset management lifecycle is formed by these two stages.

In the initiative phase the CAPEX start begins with the Employers Information Requirement (EIR). Here, the AIR is part of the EIR, which is part of the contract document for major works. For outsourced asset contracts, like minor works only the AIR is sufficient. In this process the AIR is the tool to manage the information to receive an AIM that is fit for purpose.

The AIR sets requirements for the supplier to deliver the BIM execution Plan (BEP) for the contract award and the Master Information Delivery Plan (MIDP) for mobilization of the won contract. According to Navendren et al. (2015) the clients role is important for the outcome of the AIM. In order to create an understanding of the client, the AIR as part of the EIR, should set clear requirements for creating the BEP and the MIDP. The information delivery cycle can be seen in the following figure.

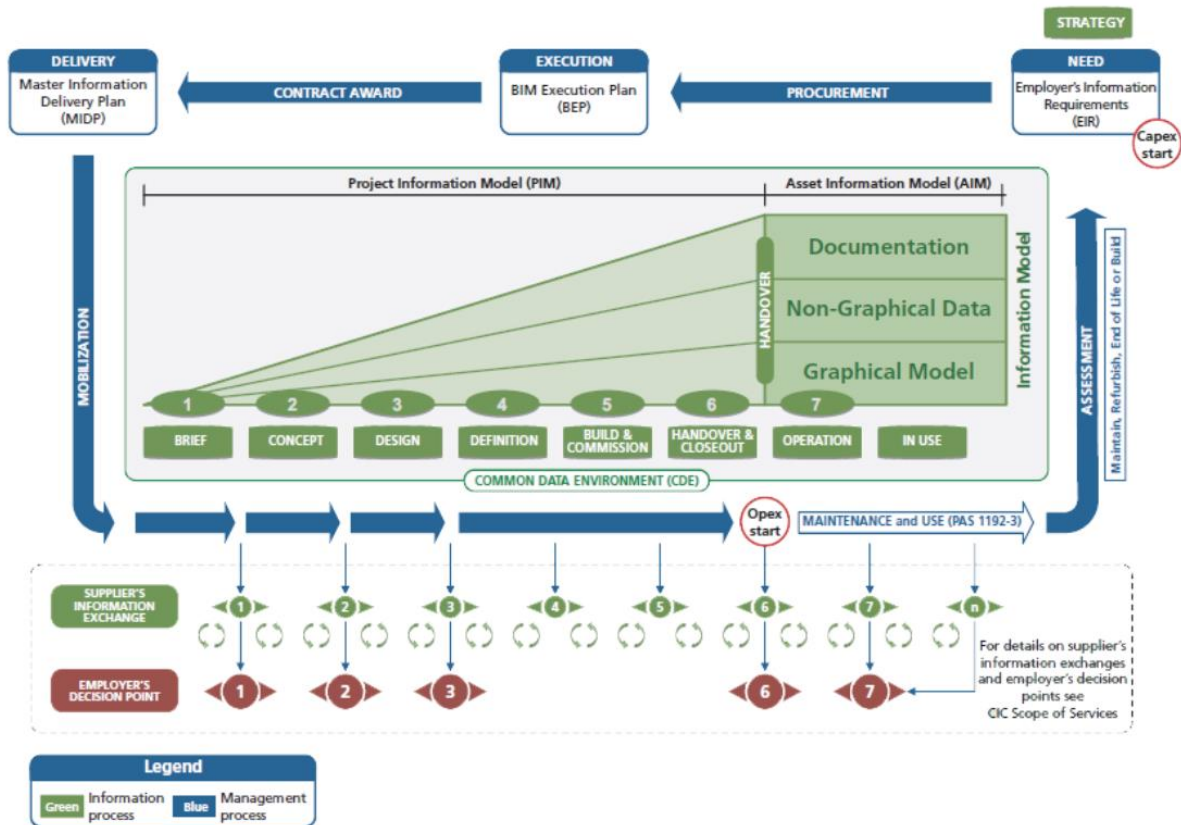


Figure 21: Information delivery cycle (British Standards Institution, 2013, p. VII)

According to British Standards Institution (2014b) there are five types of information that have to be part of the AIR. These are:

- Legal information
- Commercial Information
- Financial information
- Technical information
- Managerial information

The EIR is seen in a broader perspective and contains more requirements than requirements for asset management. The requirements are categorized as followed: Information management, commercial management and competence assessment. Specific requirements of these types of the employer's information requirements can be found in Appendix B1. The BIM Taskgroup (2013b) categorizes the requirements also in three sections in a somewhat similar way:

- Technical requirements
- Management requirements
- Commercial requirements

Together with the Plain Language Questions the EIR form the tools to manage the information process. For every data drop, plain language questions should be asked. According to CPNI (2015) plain language questions are questions that should be answered after each stage of a construction project. These answers should determine whether or not the project should proceed. According to the British Standards Institution (2013) the EIR should only contain requirements that can provide answers to the PLQ. The EIR should also be specific, measurable, achievable, realistic and time bounded (SMART). The PLQ at each stage can be found in Appendix B2. Rijksvastgoedbedrijf (2015) specifies requirements with BIM-extracts. In the RVB norm (2015) BIM extracts are the required products and give answer to the question what to be delivered by the contractor. According to BIR (2016), the RVB norm (2015) is similar to the Asset Information Requirements.

According to Verbruggen (2013) the Asset Information Requirements specifies requirements and defines it with three questions:

- What information should be delivered?
- When should the information be delivered?
- How should the information be delivered?

According to this definition the RVB norm misses the 'when' and 'how' questions, which could be defined by using for example PAS 1192-2 (2013).

CLAW (2014) suggest that tender questionnaire should also be implemented. Different than the PLQ, these are questions that are asked before awarding the contract. Examples of these questions are found in Appendix B3.

After setting these clear requirements by the client, the suppliers can provide a BEP to win the contract. According to the British Standards Institution (2013), the BEP consists of the Project Implementation Plan (PIP). Next to the PIP, the BEP should contain information about project goals, regarding collaboration and information modeling. Also the BEP contains information about the project milestones and strategy on how to deliver the Project Information Model (PIM) and therefore also the AIM as part of the PIM. The PIP is intended to measure the competence of the supply chain and consists of:

- Supply chain capability summary form (SCCS), which is a summary of;
- Supplier building information management assessment form
- Supplier IT assessment form
- Supplier resource assessment form

Each supplier or sub-contractor should fill in these form as part of the BEP. These forms are intended to measure the organization's IT and resource competence.

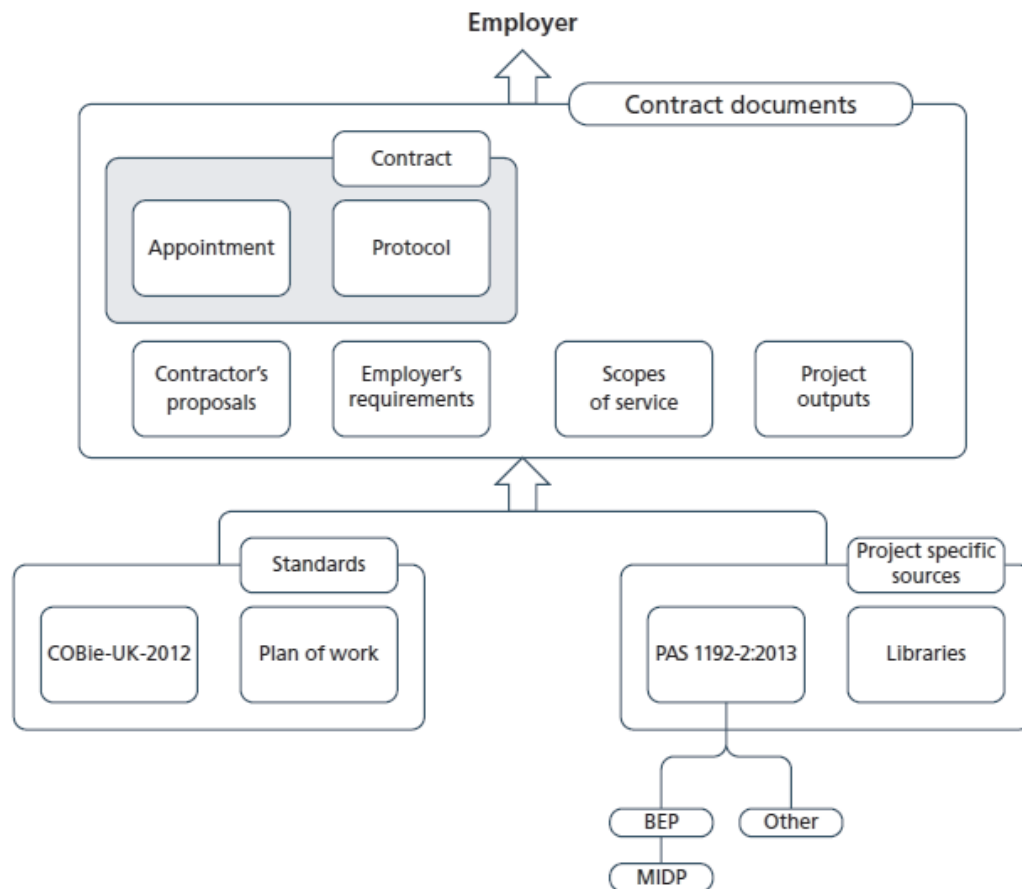
If there is no requirement in the EIR for software and exchange format, the BEP should also consists of a form where it is stated which company uses which software and which data exchange format (Richards, Churcher, Chillcock, & Throssell, 2016).

After winning the contract the post-BEP and MIDP should be delivered by the supplier. The post BEP is a document where the contractor shows how to meet the EIR. This is prescribed in standard CPIx Post-contract Bim Execution Plan(2013). It contains documents regarding their management, planning and documentation, standard methods, procedures and IT solutions to meet these EIR.

The MIDP consists of the supply chain capability, a responsibility matrix and a Task Information Delivery Plan (TIDP). Each team or sub-contractor are making this TIDP. In this document it is stated what information is provided and when.

According to the BIM Taskgroup (n.d.) the RIBA Plan of Work (2013) is a document that should be used at each stage of the project to plan their work. The RIBA Plan of Work creates links to relevant documents and strategies (BIM Taskgroup, n.d.).

According to the British Standards Institution (2013). All these documents are input for the actual contract as shown in the figure below.



Relation between the contract and documents (British Standards Institution, 2013, p. 7)

As seen in the figure the relationship between standards in comparison with the contract is clarified. The following documents are part of the contract:

- Protocol, where the BIM protocol is part of
- Appointment
- Contractor's proposals, where the post-BEP and MIDP are part of
- Employer's requirements, where the EIR and AIR are part of.
- Scopes of services
- Project outputs

Most of these aspects could be found back in the BIM-protocol, which is part of the contract document, where teams agree on how to perform BIM and who is responsible for certain aspects. According to John Eynon (2015) the BIM-protocol is a contract document, which is called a “model enabling amendment”. This means that a BIM protocol fits in every kind of contract.

In the Netherlands there is the Pioneering Model BIM protocol (Pioneering, 2013). In this protocol the BIM execution Plan is part of the protocol. This standard is used after winning the contract. Currently the BIR (2016) is developing a national BIM execution and a national BIM protocol, where these two documents are separated. According to this document aspect a BIM protocol should be used as a contract document where agreements should be established. Now, in practice these agreements are set after winning the contract, which could lead to conflicts (BIR, 2016). Other than the CPIx BEP, which consists of a pre-contract and a post-contract document, the National BEP consists of solely a post-contract document.

The Information Delivery Manual (IDM) is an international standard for the process of information exchange, managed by Buildingsmart (n.d.). The IDM describes a methodology of how information should be delivered. The IDM ensures that (FIS, n.d.):

- Information is made available when it is needed
- Information is of a certain quality

This is also described in ISO 29481-1 (2010). The IDM framework can be found in Appendix C1. There are three layers described in this standard: These are:

- Process maps/Interaction maps
- Exchange Requirements
- Functional Parts

In the interaction map relevant roles and their relations are identified for their specific purpose. For example, an interaction map between structural engineers and facility managers. The process maps describe the flow of activities of a specific purpose. For example, what activities are concerned regarding facility management.

The exchange requirements describe what information should be exchanged and when information should be exchanged for the specific business requirement, for example for structural engineering.

The functional parts described as a cluster of information as part of the whole IFC model. It is an information model in its own right and it supports the exchange requirements (ISO 29481-1, 2010).

COBIE is an example that makes use of this IDM framework as it requires exchange of information (Sanchez, Hampson, & Vaux, 2016). COBIE is a Model View Definition (MVD). Model View Definitions are part of the IFC dataset that is used for information exchange for a certain discipline. For example, in the IFC dataset part of the information, that is the MVD, is needed for structural engineering. COBIE is the MVD for facility management and is written in excel format. It describes how information is structured and what data is required. However, the content of the data should still be defined at certain moments in the life cycle of the asset. COBIE is focused on the building industry. At this moment COBIE has 15 issues described by the BIM Taskgroup (2013a) for usage in the infrastructure sector. These issues are for example: the spreadsheet format or the component geospatial component.

VISI could be used to exchange data to comply with the exchange requirements as described in the IDM. VISI is described in ISO 29481-2 (2012). VISI captures the information exchange process of different parties in a project. It is a tool that captures and records the communication structure and clarifies what information is needed and when information is needed.

The steps before working with VISI are similar to the steps described in the IDM part 1. It is described by the BIM loket (2016b) as followed:

- Analyze the organization
- Develop VISI framework
- Roles assignment
- Define transactions
- Define content of the transactions
- Transaction planning
- Software implementation of this process

According to the BIM loket (2016b) 80% of this process is a standardized process between different parties in a project, making the 20% available for designing the process before executing the project. In other words: It is not necessary to build this process from scratch.

7.3.6 Data Exchange open standards

Data exchange is important for public and private interoperability. Public and private stakeholders are constantly involved in the exchange of these information. Therefore, it is important to develop a system architecture of the process of data exchange. In addition, the system architecture provides up-to-date checks, correctness and consistency of data (Zlatanova, Beetz, Boersma, Mulder, & Goos, 2013).

In PAS 1192-2 (2014) UK COBIE (2012) is mandated to be used for exchanging data. COBIE (2012) is a subset of IFC and is stored in an xml format. Each stage of the project requires certain COBIE documentation. These specific files/formats can be used for facility management purposes and are allowed by the individual Model View Definitions (MVD).

There is a lack of standards for data exchange in the civil infrastructure section. Moreover, there is no official standard for representing 3D data for public infrastructure. (Yabuki, 2010). A project concerned by this topic is the Virtual Construction for Roads (V-CON) Project. According to V-CON (2013) IFC and COINS can help exchanging data in the roadway industry, in particular the BIM-GIS interoperability. However, the relation between IFC and COINS has some gaps. In the 'Definition of Road Information Structure Selection of Information Exchange Standards' by V-CON (2013) Buildings Smart's IFC and COINS are evaluated to the V-CON's criteria. These criteria can be found in Appendix C2.

In the V-CON (2013) the standards themselves have some issues. For example, the open standard IFC doesn't score sufficient on the completeness of data on V-CON's (2013) criteria. This is because it lacks geometry for road design. On the other hand, COINS doesn't have the ability of 3D geometry on itself. COINS always need additional standards for this (V-CON, 2013).

In the V-CON (2013) scenario Ontology Web Language (OWL) is mentioned as the highest potential to integrate different worlds of data exchange standards. OWL is an IT standard from the World Wide Web Consortium (W3C). It is a semantic web language. The semantic web language OWL describes ontologies as followed:

- Objects with;
- The relation between objects with;
- Their attributes;
- In a database structure

The OWL ontology can be characterized by the Resource Description Framework (RDF). Linking different datasets is possible when both are RDF datasets (G.A. van Nederveen et al., 2015). RDF makes it possible to make statements about resources, with so called triples. Triples are described in subject-predicate-object expressions. An example of a triple is: grass -has the color – green.

There are two possibilities to link data from software applications; to common dataset and Context datasets. (G.A. van Nederveen et al., 2015). The common dataset is described when both applications are RDF datasets. It is then possible to import this ontology in a v-con dataset and then export it in a so called V-Con ontology, the Concept Modeling Ontology (CMO).

The context dataset is described when both applications have different datasets. Then ‘translation’ is needed. This dataset should then be translated to a v-con dataset and then export to the CMO represented in the client’s ontology OWL 2 (version 2). The overview of the V-CON solution can be seen in appendix C3. Currently V-CON has formulated working definitions for software vendors for translating these datasets.

API’s based on OWL, for example COINS 2.0 API, could be used for translating these ontologies to the Client’s OWL 2 ontology. COINS 2.0 is based on RDF/OWL and could be used as the v-con dataset. Therefore, COINS 2.0 has the potential to integrate IFC and GIS data. The V-CON solution is shown in the following figure:

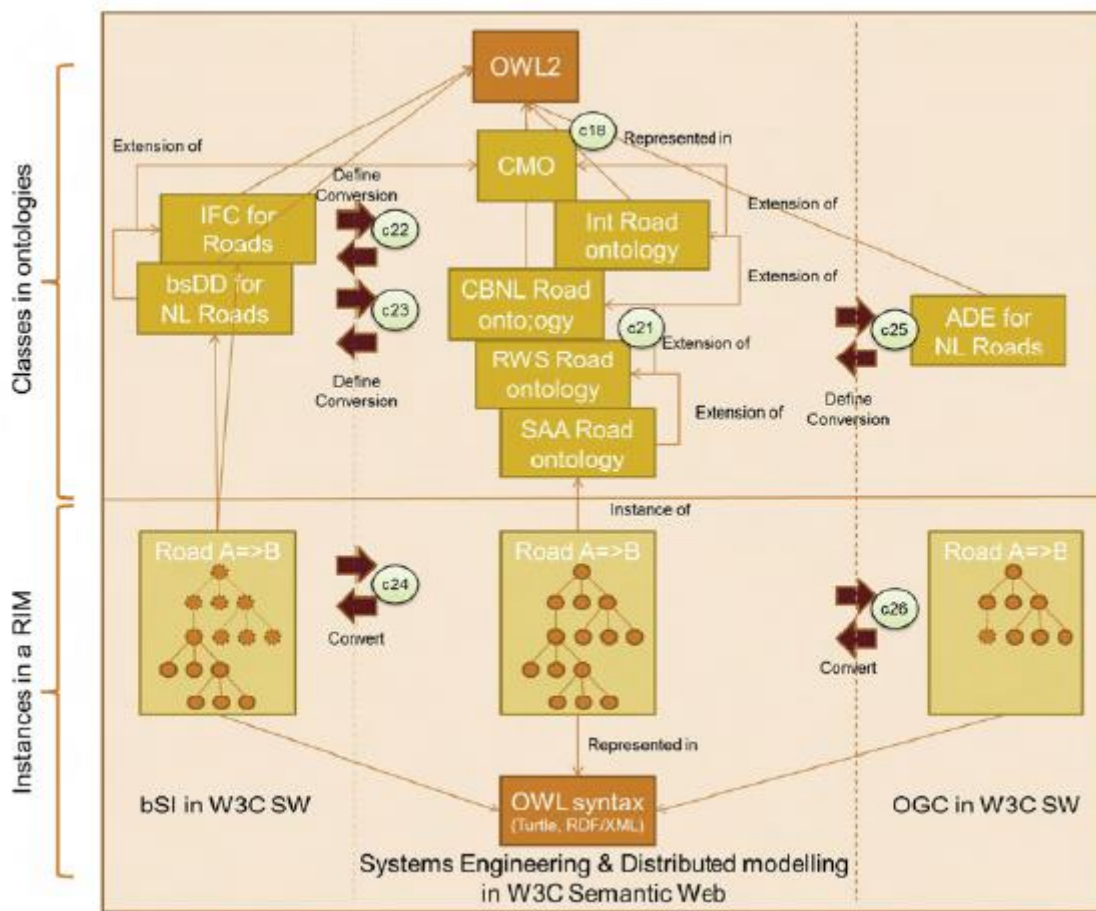


Figure 22: V-CON scenario (V-CON, 2013)

V-CON doesn’t propose a ‘mother of all standards’, but encourage to use the standards on its own that is needed for each discipline (V-CON, 2013). What V-CON does, is to make the standards interoperate with each other.

7.3.7 Semantics open standards

Some enterprises or contractors have their own libraries containing BIM Data. A drawback of these libraries are that some libraries are not open to other users. Libraries based on IFC could solve this problem (Dongwan, Inhan, Jongcheol, & Jonghun, 2011). However not all element can be described in IFC. The International Framework for Dictionaries (IFD) is an extension of the IFC data exchange standard and could solve the problem of the enrichment of data. Therefore, agreements are made for certain definitions, based on ontology. Libraries should be developed using IFD, so that it could increase data interoperability, data enrichment, formal and semantic descriptions (Dongwan et al., 2011).

CB-NL is the Dutch interpretation of the IFD. CB-NL is based on standards from the World Wide Web Consortium (W3C). This way data is accessible anytime from anywhere. CB-NL uses the standard RDF Ontology Web Language (OWL). RDF/OWL described information in elements and described the relation between elements.

In the V-CON scenario development of conversion schemas are needed between IFC and the Concept Modeling Ontology(CMO) or the Upper Ontology. This way IFC is an extension of the CMO in the same way CB-NL is an extension of the international road ontology, which is an extension of the CMO. All these ontologies should be based on OWL, so that accessibility anytime and from anywhere is possible. In the V-CON project, the conversion between ADE for Dutch Roads and (part of) the CMO should be defined (V-CON, 2013).

The Object Type Library (OTL) is Rijkswaterstaat BIM Asset Information Model. It is desirable that the OTL of Rijkswaterstaat will be part of CB-NL which in their turn will be part of the international Road Ontology as mentioned by Van der Voort (2014).

IMGEO (as described in 7.2.3.) 2.0 is based on CITYGML, which is an international standard that makes it possible for 3D geo information (Ministry of Infrastructure and the Environment, 2013b). ADE is an extension of CITYGML. It is desirable that all the ontologies could be described in OWL, which makes it possible to receive data anytime for anywhere (V-CON, 2013).

7.3.8 Relation between BIM standards and the information requirements

In figure 7.3 the triangle of Mc Nurlin, as cited in Haider (2007, p. 66) is applied. The scheme is based on the process of PAS 1192-3 (2012). In the figure a schematic information architecture is made. This way, the relations between the standards and the information requirements can be exploited. It should be noted that in this information architecture, examples of standards are used for the clarification of the possible relations between the standards. More important is the life cycle maintenance process of the AIM and the positioning of the information requirements in this process. Here, The EIR is a pre-tender document that sets out the information that has to be delivered and sets out the standards and processes that have to be applied by the supplier (BSI, 2014).

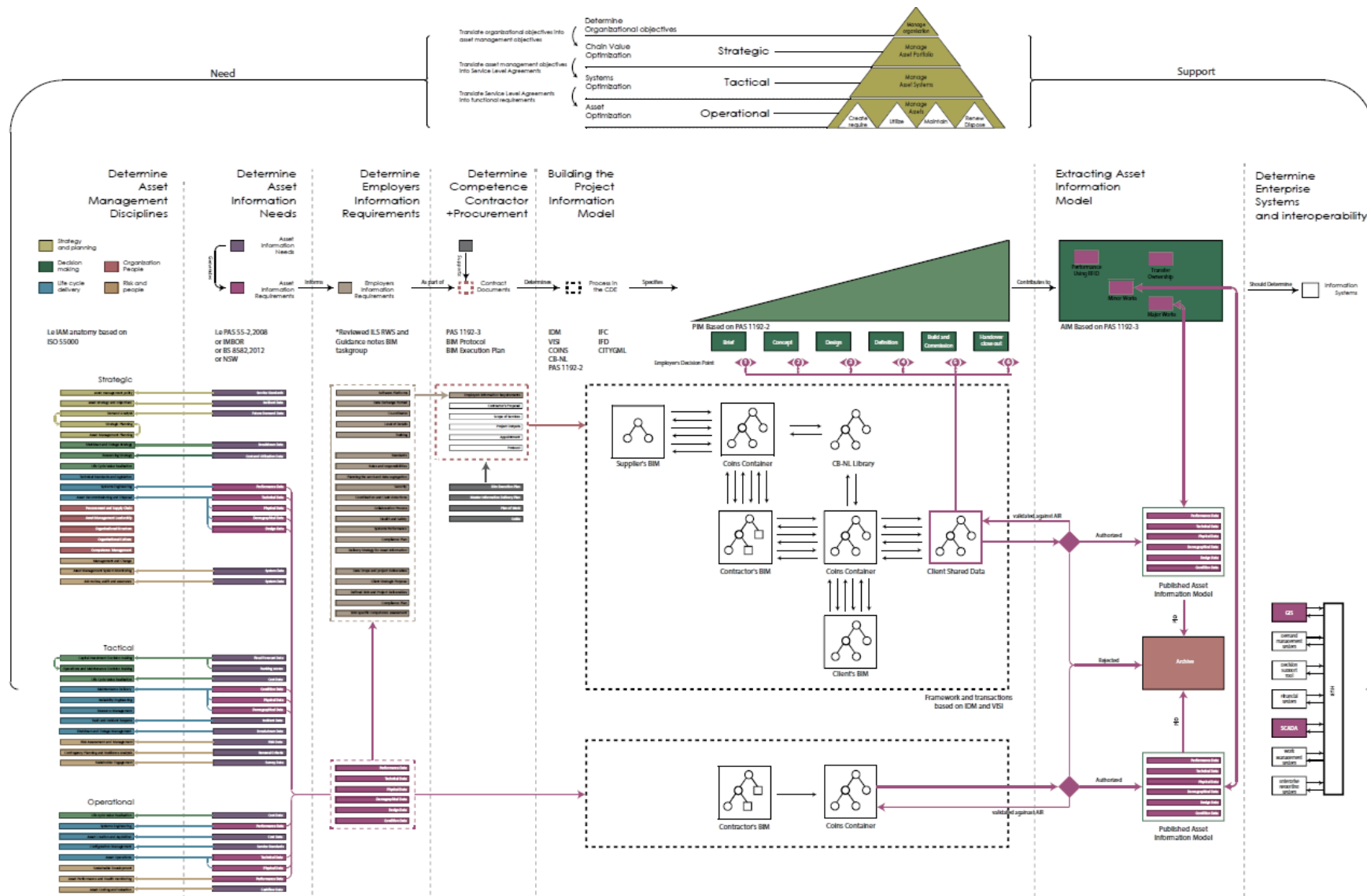


Figure 23: BIM level 2 process for Dutch road asset management based on British Standards Institution (2014b)

The asset hierarchy, based on Smith (2014), is the start of creating the need for asset management (as described in 7.1). The process is described by examples of standards or documents that could be used. In the process based on 1192-3 (2012) it is important to set the organizational information requirements, which generates the asset information requirements. The EIR is then informed by the AIR. For major works the EIR is obliged to be used in UK construction projects for determining the interoperability of information and organizations. For minor works the AIR is sufficient. In the CDE, the framework of transactions could be determined by using the IDM. Here, the IDM specifies; what should be delivered when and how. VISI as part of the IDM could be used to implement the answer to these questions.

In the example is shown how different companies can interoperate with each other and handle transactions. This framework could be build using VISI, this way, a company knows when to deliver what and when to expect to receive information.

The project stages determine the data drops, where the client receives a PIM. This PIM is realized through the client shared data. At this point the client can determine whether or not the PIM meets the requirements at that stage. In PAS 1192-2 CoBie is used to determine which MDV is required at what stage, However CoBIE was initially developed for Buildings and not for infrastructure, which means that the data scheme of CoBIE doesn't quite fit for the infrastructure sector (Excitech, 2012).

This is also the case for IFC data. In the current development of the V-CON solution it is desired that IFC is part of the CMO, which is based on COINS (as described in 7.3.6). This way COINS respects IFC, but also respects GIS data. COINS makes it possible to extract data into COINS containers through API's. Transactions are then possible between BIM companies, CB-NL as the Dutch library and the Client's BIM.

When the PIM is matured and ready for hand-over, the AIM is extracted and validated against the AIR. This way, the product of the AIR as required in the initial phase is then part of the AIM. The old data and rejected data is being stored for knowledge.

It should be noted that the AIM received through the AIR is one way to receive asset information. There are other possibilities to receive asset information. For example, through minor works, transfer ownership or performance evaluation of assets using RFID technologies.

The whole database of the AIM should be compatible with the enterprise systems. The enterprise systems support the asset hierarchy. This way, the asset lifecycle management is complete.

The information requirements are important for receiving an AIM and important for streamlining the process. For this research the Information Requirements are explored.

Reviewing the Employers Information Requirements

The employers' information requirements are provided by UK industries. The EIR is a contract document provided by the BIM Taskgroup (2013b). It describes the requirements for the process of projects. Like the EIR, the AIR is based on the building industry and therefore should be reviewed. The result of the review, based on the literature study is found in the tables below.

Table 1 Technical Items of the EIR

Item	Response UK BIM Task group (BIM Taskgroup, 2013b)	Reviewed for the Dutch road infrastructure
Software Platforms	The ability of the bidder to work with these platforms should be made clear The EIR should not dictate a software solution	Open standards should be independent from software vendors. (G.A. van Nederveen et al., 2015)
Data Exchange Format	Should require: 1) Native data for BIM applications, 2) COBie and 3) PDF Files	1) Native data for BIM or GIS application (G.A. van Nederveen et al., 2015), exchange through a COINS container 2) Data drops determined by VISI framework (BIM loket, 2016b) with a modified COBIE for GIS applications and for Dutch construction roads 3) Text documents and drawings (i.e. word, IFC, CITYGML) (BIR, n.d.)
Co-ordinates	Co-ordinates standards should include: Spatial coordinates Origin rotation Offsets Datum information Units to be used	Coordination standards that should be used for GIS applications: Mandatory: BGT (Ministry of Infrastructure and the Environment, 2013a), describes 'RD-stelsel' Optional: IMGEO (Ministry of Infrastructure and the Environment, 2013b)
Level of Detail	Should include expected LOD at each work stage	For 3D application NLOD is applicable. LOD for 2D GIS can be achieved by the level of accuracy.
Training	Details of training for the specified client, regarding applications	With the use of COINS API's or the V-CON solution, it is possible to convert different ontologies from different parties to a CMO which could be applicable for the client's software. Training is still required, because of the file based exchange

Table 2: Management Items of the EIR

Item	Response UK BIM Task Group (BIM Taskgroup, 2013b)	Reviewed for the Dutch road infrastructure
Standards	Mandated standards: PAS 1192-2 Supported by BS 1192 COBIE-UK 2012	For GIS applications, mandated: BGT 1.1.1 (Ministry of Infrastructure and the Environment, 2013a) Recommended: ISO 29481-2:2012 (VISI) ISO 55000
Roles and Responsibilities	Is set out in PAS 1192-2: Appendix D: Client Technical Adviser (TA); Project Delivery Manager (PDM); Information Manager; Lead Designer; Task Team Manager;	Is also applicable for the Dutch road infrastructure. In infrastructure sector there may be Road task teams or Bridge task teams (British Standards Institution, 2013).
Planning the Work and Data Segregation	A Statement that information should be managed in accordance with PAS 1192-2. Fully documented procedures are required in the BEP.	A statement that the information should be managed according to the process described in the National BEP. It describes the 'how' to BIM (BIR, 2016). Amendments for road infrastructure is needed. PAS 1192-2 is not mandatory in the Dutch road infrastructure. VISI plays an important role in planning the data segregation
Security	The employer should define how they want to secure information used on the project by defining security standards.	This is also desired for Dutch road infrastructure.
Coordination and Clash Detection	Request for: Clash detection process Technical query workflow Tolerance strategy Clash resolution process	Agreed processes will be defined in the BEP. (after winning the contract) A Pre-BEP is desirable to demonstrate the contractor capability to coop these requirements.
Collaboration Process	Collaboration process to demonstrate the capability of the tender. Pre-BEP should be input for this requirement	Agreed processes will be defined in the BEP (after winning the contract). A Pre-BEP is desirable. CB-NL should be used for semantics
Health and Safety/ Construction Design Management	Details of how BIM enabled processes will be used to manage the employer's and supplier's H&S/CDM obligations	Also desired for Dutch Road infrastructure. V&G (Veiligheids- en Gezondheids) Plan,
Systems Performance	Should require IT restrictions: Model size Software uses Access to free viewers Security issues	Should also include the ability to develop COINS API's for the bidders: Specific software uses Model size
Compliance Plan	Should require information and data compliance requirements	Plan for systems engineering for verification and validation process.
Delivery Strategy for Asset Information	Confirmation of the Information exchange format for the AIM, when delivering the model. Should be delivered in the COBIE 2012 format	COBIE is focused on the building industry and its facility management. For road construction asset management requirements differ from COBIE. COINS should be used as data exchange from the PIM into the AIM.

Table 3: Commercial Items of the EIR

Item	Response UK BIM Task Group (BIM Taskgroup, 2013b)	Reviewed for the Dutch road infrastructure
Data Drops and project deliverables	Details of information requirements: Schedule of work stages; Alignment of data drops to the work stages; Key purposes of data drops; Specific Information requirements from the data drops, defined as response to the PLQ	Data drops should be determined with VISI, where it is established, who is delivering what and when. It should contain the asset information needs from the client
Client's Strategic Purposes	Should state the purpose of the information: 1) Registration 2) Use and utilization 3) Operations 4) Maintenance and repair 5) Replacement 6) Assessment and re-use 7) Impacts 8) Business case 9) security and surveillance 10) Regulations and Compliance Wider sets of purposes should be stated	Wider sets of purposes are dependent on the business process. ISO55000 should be used to define the business process
BIM Specific competence assessment		
BIM Capability and Experience	1) BIM experience 2) BIM capabilities 3) Out-sourced roles	No amendments are needed
Evidence of BEP	1) BEPs 2) Lessons learnt	No amendments are needed
Confirmation of BIM toolset	1) PAS 1192-2 2) COBie UK 2012	Amendments of PAS 1192-2 COBie UK 2012 is not relevant for construction roads
Details of BIM workload and resourcing	1) Resource matrix 2) Outsourcing details of services	Is described in the Dutch National Model BEP (BIR, 2016)
Principal Supply chain	1) Key supply chain partners 2) Expected outputs 3) Assessment process	No amendments are needed

7.3.9 Intermediate conclusion

The process of information management is clarified by the EIR in PAS 1192-2 for developing the PIM and PAS 1192-3 for developing the AIM. However, PAS 1192-2 and PAS 1192-3 are based on BIM applications and based on facility management for buildings (COBie). In the V-CON solution it is described how data for GIS applications can be integrated in this BIM process. This can be done through COINS data exchange. Reviewing the process of PAS 1192-2 (2013) and PAS 1192-3 (2014) is necessary for the application on the Dutch Construction roads. The integration of semantics standards (CB-NL) and data exchange formats (COINS) should be described in the information requirements, so that an AIM can be delivered for asset management for Dutch construction roads.

7.4 The Framework

After this exploratory theoretical research, a hypothesis in the form of a framework is made. The aspects which should be taken into account when developing the asset information requirements for Dutch Road Infrastructure are set in this framework. This framework is based on the two research questions:

- What is asset management and how to determine asset information requirements for Dutch infrastructure roadway projects?
- How could the Asset Information Requirements help streamline the process to the information model?

7.4.1 Hypothesis

The first research sub-question is focused on asset management and asset information needs. For this sub question a scheme is made to determine the asset information needs for the AIR. This scheme is described in 7.2.4. The asset information needs are based on Asset Management as described by Institute of Asset Management (2015). This is based on the ISO55000 (2014) standard. The AIN differ from business to business. The scheme is about how to determine the information needs for corporations and not on what information needs are necessary for the asset information model. It is based on the information needs for Dutch infrastructure roadway projects. This scheme is used as a tool and as part of the framework. The scheme as described in 7.2.4. are represented in the framework in the following sections: Asset management (AM), Asset Management Subject Groups (AM SG), Asset Information Needs (AIN), Asset Information Requirements (AIR), Employers Information Requirements (EIR), Project Information Model (PIM) and Asset Information Model(AIM), and the Enterprise Asset Management (EAM) Systems. This is showed in the following figure.

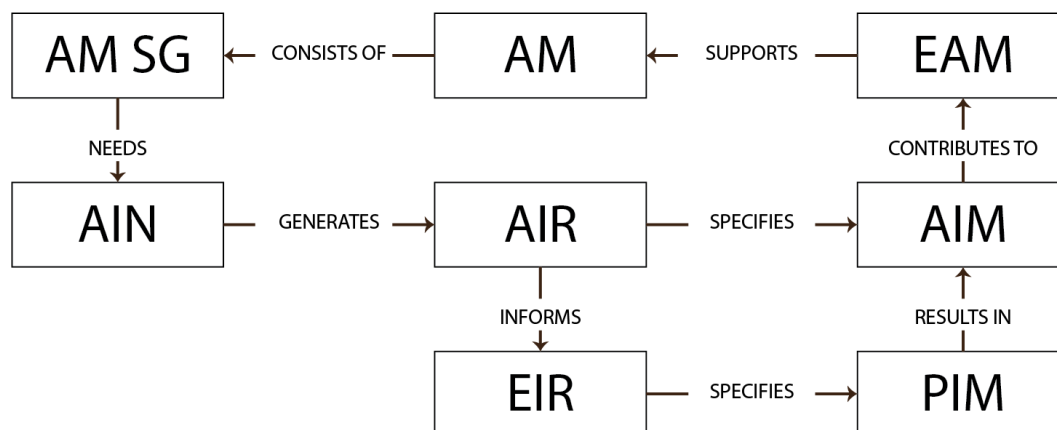


Figure 24: Framework Information Requirements based on British Standards Institution (2014b)

To determine the AIR, it is important to know what the business process is. In particular, to know how value can be created on each level of the asset hierarchy. Asset information subject groups can help to determine the relation between subjects in the business process to create a line of sight. Determining creation of value and the line of sight in this process is important to implement asset management. Also leadership is an important aspect to implement asset management. To mature and retain asset management, assurance is needed. When these four fundamentals are implemented in the business organization, the business process determines the information needs. The business process is determined by the relation between these subject groups. Then, a conceptual business model can be created for asset management. Roles can be linked to these subject groups. Roles can be established, using the roles described by New South Wales Treasury (2004). Based on these roles the information needs can be determined.

The second research question is focused on the streamline of the process. The EIR is a tool developed by the BIM Taskgroup (2013b) to set requirements for the process to the information model. The EIR is based on PAS 1192-3 (2014) which is based on ISO55000 (2014). However, the EIR is based on buildings for facility management. The process described in the EIR is reviewed for Dutch infrastructure projects. The reviewed EIR is represented in the framework in the following sections: Employers Information Requirements (EIR), Project Information Model (PIM), Asset Information Model (AIM) and Enterprise Asset Management (EAM) systems. So the process as described in the reviewed EIR will be used as a tool as part of the framework.

Standards and process requirements are described in the EIR. COINS and VISI are recommended for Dutch roadway projects to streamline this process. The EIR should describe that the process should be independent from software vendors. BGT is mandated in the Dutch construction road, compliance requirements can be achieved using systems engineering and metadata should be specified in the EIR. It is also applicable to require BIM capability of contractors, before tendering. This could be done by showing their confirmation of tool sets and supply chain with other partners. These aspects will then be part of the EIR, e.g. contract. The PIM is the result of the information generated from the project. The AIM is the information model required by the client based on the AIR. Therefore, not all information generated from the PIM will be part of the AIM. After receiving the AIM, the EAM system is important to support the business process, based on asset management. The EAM should be compatible with the data received from the information model. Also the compatibility of the EAM should be established. Therefore, it is required to establish a hub to reduce the number of interfaces between EAM systems. These systems can then support the business process, based on asset management according to ISO55000.

7.4.2 The framework

Receiving an AIM starts with the Asset Information Needs (AIN) for Asset Management. The scheme described in 7.2.4 helps identifying information needs for different asset management roles and asset management subjects.

The AIN generates the AIR. This is information required from the client to the contractor. The AIR is different from the AIN. Not all AIN could be required. The AIR is

dependent on the asset management roles of the contractor. For instance, in a DBFM contract, the responsibility of the asset management role 'asset maintenance' is for the contractor, which means the data retrieved from performing maintenance could be required.

The EIR specifies requirements for the information process. Like the AIR, the EIR is a tool that could be used by the client. The EIR is informed by the AIR, which requires the content of the information. This way the process and the content can be established. The EIR is focused on the UK's building industry for facility management. Therefore, amendments are needed.

The most important amendments for the EIR are: data exchange through a COINS container, an agreement of data drops in a modified COBIE for GIS applications and for asset management in the Dutch construction roads. Here, the framework of this process should be determined by VISI. Also in the collaboration process the requirements described by CB-NL should be adhered, so that every party can speak the same language.

The AIM consists of Asset information, which can be received through different kinds of 'triggers' (British Standards Institution, 2014b). For example, this could be through performance data using RFID's, through transfer ownership, through major works or through minor works. For this research the received information is limited to the information received from major works and minor works. During major and minor works, a PIM is built which results in the AIM.

The AIR specifies requirements for the AIM. However, the EIR is necessary for the process of major works. Together with the AIR, the EIR determines the PIM. The information generated from the project execution contributes to the AIM. The EIR is generated by the PLQ. These are questions that should be answered at each stage of the life cycle process. The EIR must ensure that these questions can be answered at each stage. The AIR could help to capture the information for the AIM at project stages.

AIR is a document that informs the EIR. Where the EIR is focused on the 'how' and 'when' information should be required, the AIR is focused on 'what' information should be required. In 7.2.3 the British Standards Institution (2014b) shows the AIR for the AIM. This document is also provided by BIM4SME (2016), which is part of the National BIM Taskgroup. However, the AIR is based on the building industry. Also, it is possible to require more information for asset management based on the asset information needs and the contractors' asset management role. Therefore, amendments are needed. The scheme described in 7.2.4. could be helpful determining these amendments.

After receiving the AIM, the AIM will be part of the BIG BIM model, which could be used for the whole asset management system. However, it should determine an EAM that is compatible with the information database of the AIM. Then the EAM can support the asset management system. Information needs from the asset management system could be required. This way the circle of the requirements of information is complete.

4. Phase C: Practical Analysis, single case study

For this qualitative research approach, an exploratory case study has been done. This is done with a single case study. A single case study is characterized by its depth rather than its breadth. According to Verschuren and Doorewaard (2010) depth is realized using various methods for generating data. This is called the triangulation of sources (Verschuren & Doorewaard, 2010).

In this case triangulation of sources, which is concerned with different methods of data gathering: literature study, case study, interviews. Also important for the single case study is the demarcation of the research object. In that way the choice of the case is based on a strategic sample rather than a random sample. When a small number of a case study is used, for instance a single case study, there is a risk of atypical sample, which has consequences on the external validity. Chance is replaced, when the researcher is consciously guided by the framework he intends to extract from the single case study (Verschuren & Doorewaard, 2010). In other words, the case should give answer to the framework. Therefore, the demarcation of the research object is important.

This research is focused on the information requirements for the AIM. In particular Project SAA (Schiphol-Amsterdam-Almere), which has been contracted by Rijkswaterstaat and is concerned with the information requirements for the AIM. Goal of this research is to draw conclusions from the literature study and the single case study. Taken triangulation into account, interviews are used for validation of these results.

The case study is characterized by obtaining a general idea of the process of the ILS as a whole. This is called the holistic method (Verschuren & Doorewaard, 2010). It is characterized by an unstructured way of gathering data to generate the idea of the object as a whole. In this case it is to generate an idea of the use and the process of the ILS as a whole.

4.1 Background information project SAA one

SAA one is a construction consortium and is commissioned by Rijkswaterstaat, which is part of the Ministry of Infrastructure and the Environment. Project SAA one is part of the project SAA for widening motorways between Schiphol Amsterdam and Almere to increase the performance of roadways for car traffic. Project SAA is divided into five subprojects as seen in the following figure.

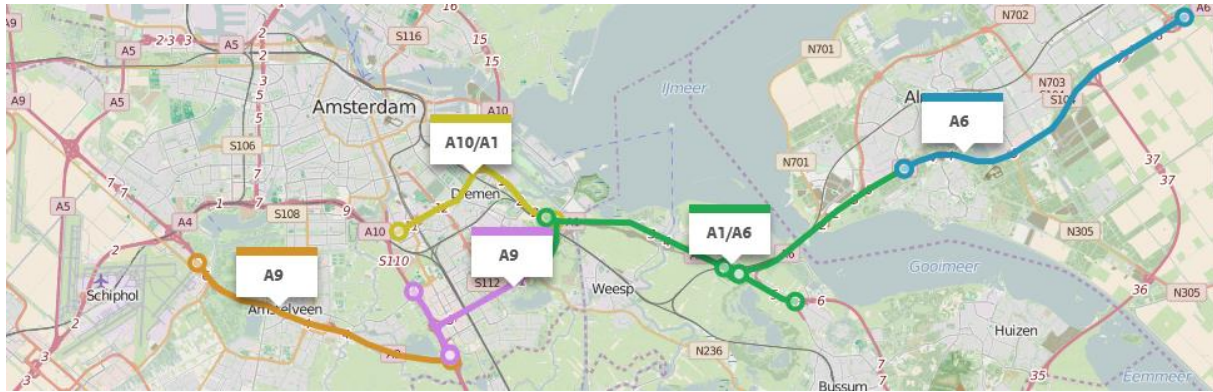


Figure 25: Project SAA (Rijkswaterstaat, n.d.)

The five subprojects are: A1/A6 Diemen – Almere Havendreef (SAAONE), A9 Holendrecht – Diemen, A6 Almere Havendreef – Buiten-oost, A9 Badhoevedorp – Holendrecht, A10/A1 Oost – Diemen.

Each subproject is procured separately. SAAONE is the consortium procured by Rijkswaterstaat and is concerned with expansion of the A1 and A6 between Diemen and Almere-Havendreef.

Some of the tasks that SAA ONE is executing are: widening the roadways, shifting the A1 300m to the south, a second 'Holland bridge', a new fly over and building the widest water bridge of Europe. In total there are 27 tasks for project SAAONE. Four of those tasks are finished. Those are: The second Holland Bridge, The Vechthoeve, Adjustment Powerpylons, Spiering Brigde.

8.1.1 Profile SAA one consortium

SAA one is a joint venture between the companies; VolkerWessels, Boskalis, Hochtief and DIF. DIF holds 43% of the project. VolkerWessels and Hochtief both holds 20% of the project and Boskalis holds 17% of the project (Netlipse, 2014). The contract of the A1/A6 project has a nominal value of 1 billion euro for 30 years.

DIF (Dutch Infrastructure Fund) is a large fund management company that manages funds of approximately € 3.3 billion. Their strategy is to invest in long term stable cash flows. VolkerWessels is a Dutch construction company with a turnover of 4.7 billion euros (2011). Safety, integrity and sustainability are important values for VolkerWessels.

Hochtief is one of the most world leading building and infrastructure construction company. They are market leader in Germany. Their turnover is 23 billion euros (2011). The construction company is focused on complex projects in the field of transportation, energy, social and infrastructure segments.

Boskalis is a big service provider focused on dredging, excavations and marine infrastructure. Their turnover is 2.8 billion euros (2011). The project goals of the SAA one consortium are described as (Volkerwessels, n.d.):

- Increasing the accessibility of the roadway of this economic important region
- Increasing the flow of the traffic
- Shorter and reliable travel time
- Improving the livability

8.1.2 Project Profile

The project is a Public Private Partnership (PPP) between RWS and the SAAone Consortium. It is procured based on EMVI, which stands for “Economisch Meest Voordelige Inschrijving (In english: Economically Most Beneficial tender). SAAone was one of the three parties that came out on top of this EMVI principle.

With this procurement there was particular attention given to the price and performance ratio. The performance is important because of the DBFM contract. The project is executed in a DBFM contract. This means that the joint venture is not only responsible for design and building the project, but also for financing and maintaining the project. In this contract they are responsible for engineering, procurement, construction and management.

Winning the contract by SAAone on the basis of the EMVI principle had advantages for RWS. RWS could make use of their expertise against a reasonable price. In this contract RWS is responsible for the maintenance and operating phase after 30 years. The contract is procured in 2012 and is under a DBFM responsible for maintenance until 2042. According to the schedules the design and building phase of the project should be finished in 2020.

In the DBFM contract SAAONE is responsible for Engineering, Procurement, Construction and Management (EPCM). SAAone is there for the EPCM contractor. This means that they are also responsible for Procurement of works for sub-contractors.

The SAAone consortium has tools to measure the requirements of the performance that has been set by RWS. The requirements of the performance, that are set by RWS, are established in a Performance Measurement System (PMS). SAAone uses Maximo as a CMMS where this PMS of Gemba is integrated. This way RWS has a controlling role of maintaining the assets.

8.1.3 Project Organization

The SAAone consortium is an EPCM contractor. Which means that next to engineering, procurement and construction, it is also responsible for managing the project. There are three main directors responsible for managing the project as seen in the figure below. The first director is responsible for the context of the project. This context is about contracts of the project, integral safety of the project and process of the project.

For the process of the project there are five managers assigned. These are: the ICT Manager, CMDB manager, SE manager, Quality Manager and the Information manager. These managers play an important role in the process of delivering an information model conform the information requirements of RWS.

The second director is responsible for managing purchasing and financing. The third director is the operational director and responsible for the project itself. The project itself is divided into three main groups. These are:

- Design
- Built/ Realization
- Maintenance

The project is established as a matrix organization. In a matrix organization there is a project manager responsible for the vertical project reporting relationship and a project manager responsible for the horizontal functional reporting relationship (Nicholas & Steyn, 2012). The horizontal functions are divided in the following disciplines: General, Civil engineering structures, GWW, systems and sound barriers. The vertical projects are divided as followed: Project design, Project realization A1, project realization A6 and project maintenance.

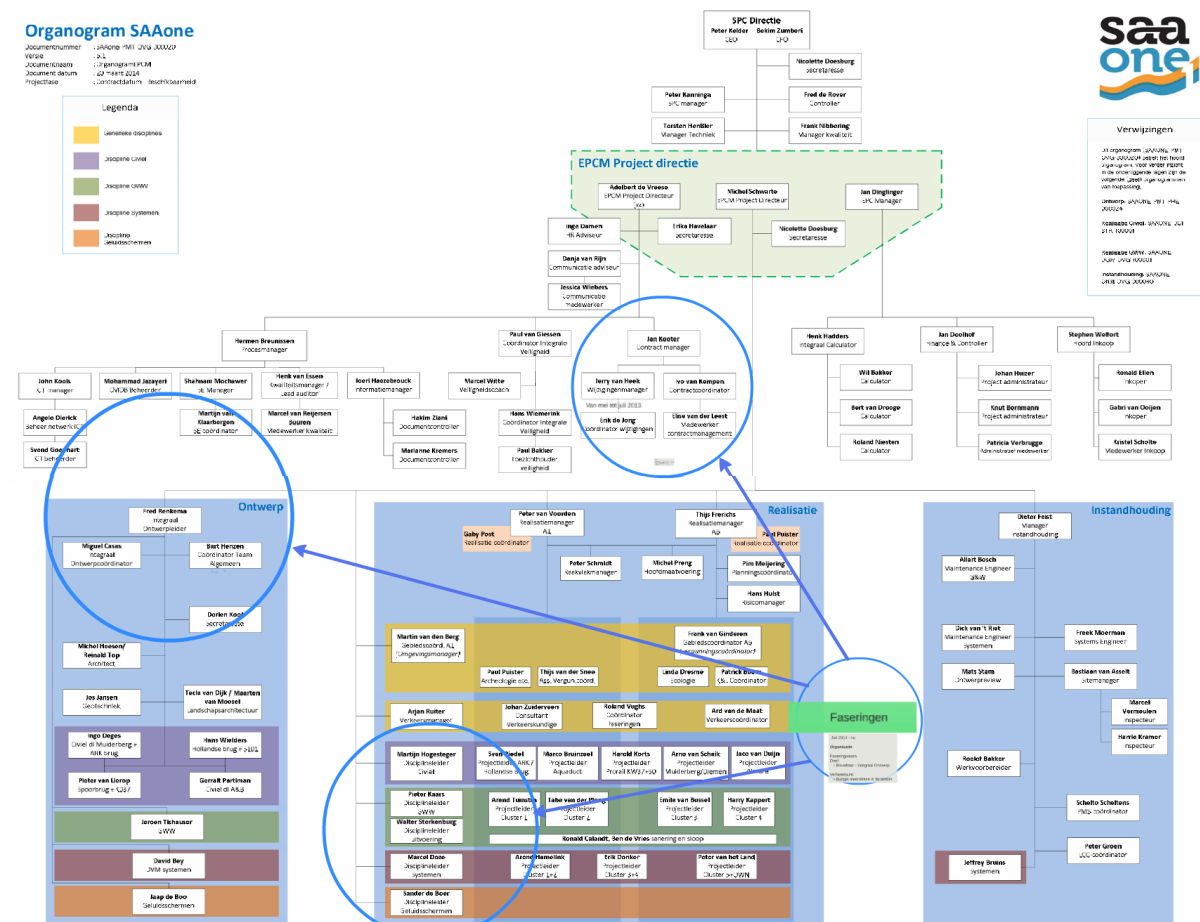


Figure 26: Project organization SAAone (Boskalis, 2014)

SAAone is divided into four Special Purpose Vehicles (SPV), also known as Special Purpose Companies (SPC). SPV's are intended to create legal entities and are used to isolate financial risks (PWC, 2011). The SPV's of SAAone consists of (Hochtief, 2016):

- SAAone Holding B.V.
- SAAone B.V.
- SAAone Maintenance B.V. (MCo)
- SAAone EPCM Bouwcombinatie v.o.f. (CJV)

Receiving finances and specific investment activities are also divided. Legally they are four separate companies, which means that if one company gets bankrupt, the other companies can still exist. In the project each company has specific objectives.

4.2 Case study: Project SAAONE

In this chapter the theoretical framework is validated against the practical analysis. First, the AIR for asset management are being explored. The establishment of the AIR is focused on the first research sub question. This is done by examining the perspectives of RWS on the information requirements and information needs for asset management. Second, the process is being examined. The process is focused on the second sub question of this research. It is the process from AIR resulting in an AIM that can be used for the client's asset management. This is done by exploring RWS's (the client) perspective on the process and the actual execution of the process by SAAONE (the contractor).

8.2.1 The ILS of RWS

The information requirements from RWS that are used for project SAAONE are described in a so called ILS (English: Employers Delivery Specification). The process of the ILS, to receive an AIM, is described in the following figure.

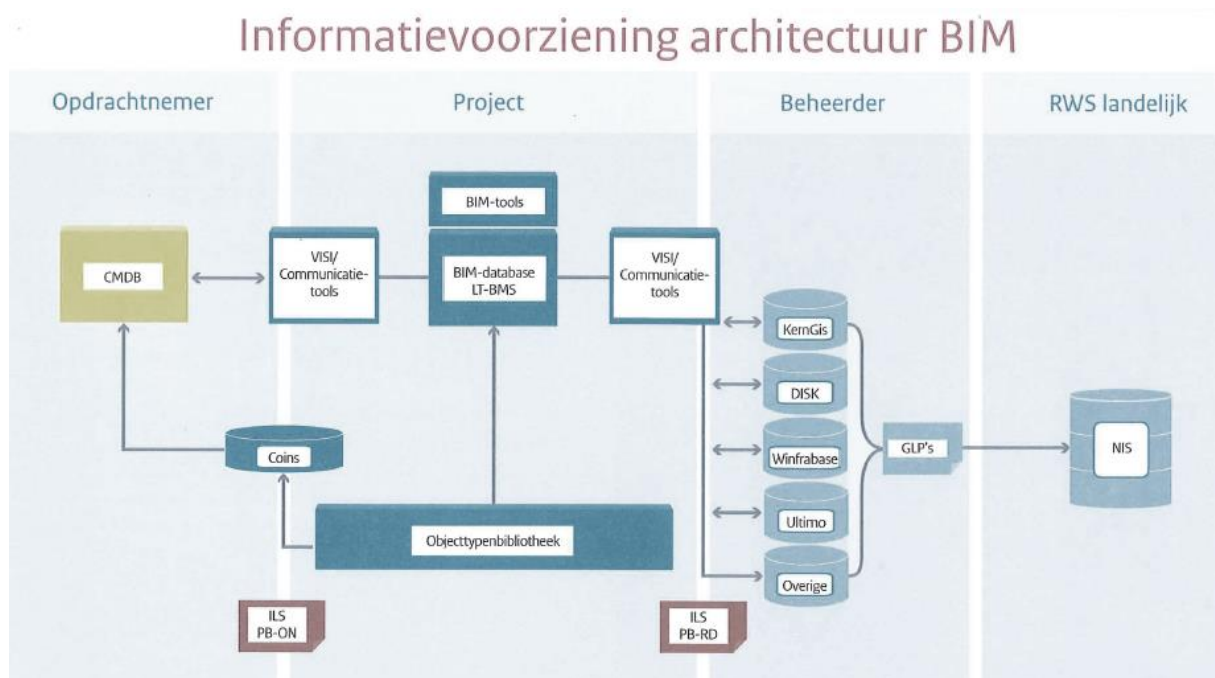


Figure 27: Process ILS (Rijkswaterstaat, 2013)

The ILS forms the connection of the exchange of information between the contractor and the project department of RWS. The ILS exists in two variants (Rijkswaterstaat, 2013). These variants are the contract document and the RWS agreements document. Both documents secure the information process between the contractor, the project department of RWS and the operation and maintenance department of RWS. The ILS contract document describes specification for:

- How information is exchanged
- What information is exchanged
- When information is exchanged

The departments procurement, contract management and technical management describes the ILS (Rijkswaterstaat, 2013). The ILS doesn't stand on its own, but should be used in combination with other BIM tools (Rijkswaterstaat, 2013). VISI is used for the workflow of the information process. COINS should be used for the content of the data. The Object Type Library (OTL) specifies the object type. The BIM database, based on the OTL is the product that will be used for asset management.

The information requirements described in the ILS can be found in IP's (English: Information Package). For each unique project a unique set of IP's are applicable. The IP's that are described in the ILS for Project SAAone are:

- IP1 Object information
- IP2 General Document Information

The IP's are all constructed in the same way, by the same subjects. The following subjects are described in IP's:

- Scope, goal and demarcation
- Required Process
- Required Format
- Information requirements
- Required Reports
- Required Documents

A detailed description of the subjects of these IP's can be found in Appendix E1. Next to the Information requirements described in IP's, the document properties also requires information. These properties are described as metadata. A detailed description of the metadata can be found in Appendix E2.

The Configuration Management Database (CMDB) is the database of the contractor used for configuration management. Configuration management is a systems engineering process for validation. This database is structured according to the specification in the ILS. In that way, each object in the CMDB is included as configuration item. The CMDB should be updated by the contractor.

8.2.2 The implementation of the ILS in SAAONE

In the DBFM contract the SAAONE consortium is responsible for the maintenance of the assets until 2042. During this period SAAONE is responsible for delivering the CMDB according VISI standards, which specifies what information should be delivered and when the information should be delivered. The database should be transferred through a COINS container.

The ILS plays an important role. The ILS sets requirements for the CMDB for the SAAONE consortium. Not only is it required by RWS to comply with the structure and content of this database, but the consortium is also obliged to work with these data for the maintenance of these assets. The following figure gives an overview of the relation between functions:

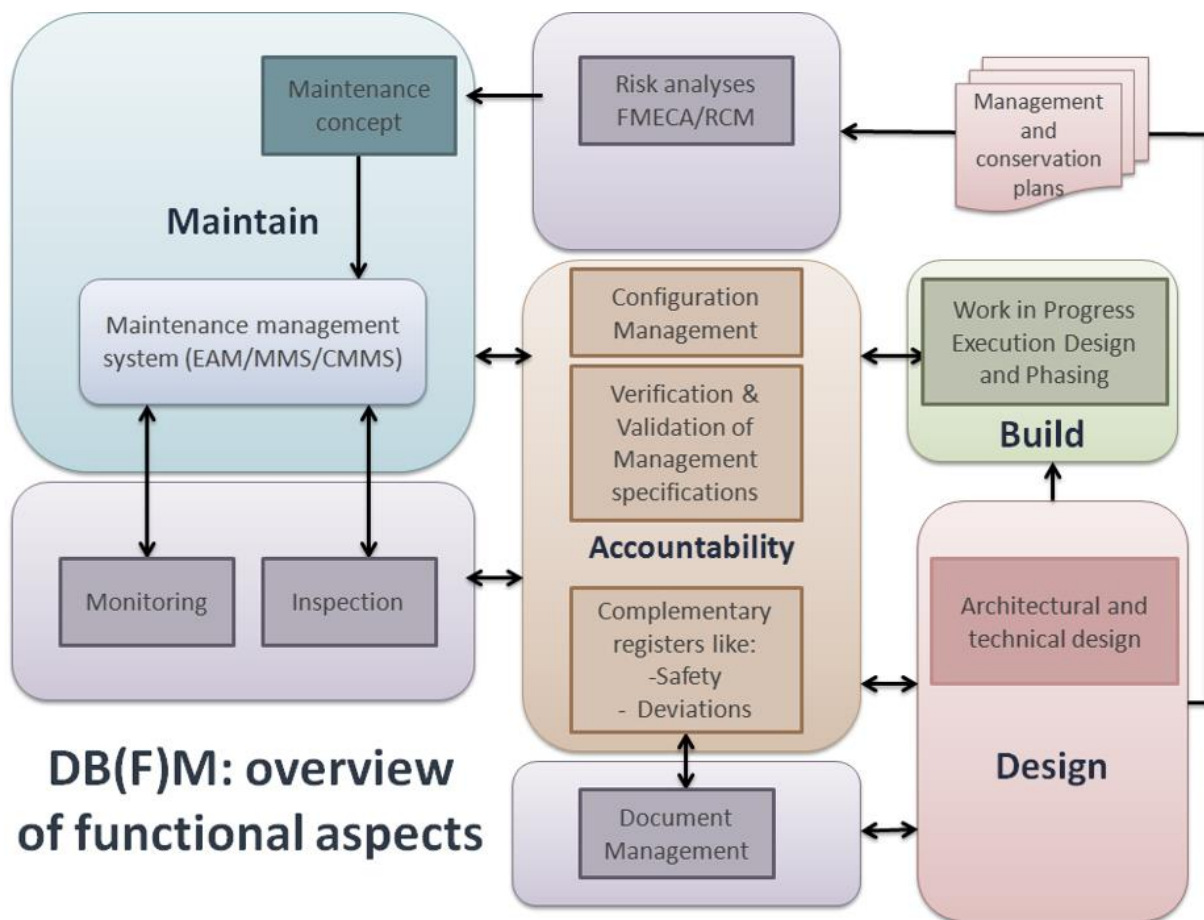


Figure 28: Overview interpretation by functions (Scheltens, 2015)

Each systems or computer programs have functional aspects that serves the lifecycle of the asset. The functional aspects are: Design, Document Management system (DMS), Risk analysis, Maintenance Management System (MMS), Accountability, Monitoring and inspection. The functional aspects are described for each system.

Design

In the design phase most important decisions are made for the availability and maintainability (Scheltens, 2015). In the design phase simulations are used instead of drawings. The software data flow chart is shown in the following figure.

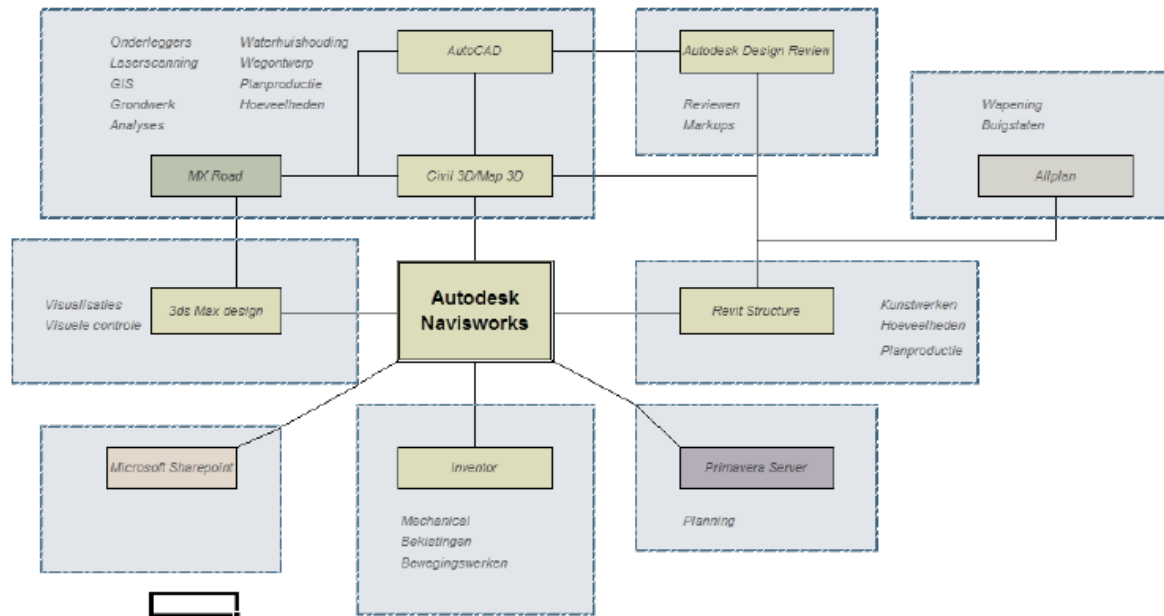


Figure 29: Software data flowchart for BIM Design (Scheltens, 2015)

Simulations are done by using primavera and drawings as input for Navisworks. The drawings consist of GIS applications and BIM applications. For civil constructions Revit, as a BIM application is used for quantities and production planning. Autocad, MX road and Civil 3D Map are used as GIS applications for roadway design, layers analysis, and Water management. Microsoft SharePoint is used to create deep links to documents from Autodesk Navisworks. For the design of project SAAONE Navisworks is the centralized application.

Document Management

Microsoft Sharepoint is used as a document management system (DMS) for project SAAONE. It is possible that documents are saved as docx, ppt, xlsx or pdf. It is related to the design and the accountability of the project. This way it is possible to create hyperlinks from Navisworks and Relatics to these documents. As described in ad. 3 of the ILS of RWS it is required that a CMDB is being delivered with hyperlinks to the documents in the DMS. It is also required that these documents in the DMS consists of metadata. These metadata can be found in Appendix E3. An important requirement for the DMS is that earlier versions of a document cannot be overwritten.

Accountability

Relatics is used as the software tool for the configuration management database (CMDB). It is used for the accountability of project SAAONE. In the database all contents of the configuration items are described regarding the project's design, build and maintenance. Here the meta data describes the configuration items.

Standards for configuration management, standards that are set by RWS in the ILS and contract documents determines the alignment of the design of the CMDB. This means requirements for the database conform OTL as well as requirements according the SBS. ISO 10007 is used at SAAone to develop the proces of designing the CMDB. It describes the configuration management process in five steps ISO 100007(2003):

- Planning
- CI's identification
- Adjustment CI's
- Status and administration
- Audit

After the CI's identification there is a baseline. From this starting point, this baseline is used for each phase of the project. In step 3 there is a so called Configuration Control Board (CCB), where key functions are involved in the adjustment of the CI's. In the status and administration phase, the content and the process of the CI's are set. From this point the ILS plays a role. It determines the content and the process of configuration management. Step five is needed to audit the configuration management process to retain the quality of configuration management.

In the planning and strategy, it is important to set the strategic goal of configuration management. For which purpose is the meta data of configuration items needed. There are different purposes for different roles. The strategic vision of the purpose of the data for asset management of RWS is not known.

The CCB is an important tool to involve key functions to adjust CI's that evolve during the process. Each role has different purposes. At this stage each key function can give their own input of how the configuration items should be adjusted. It is important to involve the key functions that are direct related to the configuration items. An important key function is the RD RWS, when the project is being handover.

The configuration item is a definition used in IT context and it describes the structural unit of a system. SAAone uses this definition for their project. The system is described as the whole project, which consists of units. All these structural units describe the project. An example of a configuration item is 'lamppost', but a lamppost itself also consists of a configuration item, like armature. The OTL is structured in the same way. The metadata that are required are specified in the ILS.

In the CMDB the defined work packages as described in the Work Breakdown Structure (WBS) of the project are included in the Relatics/BIM environment. The work packages are also used for systems engineering for verification and validation of the project. The information used for verification and validation, with KPI's, has effect on the real system or real assets as described in 7.3.2. Here the real system provides information to the information system. The relatics environment is part of the information system.

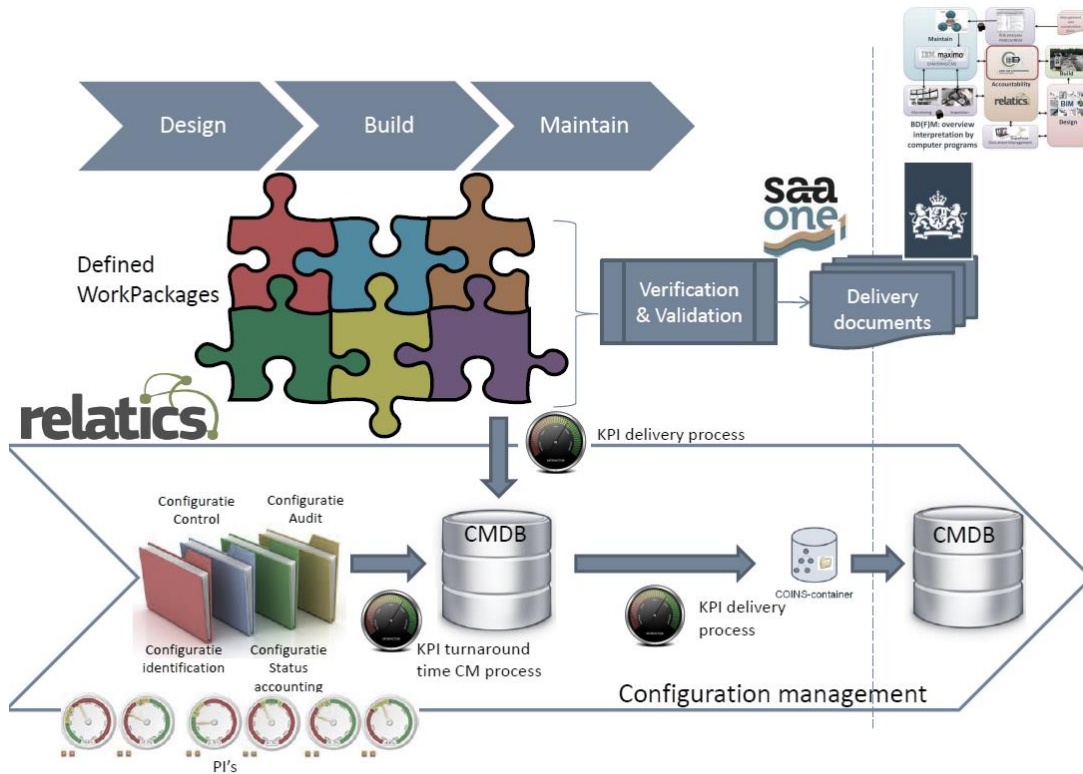


Figure 30: COINS delivery SAAone (Scheltens, 2015)

It is the CMDB that is being delivered to Rijkswaterstaat in a COINS container. The CMDB is used in a relatics environment by SAAONE. It contains information about performance indicators and work packages meant for systems engineering. The data is transferred to RWS. This data contains project information that is generated through the project and information that is required in the ILS. Occasionally SAAone delivers more than what is specified in the ILS, dependent on the relevance and the degree of confidential information.

The first COINS container has been delivered on January 9, 2014. This was the first BIM data transfer to RWS, that was done according to COINS and VISI standards. These data were built according to the structure of the OTL of RWS.

Risk analysis and Maintenance

The EAM software Maximo is used for the maintenance of the assets of SAAONE. Initially it is used as a recording and reporting system for maintenance and to verify executed job plans. The data, required for the maintenance of the assets is retrieved from the CMDB. In Maximo it is possible to create job plans for maintenance. For this, maintenance concepts, like FMECA and RCM are used. These are methods for the improvement of the maintenance management and the reliability of the system (Scheltens, 2015). Also monitoring and inspection data are used for the maintenance of the assets.

Maximo is also used to meet the performance requirements of RWS. The PMS of Gemba is integrated in the Maximo. This way the performance requirements set by RWS can be measured (IBM Software Group, 2015).

An important system requirement of RWS was that the EAM Maximo in combination with the PMS of Gemba functions conform the requirements. Without the capability of the system the project is not allowed to proceed (IBM Software Group, 2015). The PMS is an important tool for RWS to control the measurements of the performance.

Next to recording, reporting and verification of job plans the PMS also provides information regarding incidents in compliance with the information requirements set in the contract. In addition, the VVU model is integrated. VVU stands for 'Voertuig Verlies Uren' (English: Vehicle lost hours) model. With this information it is possible to register the lost hours of one vehicle or more realistic the loss of one minute of 60 vehicles when an incident occurs. The system also calculates the financial consequences of the VVU. Subsequently it is the task of SAAone to respond to these incidents, within a certain limited time as required by RWS. All these data are being collected in (financial) reports, which is being hand over to RWS every quarter. This enhance the transparency of the maintenance of the assets.

Monitoring and inspection

Information from monitoring and inspection is used for the maintenance of assets of SAAONE. Monitoring is used for preventing failures, faster troubleshooting and proactive behavior (Scheltens, 2015). For instance, in project SAAONE the traffic is being monitored with several DVM systems (English: Dynamic Traffic Management). This way, measurements can be evaluated and trends or failure analysis can be done.

Inspection is used for the measurement of the condition of the data. The inspection data are used as input for Maximo. The collection of this data is done through mobile devices. These data are then translated into production reports in the language agreed with RWS.

8.2.3 Asset Management RWS

In order to understand RWS's asset information needs, the position of RWS in the asset management hierarchy is explored. Also the translation from how they would like to use the AIM or OTL for asset management is an important issue for understanding the asset information needs.

Position of RWS in the Asset management hierarchy

RWS positions themselves at the tactical level of the asset hierarchy as described in 7.1.1. In theory, this means that their task is to optimize system performance of the asset systems. In this case for this research, this means optimizing program performance. The position of RWS in the asset hierarchy can be seen in the figure below:

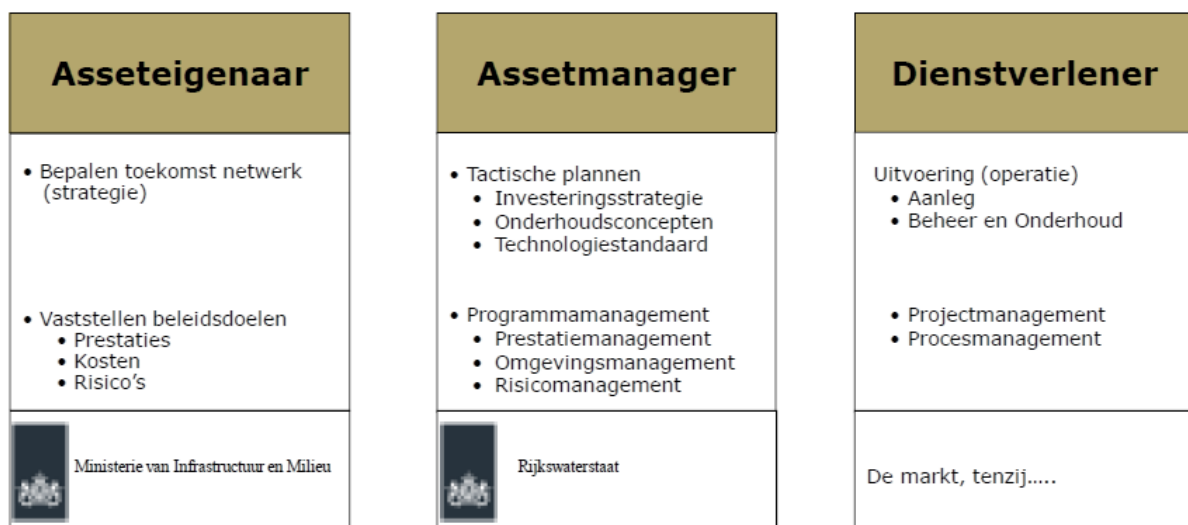


Figure 31: Position RWS in the Asset hierarchy (Velde, 2011)

As seen in the figure the Ministry of Infrastructure and the Environment claims the role of the Asset Owner. In the asset hierarchy they are positioned on strategic level. In theory this means that they are responsible for optimizing the value chain. Then they are responsible for optimizing the asset portfolio. In this case for this research this means optimizing the infrastructure portfolio. Two main tasks are described to reach these goals: Determine long term vision, regarding the value chain and establishing policy to control performance, costs and risks.

RWS is positioned at the tactical level. For optimizing system performance, RWS described two main tasks: tactical planning and program management. Technical planning is concerned with investment strategies, maintenance concepts and technology standards. The tactical level is called 'asset manager' by RWS.

The results of program management is that different projects are being managed parallel or sequential to meet a program's goal, which is different than portfolio management that is concerned with the whole portfolio (Nicholas & Steyn, 2012). Portfolio management is the task of the Ministry of Infrastructure and the Environment. To meet the program's goal, performance management, stakeholder management and risk management are used.

According to the figure, the service provider is positioned at the operational level. They are responsible for optimizing the asset. In this case that is the SAAONE consortium. They are responsible for optimizing the execution, operation and maintenance of the A1/A6 trajectory. The SLA between RWS and SAAONE should be fulfilled by SAAONE by translating it to functional requirements. As described in 8.2.2, work packages are verified and validated by RWS to evaluate these functional requirements.

However, in the DBFM contract the service provider is responsible for maintenance until 2042. After this period the maintenance of the asset is being handover to the regional service of RWS.

Asset Management and the OTL

The CMDB that is being transferred to the Project Management department of RWS will be part of the OTL. This means that the database contains all information regarding KPI's, inspection data etc. The documents in the DMS, as specified in the ILS are all part of this database.

The OTL is used for Asset Management on all levels in the asset hierarchy. This means that the OTL is the asset information that supports the other asset management groups as described in figure 7.3.

RWS describes roles instead of asset management groups. The roles are also described as type of users. These are:

- Management
- Engineers (Technische specialisten)
- Juridical
- General information (everyone)
- Contractors

In the case of RWS each role could be dealing with multiple asset management subgroups. Both, the asset management subgroups and roles, are supported by asset information. At RWS, asset information is structured into information groups. These are information for:

- Control management:
- Performance management:
- Construction:
- Asset management:
- Permits and enforcement:
- General information

Not only the information is structured in groups, but also the functionality of the information has been structured into the following subjects: watch, analyze and mutate. According to RWS, 80% of the information will solely be used to gain information, 15% will be used for analyzing the data and 5% to mutate the data (Arkesteijn & Verbruggen, 2016).

8.2.4 Asset Management SAAONE

The goal of asset management is to get the optimum performance from assets within acceptable risk at acceptable costs, measured over the entire life of the asset (Scheltens, 2015). The maturity of Asset management is dependent on the aspects time and organizational level.



Figure 32: Asset Management SAAone (Scheltens, 2015)

The integration of the organizational level and the time perspective of the asset determines the maturity of the asset management. However, RWS isn't mentioned in the integration of the organizational level. RWS mentions SAAone as service provider. The focus of Asset management is on maintenance management in the SAAone consortium, which corresponds to the vision of RWS.

4.3 Evaluation of the Information Requirements

In this chapter the evaluation of the first research question is evaluated. It examines the first part of the framework and the establishment of the information requirements.

The ILS is different from the information requirements as described by PAS 1192-2 (2013) and PAS 1192-3 (2014). Where the information requirements are divided into the EIR and the AIR, the ILS describes both requirements in one document. The AIR are described in the IP's (Information Packages) as part of the ILS. Process requirements are also described in the ILS.

The ILS used for project SAAONE is version D.1 (2013). It is described in appendix 9 part 3 annex 5 of the DBFM contract. Here IP1 and IP2 are described in the ILS. IP1 describes the object information. IP2 describes documents related to the objects. Both IP's data should be according to the OTL. In appendix E3 the requirements described in the ILS is compared with the EIR and the AIR in the framework of information needs.

According to the analysis, the ILS is a contract document between the project department and the contractor. The departments procurement, contract manager and technical manager are involved in establishing the ILS (Rijkswaterstaat, 2013). The requirements are set in essence by the project department of RWS. The AIR contains requirements for part of the whole asset management system.

The ILS contains information requirements determined by the project department of RWS. This does not mean that the information required by the project department is not intended for other departments, but it is unclear how the information is going to be used by other asset management roles in the asset management process. In example, the maintenance and operational department of RWS RD are not involved in setting the ILS. It is unclear how the maintenance and operational department is going to use the information required.

In the ILS the goal and scope of the required information is described. It is described that the information is needed for the asset management process. The asset management process is established by RWS. There is no maturity plan, which indicates that the intention of RWS is to choose for a top down approach, where all the information is asked for the whole asset management process. Determining information needs for the whole asset management process, without a maturity plan is a great challenge. RWS chose to use the old EAM system to structure the information. The ILS as well as the asset management process is not clear in terms of asset management subjects and roles.

The relation between the asset management process with the asset information needs and the asset information requirements are unclear. Also, the scope and the roles in the asset management process are not determined. Therefore, it is unclear for what asset management subjects and roles the information is needed.

The asset management roles on tactical level and on operational level, described by the New South Wales Treasury (2004) are: Asset disposal, Asset operations, Asset maintenance, Asset Renewal, Project development and Project execution. The asset

management roles are assigned to RWS itself and the SAAone consortium. The strategic role and the information needs in the asset management process is unclear. The Ministry of Infrastructure and the Environment is part of the asset management process, according to ISO55000 (2014). According to RWS, the Ministry of Infrastructure and the Environment is the asset owner (Velde, 2011). They are responsible on strategic level to create value from assets. The asset information requirements in relation to the strategic asset management process is unclear.

When describing the roles according to the New South Wales Treasury (2004) SAAone is responsible for project development, execution and asset maintenance, which is on tactical level and operational level. RWS is responsible for the other part of the lifecycle of the asset on tactical level, which is: Asset disposal, Asset operations and Asset Renewal. The role of the asset owner, that is the Ministry of Infrastructure and the Environment, is on strategic level. Described by the New South Wales Treasury (2004) as: Capital, Strategic planning and capital works planning.

According to RWS the Ministry of Infrastructure and the Environment is on strategic level. RWS is on tactical level and the service provider or contractor is on operational level in the asset hierarchy. The figure in 8.2.3 clarifies the asset hierarchy.

According to RWS maintenance is assigned to the contractor. RWS acknowledge that there are situations that not the market is responsible for project implementation and maintenance. In a DBFM contract SAAone is responsible for project implementation and maintenance of the project. After 25 years RWS is responsible again for the maintenance. This means that after 25 years, operational roles are assigned to RWS again. There is an awareness that the roles of the contractor and the roles of RWS could vary.

Both RWS and the SAAone consortium are responsible for tasks assigned to asset management roles on tactical level. In practice, the goals and scope of RWS are not aligned to the goals and scope of SAAone. Consequence is that information required by RWS in some cases could not be used by SAAone in an efficient way, for instance for their PMS. Therefore, it is important to make a clear line of sight for every member of the whole asset organization, including the contractor. This could be done by including key functions to create a goal and scope on strategic, tactical and operational level. According to the analysis of the ILS there are items missing comparing the EIR. One of these items as described in the EIR is 'training'. Training regarding the IT environment around configuration management and the CMDB is not required in the ILS.

Another item is the 'level of detail'. In the ILS the requirements for a level of detail in the form of accuracy for GIS data is missing. Also the LOD for delivering 3D BIM data is not required in the ILS. Therefore, the level of detail at certain stages in the form of data drops is not explicitly mentioned in the ILS. The LOD could be established together with the VISI framework and the SBS of systems engineering for delivering accurate models at certain stages.

An item that is not implemented in the ILS is the BIM competence. BIM competence requires information about the experience of the contractor with other suppliers, before initiating the project. Therefore, the supply chain with subcontractors should be well established. Also the client should be provided with information about the workload and resourcing, regarding BIM.

4.4 Evaluation of the process

In this chapter the evaluation of the second research sub question is being evaluated. The AIM should be the product of the AIR. In this case study the information model conform OTL, should be a product of the ILS. The ILS is an important tool to provide a database conform OTL, which could be used for the whole asset management process. This means that the OTL is not only used by RWS, but also by other organizations who are part of this asset management process. In this case that is the SAAONE consortium. An information model which could be used by anyone, without reproducing information. Asset management could be the tool to streamline this BIM process and prevent loss of information, which is described by the Global Forum (2014).

However, in practice the process of project SAAONE experiences interface problems internally as well as externally. Because the ILS is a tool of the client, in this case RWS, the problems are described from the perspective of RWS. These are described in the table below.

Table 4: Overview evaluation of the process

	Internal	External
Process	1) CMMS not fully developed yet 2) IMBOR not used, because of old software systems have other requirements	3) SBS vs OTL and level of detail (PIM vs AIM) 4) Reliability of data 5) Performance data 6) RWS OTL and CB-NL 7) Training

1. Computerized Maintenance Management System (CMMS)

The database received from the ILS is not compatible with the current CMMS's of Rijkswaterstaat. The process of the exchange between the database and the CMMS is described in 8.2.1. The current CMMS's still depends on old databases, with their own required properties. An example of the own required properties are coordinates. Here, the old CMMS decides what information is needed, while it is desirable that the new CMMS can facilitate the information required.

Another problem of this situation is that the functions of the old CMMS's are different than is required. These functions are not required in the ILS. There is an internal technical interface problem where the required specification in the ILS doesn't support the current CMMS's.

The applicability of the database is limited to receiving the data conform the OTL. It is also limited to the project management department of RWS. In theory, the database is meant for the whole asset management process, which means including the maintenance regional services of RWS. In practice this is meant for project management purposes, where received information is being validated to the required information. In that sense, delivering the COINS container with information conform the OTL can be seen as a success. However, the use of this data for CMMS's experiences problems.

Currently RWS is developing the 'Areaal Informatievoorziening RWS' (English: Areal Information Service, AIS) which will replace the use of the old CMMS's (Bruinsma & Burgerhart, 2015). The AIS will provide demand aggregation for the whole maintenance department of RWS. KernGIS, Beheerkaart Nat, Disk and Ultimo will be used as an integrated system in AIS. These integrated systems, that is the AIS, will be designed, so that it will fit with the requirements of the OTL.

The AIS will not only be designed so that it will fit with the requirements of the OTL, but also with the requirements of asset maintenance management as described in 8.2.3.

2. IMBOR

One of the reasons IMBOR is not used, is because of these old systems of RWS. The data of these old systems cannot handle the required specification of IMBOR. Moreover, the data of these systems are not compatible with the requirements of BGT 1.1.1(2013). Therefore, the source cannot be delivered by RWS. At this moment 26 source holders have delivered their source for the BGT. That is 31% of the total source holders. RWS is an important source holder for the BGT, but are not part of this 31% source holders (SVB-BGT, 2016).

IMBOR requires other CMMS's, which means another way of working. The AIS will be used to replace these old CMMS's. According to RWS, the AIS should solve this problem.

3. OTL and SBS

In SAAone there is a distinction between information management and configuration management. Configuration management is seen by SAAone as the information that is part of the system, which consist of configuration items. Information management is management of the information that is outside of this structure. The OTL is part of the structure and has therefore a direct relation with configuration management.

The System Breakdown Structure (SBS) is set by RWS and describes the object tree of a unique project. The OTL (contract) is the starting point of the configuration management used by SAAone. SAAone is responsible for the development of the CMDB. Next to the OTL there are other configuration items. For example: activity, planning, risks etc. Meta data determines the content of the configuration items. Some of these configuration items are set by RWS in the ILS.

There is a mismatch between the SBS and the OTL. The SBS is developed from the project's perspective and its uniqueness. This model can be considered the PIM. The OTL is developed from the client's perspective and its uniformity. This model can be considered the AIM. As well as for the framework and in practice there should be a mapping between the PIM and the AIM. However, as well as in the framework and in the case study, the degree of the uniqueness of the PIM can be discussed. For instance, it is possible that a PIM could contain a percentage of unified data and percentage of unique data. Therefore, the SBS could be mapped for a certain percentage with the OTL.

4. Reliability of data

Configuration items are partly determined by the OTL. The configuration items are structured in a way conform the OTL. It is the task of Project SAAone to determine these configuration items. There is a problem regarding the detail level of the OTL.

For instance, 'roadway' has five configuration items, those are five lanes. Each lane is divided in configuration items of one km. This means that the CMDB of a 5 km roadway contains 25 configuration items. The configuration items are static established. This means that if there is a certain maintenance task for a part of a roadway, that covers a maintenance areal of 1x1 meter, could mean that four configuration items should be altered. This is the case if the maintenance task interfaces with these four configuration items. From maintenance perspective of SAAone it is not efficient to actualize four configuration items, because the problem lies on one maintenance tasks. This also means that the configuration items should be actualized data, which means more work. It is also not clear why the detailed information, according to the OTL is needed by the client.

5. Performance data

The performance data is required in the ILS. The purpose of setting configuration items for the performance data is not clear. SAAone is still obliged to structure information according to the OTL, while the purpose of structuring the data from performance management perspective is unclear. It is not clear if the performance data is required for the PIM or for the AIM. And if it is required for the AIM, it is not clear why the performance data should be structured according to the OTL. It is questioned whether or not all configuration items are needed for performance management.

6. Updates RWS OTL and CB-NL

The requirements for the OTL changes over time. SAAone is the first project where a project has been procured with the ILS contract document that is included in the DBFM contract. The ILS version that has been procured for SAAone is version D.1.

Version 1.2.1. is a developed version of version D.1. In ad 2 of this contract it is described that RWS is obliged to deliver an updated OTL each year. After the delivery of the updated OTL the contractor is obliged to update their CMDB (Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016).

There is a difference between the first contract document and the developed contract document. Ad. 2 is not included in the first contract document. This means that if the OTL is being updated, SAAone is not obliged to coop with the updated OTL version. The update is a problem assigned to RWS.

In the developed contract document the update is a problem assigned to the contractor. When changing the OTL, the CMDB of the contractor has to change as well, which causes significant costs for the contractor. This is because the CMDB is connected to different disciplines in the consortium. A tool that is used is the impact analyses, where the contractor shows the impact in costs to RWS.

In both contract documents there is a problem of handling updates. The difference between the contract documents is the responsibility of the problem. CB-NL is not implemented in SAAone, which means that the OTL of the contractor should be one on one with the OTL of RWS.

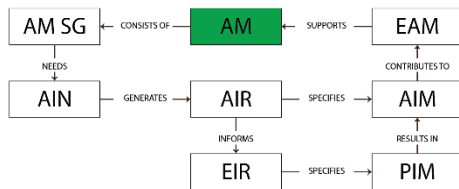
7. Training

The OTL is a relative new development. Training, regarding COINS, is provided by BIM LOKET. However, the SAAone consortium experiences difficulties regarding OTL. There is no training provided regarding the OTL. At a detailed level it is unclear what is required according the OTL. The OTL is sometimes specified in detailed subtypes, that is not applicable for a unique object. Currently SAAONE consortium is approaching RWS directly to link their data to the AIM conform the OTL. However, this approach is cumbersome.

4.5 Case study analysis and results

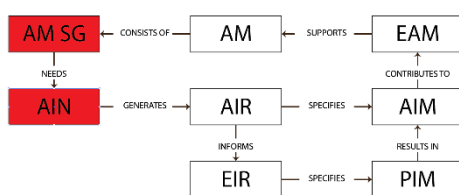
The results of the process and the content of the ILS retrieved from the case study is being analyzed to the theoretical framework. The case study has been done on the basis of face-to-face interviews and analysis of documents. The analysis and results are described below.

Asset Management



Value and line of sight. Theoretically RWS is aware of the two important fundamentals of asset management, which are value and line of sight. According to RWS, the ministry of infrastructure and the environment is the asset owner and is positioned on strategic level. Also at this level value is created and is therefore part of asset management. The coordinated activity to realize value from assets is assigned to RWS itself. Also, RWS is aware of the role of the contractor in the asset management process. The roles could vary dependent on the tasks that RWS assigns to the contractor. The link between asset management subjects and roles should still be developed and determined. AM should also be implemented in the organization.

Asset Management roles/subject groups and information needs



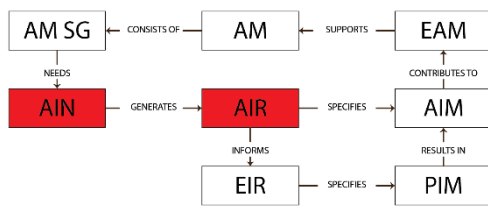
No value chain, separate departments. From the Asset Management perspective, the Project Management department and the maintenance region districts of RWS should be part of the same lifecycle of the asset. Initiating a project to develop an information model is also important for the

maintenance department of RWS, when looking at the lifecycle of the asset: Acquire, operate, maintain and dispose. Acquiring an asset should be done by PB RWS, while maintaining should be done by RD RWS. In reality these are two separate departments which perform their own policy.

Value is being created separately in each single department of RWS and not complementary. The departments are not linked to each other in the asset management process. In the case of SAAone it is the PB of RWS that procures the ILS. Other key functions in the asset hierarchy are not involved in this process to create an AIM for asset management. Consequence is that an information model is being generated that is not useful for the maintenance by RD RWS.

The focus should not be about division of departments, but about the roles in the asset hierarchy that has to be assigned to perform asset management. The problem of focusing on the division of departments is that the line of sight is not clear and the departments objective will be more important. The line of sight should be clear for every member in this asset management process.

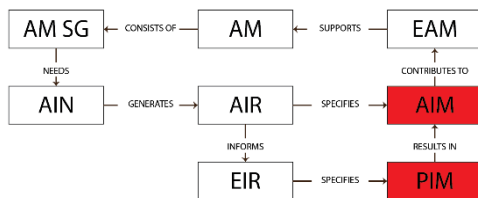
Information needs and information requirements



Top down instead of bottom up. For the SAAone project RWS the information requirements set in the ILS are not established on the basis of asset information needs. RWS used a top down approach, where information is gathered as much possible and then is broken down into categories

that is useful for certain asset management roles. Then a BIG BIM model is created, while the purpose of the information is not clear. Consequence is the search for optimizing the design of the OTL, which means that many updates are needed during the process. The bottom up approach sets the ILS on the basis of information needs. This way the OTL has a direct purpose for asset management of RWS. Also, the AIM is being structural developed into a BIG BIM model.

AIM and PIM

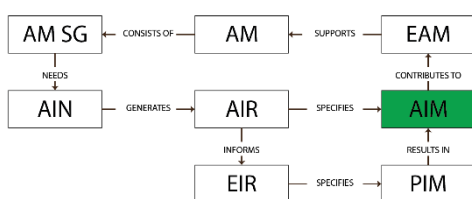


No distinction between AIM and project information. The difference between the AIM and the Project information is not clarified in the SAAone project. The project information and the information intended for the AIM are both part of the same CMDB. The information requirements are

set in the ILS. The ILS describes IP1 and IP2 for the CMDB of SAAone. More information is being generated than is required in the IP's. This information is also part of the CMDB. Because the difference between the PIM and AIM is not clarified, it is not clear what information needed, according to the AIR and what information is needed from the information that is being generated from the project. The mismatch of SBS and OTL is not clear because of the absence of the distinction between the project information and the AIM.

It should be clarified that the information that is being generated from projects should be part of the project information. The project information is important for the consortium as well as for the client throughout the primary processes of the project: design, engineering, execution, maintenance. It should be clear that the project information should be intended for supporting the project and for verification and validation towards the client. It is based on the uniqueness of the project. The AIM should be intended for supporting the Asset Management of the client. This should be based on the uniformity of assets. Therefore, the AIR should be set. This way the mismatch can be acknowledged and reduced by seeking for the common denominator.

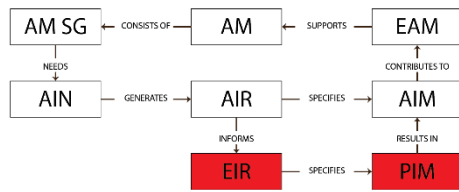
AIM and maintenance



COINS and OTL. The data conform the OTL is required and specified in the ILS. The data exchange process from the information that is required to the information that is received is done through COINS, the neutral environment for data exchange. In practice the data is actually being received by the client. Received information could be validated by RWS. The data could

also be validated against the established OTL. The development of the OTL itself must be brought into attention. The required information can then be used to perform asset management.

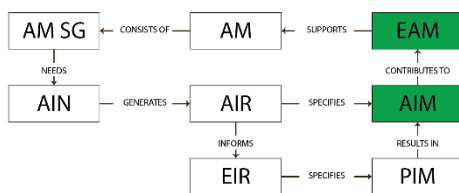
Employers information requirements and project information model



SBS vs OTL. There is a mismatch between the SBS of the project department of RWS and the OTL that is required. The SBS is focused on the uniqueness of a project and needed for the PIM. The contractor could capture the information, while developing the project. They could also use this information for

developing a project. The OTL is focused on the uniformity for the asset management of RWS. The degree of uniformity and the degree of uniqueness could be established. On the other hand, CB-NL could be used to link the libraries. Then it is possible that the contractor could use their own PIM conform their own OTL linked with CB-NL. The technical implementation of CB-NL is currently at a developing phase.

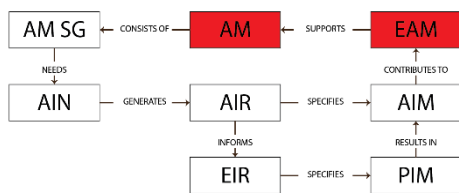
Asset Information Model to EAM systems



COINS API makes it possible to facilitate the information from one EAM system to the other EAM system. In this case the 'Relatics' environment of SAAONE with deep links to the documents could be mapped with the EAM system of RWS. Currently the COINS containers is being delivered using the

COINS API. Theoretically the AIM received by the client could be mapped to the EAM systems of the client. However, the EAM is currently under development and is therefore not mapped yet.

Enterprise Asset Management System and AM



No compatible developed EAM. The AIM received is currently not compatible with the client's current asset management. Currently the AIS is under development. The AIS will combine information demand as a whole integral system of RWS. A change in the object tree in the OTL based on the

AIS requirements is possible (Bruinsma & Burgerhart, 2015). This means that change in the OTL could be due to requirements in the AIS. With COINS API it is possible to map the AIM to the EAM systems. However, the EAM system isn't fully developed yet and therefore the AIM is currently not being mapped by RWS to their EAM systems.

4.6 Intermediate conclusion

SAAONE is one of the first projects where requirements for an AIM is outsourced in the Dutch infrastructure roadway industry. When looking at this BIM process, the data required from the client was based on the old EAM systems. The old EAM systems are not conform the current asset management process and not conform the AIM that is being delivered. Therefore, there is currently a mismatch between the EAM system and Asset management and between the EAM system and the AIM. AIM is received according to the AIR, however because of this mismatch, the AIM cannot be used currently. RWS is developing AIS to achieve this compatibility with the database conform OTL on the hand, on the other hand to be compatible with their current asset management process.

The top down approach is a consequence of structuring data of old EAM systems. This means that the data is being structured conform their AIM. Consequence is that data that doesn't have a purpose for the current asset management process is also part of the AIM.

Asset management is the coordinated activity to realize value from assets, according to ISO55000 (2013). This means that each department can contribute to realize value from assets. Value and the line of sight are mentioned as an important fundament of asset management. RWS is aware of these fundamentals. However, implementation is lacking.

In the case study there is tendency of separate departments, while collaboration is needed to realize value from assets. Value is being created separately and not uniform. The project department is concerned about the project, while maintenance department is concerned about maintenance. Both are focused on goals for their department instead of focused on the value of the asset. This is also the case when establishing AIN. Key functions from maintenance departments were not involved.

The framework shows that several aspects are progressing to develop. The framework can determine the maturity of the BIM process and it can identify where the focus of the development should be. For instance, when receiving an AIM that could not be implemented in the organization has several causes. A cause for this case is the establishment of the asset management process, involving key functions for establishing information needs and the compatibility of the EAM system. The framework helps identify the causes.

5. Phase D: Internal validity, expert reviews

5.1 Structure and set up

For the depth of the qualitative research and for the validation of the single case study an in depth face to face interview is conducted. The interview elaborates on the single case study, where the holistic method is applied. It is characterized by the unstructured and open way of data gathering to generate a general idea of the object as a whole (Verschuren & Doorewaard, 2010). Therefore, the in depth face to face interviews are conducted as open interviews to generate the idea of the research object as a whole.

An unstructured interview has benefits for an understanding in an not fully developed experienced process (RWJF, 2008). Thus, it allows the researcher to let the respondents talk about a certain topic, which the researcher can use to test his preliminary understanding of the topic. In this case it is about the in-depth knowledge and understanding of the theoretical framework. It also allows the researcher to gain new insight on the understanding of the theoretical framework. (RWJF, 2008).

The goal of this interview is to gain an in depth knowledge in the established theoretical framework. Therefore, the topics of the framework will be used to guide the interview. Dependent on the role of the respondents the topics can differ from each other. The following topics are based on the theoretical framework and are used for the interviews:

- Asset Management and asset management roles
- Asset Management roles and asset information needs
- Asset information needs and asset information requirements
- Asset Information Requirements and Employers Information Requirements
- Asset Information Model and Project Information Model
- Enterprise Asset Management System

For the in-depth review of the single case study, two target groups are established. The intention of the face-to-face interview of these two target groups is to get different perspectives, regarding the topics. The two target groups are: Client and the contractor. Because the research is from the perspective of the client, the lifecycle of the assets is also from the perspective of the client. In asset management terms both the client and contractor contribute to the lifecycle of the asset. The client in this perspective is the target group that specifies and receive an information model.

For the set-up of the interview, the interview check-list, described in appendix F is used (Stanford University, 2003). For determining respondents for the interview, the topics of the theoretical framework are used. The respondents are key informants of the process and have in-depth knowledge of the topics described in the framework. The recorded interviews are transcribed and can be found in appendix G.

Transcription of recorded audio has advantages. One of the advantages that is relevant for this research is that the transcription can help counter accusation of a biased view of the researcher (Bryman & Bell, 2011). Also, the data is made available for public use and therefore for other researchers. This data could be used to evaluate and reuse the data for further research (Bryman & Bell, 2011). The advantage for the researcher is that the transcription could be used for categorizing into topics. The disadvantage is that it could be time consuming.

The topic is reviewed and brought into perspective by respondents of the two target groups: client and contractor. The respondents are categorized and can be found in the table below:

Table 5: Respondents expert reviews

Perspective	Function	Organization	Name	#
Contractor	PMS coordinator	SAAone Consortium	Schelto Scheltens	A
Contractor	Systems engineer	Besix	Jeroen Honig	B
Client	Information manager	Municipality of Amsterdam	Joseph Steenberg	C
Client	Advisor Asset Management	RD Rijkswaterstaat	Bart van den Heuvel	D
Contractor	Systems engineer	Hochtief	Kenzo Oijevaar	E
Client	Senior advisor BIM	GPO Rijkswaterstaat	Mick Baggen	F
Client	BIM coordinator	Municipality of Amsterdam	Michiel van der Post	G
Client	Asset manager Infrastructure	Municipality of Rotterdam	Olivier van Herck	H
Client	Project leader BIM	Rijkswaterstaat	Martijn Arkesteijn	I
Contractor	Configuration manager	Boskalis	Mohammad Jazayeri	J
Contractor	Design manager	Volkerinfra	Bas van Loenen	K
Contractor	Configuration manager	Noaber18	Kaveh Hemati	L
Contractor	Project control	Royal Haskoning DHV	Nils Eekels	M
Contractor	R&D manager BIM	Strukton	Renzo van Rijswijk	N

There are seven respondents from client's perspective and seven respondents from contractor's perspective. The respondents are determined according their relevancy and their role in the current development of the BIM process and are all related to the establishment of an information model for asset management.

5.2 Interview analysis and results

Asset management

The degree where asset management plays an important role in the development of an information model is considered very high. However, there are a few challenges for implementing asset management in the organization, which is important for the development of an information model for asset management. Challenges of implementing asset management are related to: Scope determination, maturity plan and people.

1. Scope determination

The scope of the client's asset management is not clear. According to participant A, asset management should be focused on the whole value chain. The lifecycle of an asset is considered the main subject of asset management. Related to the asset management subject groups, described the Institute of Asset Management (2015), the subject group 'lifecycle delivery' is pivotal. In infrastructure projects a strategic plan for 'operation' is nowhere to be found. There is no clarity of the purpose of the required information. Information is produced for the client, but there is no link to the asset management process of the client.

Asset management is dependent on the perspective and the scope. It could be stated that in practice the term 'asset management' is used as: 'managing assets throughout its lifecycle'. Every member in the organization at some point in the lifecycle has the responsibility of the managing the assets. The challenge is not focused on the definition itself, but on the scope of this definition for defining asset management roles.

'The scope determines the interest of the asset for asset management (Participant E)'

For the contractor the lifecycle of an asset ends, when the contract ends. For the client it depends on the scope, when the lifecycle of an asset ends. The scope could be from delivering the asset to the end of life of the asset. The scope could also be put in a broader perspective. For instance, the client can broaden his scope to the interest of the resources of the material of the asset. When outsourcing the construction of the asset, the client should require in the contract to take the material of the asset into account. It is even possible that the scope is so broad, that it is also concerned about the labor conditions of gaining resources. Therefore, also the amount of stakeholders increases, when increasing the scope. The scope determination is important to establish the asset management process.

2. Maturity plan

At this moment the maturity of asset management is in an early stage. According to participant A, the latest form of asset management maturity is considered, when the client presents himself as the asset owner that has an integral organization and has a long term vision on creating value from the lifecycle of the asset. At this moment the client is considered not having a long term vision on assets in contracts that are outsourced for a 25 years DBFM contract. Both the client as the contractor acknowledge

this. Usually the vision on the lifecycle of the asset is limited to the 25 years' maintenance phase, which means that the role of the client overlaps with the role of the contractor. The contractor, in the case of a 25 years DBFM contract, is also concerned on the 25 years' maintenance of the asset. Participant F commented that the client still has the responsibility towards the Ministry and the civilians for the asset. After the 25 years' maintenance it is unclear what is going to happen with the asset. At this moment asset management is not matured, regarding the timespan of the asset. Moreover, a vision on how to mature asset management is not present. Therefore, participant C argues:

'You have to start somewhere, if you make it too big, then it will not work (Participant C)'

Asset management cannot be matured instantly, because it has to be applied on an existing organization. Moreover, the costs that are made for the project has to be justified. If the whole organization has to be involved, the process costs will increase extensively. However, there should be thoughts about how the organization wants to grow to that level of maturity. A possibility is using a model, where in every next step an evaluation with key functions is made of the current status of the asset management maturity level and a plan for the next step for maturity of asset management.

Participant I argues the opposite. Asset management cannot be operated when not involving the whole value chain. Asset management tools as FMECA for identifying failures in the process could not be used. Also asset management is about the line of sight where every member of the organization is involved with, also the departments on strategic level. Participant F argues that the old IT landscape is based on these maturity levels. However, up-scaling it with a model described by participant C is a great challenge, because every organization is organized in a different way.

3. People

Implementing asset management has influence on people. It isn't the technology that decides the success of an information model for asset management, but the people working with and on the information model. Digitizing information for asset management means a change in old practices of people into new practices. The challenge is to take people on board. The problem when implementing these new practices is the unknown situation. People do not know what to expect from an information model that changes their old practices. It is unclear and too abstract.

'People will get involved when they recognize when it is needed (Participant F)'

This causes a vicious problem, because to create a model for asset management, the needs has to be determined. On the other hand, the needs can be determined by involving people. However, the people would rather know how an AIM would look like.

Asset management subject groups and roles

The scope of the asset management roles within the organization of the client and the contractor are also considered important for determining asset management roles. Asset management roles are strongly influenced by its context. The challenges for assigning asset management roles are: Contract and incentives and shift in roles

4. Incentives of contracts

The type of contract is mentioned as an important context for establishing the roles of asset management. In a design and built contract, the interest of the contractor for the lifecycle of the asset stops after the project has been built by the contractor. The same goes for a DBFM contract, where the contractor is only responsible for maintaining and not for operating.

The contract plays an important role. When there is no incentive in the contract to take a long term vision into account in a DBFM contract, then the contractor doesn't feel the need to take long term decisions into consideration. Long term decisions are tasks of the client. The same goes for the design and built contract. If it is not specified in the contract to take maintenance into account, the contractor doesn't have an incentive. Then the contractor doesn't feel the need to take maintenance into account, unless specified in the contract.

'There is no mechanism to look beyond the scope of the contract (Participant E)'

When outsourcing asset management roles, for instance 'asset maintenance', it is important to know what kind of contract is taken into consideration. In addition, the client is still responsible for their assets even when an asset management role is outsourced. Unless described in the contract, the scope of the contractor stops when the project ends. If the client wants the contractor to take decisions based on a long term strategy or take other asset management roles in the organization into account, then there should be a mechanism or incentive in the contract. The client should also validate the role of the client. Therefore, the client can use penalty mechanisms, where the contractor gets a penalty when not meeting the performance requirements, when operating the asset for 25 years in a DBFM contract. Therefore, a contract should contain incentives to comply with the asset management of the client.

5. Shift in roles

Traditional contracts are replaced by other contracts, like DBFM. This means a shift in roles. Now, the contractor has more roles assigned to the asset. He is not only responsible to build, but also for design, finance and maintain. However, for the contractor a DBFM is still project based.

'For us, an integrated contract is still project based. We're not dividing the project based on the life cycle of an asset (Participant B)'

Not only more roles are assigned to the contractor, but also the relation with the other asset management roles of the client are changing. It is important to take the relation with other asset management roles of the client into account when shifting roles of the contractor.

Asset Information needs

Determining asset information needs is considered as an important aspect for creating an information model for asset management. However, this aspect seems to have the greatest challenges in the process. Challenges that have to be taken into consideration are: Aligning needs and dynamic information needs.

6. Aligning information needs

Aligning information needs is a great challenge, because of the following aspects: clients' client needs and contractors' contractor needs, internal separate departments, external information needs and types of objects.

A client that is outsourcing a project, usually has their own client. Determining asset management needs start at the top of the asset hierarchy level. The contract that is being outsourced by the client has restrictions on their own. This is because the client has to take the clients' client needs into account. Usually the clients' client is on political perspective. This could for instance be about money reservation or climate conditions, which will have influence on the contract. Therefore, asset management roles on political perspective should be aligned with the asset management roles on the perspective of the contractors' contractor.

'The client can use incentives in the contract, but it is usually determined by the incentives of the clients' client (Participant E)'

According to participant F, one of the reasons is the different kinds of cash flows. He argues that a public organization, like RWS, should be one agency. However, there is a political issue, where accountability of the cash flow is important. Life cycle thinking is not tangible. Organizational change on political level is therefore necessary. For assigning asset management roles, the whole organization should be involved. The most important reason is that every member in the asset hierarchy can have influence on the information assigned to the asset. In this case the client's client needs has influence on the clients' contract with the contractor. In turn, the contract of the contractor has influence on his sub-contractor. Therefore, the information needs should be aligned, where information needs of every member in the asset hierarchy should be taken into account.

Another problem for aligning the information needs is the phenomenon of the internal separate departments of a public organization. In terms of the lifecycle of an asset there are two separate departments within the organization of the client: project development and project operations and maintenance.

'We have a department for projects and department for maintenance. We have the same goal, but a different focus (Participant D)'

Often there is a mismatch between these organizations, regarding the establishment of information needs. It is considered as important with these kinds of projects that both parties will get involved in establishing information needs. Moreover, a clients' maintenance and operations department can have islands on their own, where the focus of handling assets are different. According to participant D, there should be the question if uniformity is desired or acknowledgement of separate departments is desired. Then, different information models should be managed.

According to participant C, aligning information needs gets more difficult when more external parties are involved. Therefore, the scope need to be determined which parties benefit from the information model. On the basis of this scope, the information needs

should be determined and aligned with each other. In the Netherlands there is a new national policy, where a digital system for the 'omgevingswet' is mandated. This system can be used by citizens to instantly access information on their environment.

There is no standard protocol of determining information needs. Information needs differ from object to object. For instance, from an object containing AI, detail level of information need is required for functioning of the asset.

'Detail of information is object specific. For assets containing complex systems you will need detailed information, because the higher change of failure (Participant B)'

To determine the information needs, the specific object should be taken into account. Objects should be categorized. For complex objects with a high chance of failure of the performance, detailed information should be specified.

7. Coping with dynamic information needs

It is difficult from maintenance perspective to establish what kind of information is needed. According to participant D, the most important reason for establishing information needs is its dynamic. Information needs changes over time and is dependent on the situation. For instance, it was not considered important to know who was responsible for placing an asset. Until it is discovered that the person who placed the asset wasn't reliable. To know where he or she installed the asset on other location has become an important information need.

'There are always new information needs. How is it possible to establish this? (Participant D)'

It is a challenge to coop with the dynamic environment and its dynamic information needs. It is difficult to establish information needs that are possible needed after 25 years of asset operation.

AIR and EIR

Asset Information Requirements are considered important for specifying the information model for asset management. Determining information requirements is a condition for establishing an information model. There are several thoughts on the information requirements. Setting the information requirements for an information model is associated with the following challenges: Involvement, Quick wins, professionalism and content.

8. Involvement

It is considered as important to involve the maintenance department in developing an information model. However, it seems a challenge to involve the different parties for establishing the information requirements. It is mainly about involving the maintenance departments when a project is initiated by the project department.

One of the causes that is mentioned is the contract agreement. Usually the maintenance department doesn't have a contract agreement with the contractor. It is usually the project department that has a contract agreement with the contractor.

‘The maintenance department doesn’t have a contract agreement with the contractor. That in itself should be solved (Participant D)’

Consequence is that the requirements of the maintenance department is not binding. Participant F commented that formally it would be necessary to involve several departments, however if that has to be done the project will take years. He also argues that the maintenance department doesn’t know what they want either. Within the maintenance departments there are different information requirements. There is no uniformity and information requirements are usually based on personal taste, according to participant D. Involving the maintenance department can be achieved per individual project. However, then there is a risk of uniformity. A challenge already described in the alignment of information needs.

9. Quick wins

Quick wins are also considered as causes for involvement of maintenance departments. This is especially the case with long term contracts as DBFM contracts. This gives maintenance departments 25 years of time to think about maintenance.

‘If the information model doesn’t have a direct purpose, then people will drop out (Participant D)’

In a DBFM contract, there is a contract between the project team and the contractor. After the project is being hand over, then the asset returns to the maintenance department. Then it becomes interesting for the maintenance department. But this is after 25 years. The problem of involvement is that the purpose is noticeable after 25 years. That goes beyond the career of a maintenance engineer. Then data for monitoring performance of maintenance is more important than data that is necessary after 25 years of maintenance.

10. Professionalism and platform

Streamlining the process is considered important for the outcome of the project. However, according to participant E there should be a difference between contract and a platform. In the contract the client has to be professional and should not concern about the problems the contractor is dealing with. The client should be concerned on own needs should specify this in the contract. On the other hand, there should be platform outside of a project context to create dialogues between client and contractor to help streamlining the process.

‘The dialogues should not be established in a project context (Participant E)’

Therefore, there should be a platform where the information requirements can be matched with the information needs from contractor’s perspective. The platform should also help other contractors to coop with the new BIM developments. Therefore, it is considered that the contract document should not interfere with the process of the contractor. The challenge of streamlining the process by helping, informing and creating a dialogue with the contractor should be through a platform and not through a contract. On the other hand, according to participant J, there is currently not a platform where

the contractor could go for helping, informing or creating a dialogue. Directly contacting the client is currently considered more effective.

11. Content of the information requirements

The content of the information requirements is considered as a great challenge. According to participant L, the information requirements are currently too generic. According to the information requirements, all the information that is being generated could be delivered. The scope of this information is unclear.

Participant E argues that the client should require that information that he needs and should not concern about the information needs of the contractor. The information requirements should be intended for monitoring. Participant A argues that currently the information that is being required according the OTL is too detailed. From client's perspective, participant F argues that these requirements should be detailed for the uniformity of doing asset management. If there is too much freedom in the detail level, then the uniformity of information is diminished.

According to participant E, requiring BIM capability in the information requirements could contribute to the success of a BIM project. However, it is not specified in the Dutch construction road industry. The main reason that is mentioned is that the BIM maturity is at the initial phase. Therefore, BIM capability in the form of BIM experience or collaborations cannot be measured. Also application of certain software or data exchange format for performing BIM is also at the initial phase. However, a platform can stimulate the BIM maturity of an organization.

'A BIM certification organization can help stimulate BIM capability (Participant E)'

A platform can provide BIM training to mature the organization regarding BIM. Then the maturity can be measured using BIM certification. That way BIM capability can be specified in the contract. BIM capability could then be a part of the tender document.

AIM and PIM

An information model can be distinguished into an information model for asset management and an information model generated through projects. There are currently two developments. The first one is that the client receives an AIM, where PIM is filtered according to the needs of the client. The second development is that the client receives all the information in one information model, where the PIM is similar to the AIM. This tendency is due to the perspective of the approach. The greatest challenge in determining what the information model should contain is based on the choice between the bottom up vs top down approach. Another challenge is to integrate several interests into the PIM.

12. Several interests

In the public sector there are more interests than in the private sector. Participant E quotes an example of a refinery. The interest is demarcated to the refinery. In the public sector there are a lot more stakeholders involved.

‘A roadway is not only demarcated to that specific roadway, but is a part of a network (Participant F)’

Every specific roadway has its stakeholder as well as for the whole network. That’s what makes it complex. Participant F also argues that also within the organization there are several interests. According to him, every organization is focused on running their own department.

13. Bottom up vs Top down approach

There are basically two principles that are being discussed at the moment. These are: the bottom up approach and the top down approach. The top down approach is an approach from strategic perspective, which determines the structure and content of the information model. The bottom up approach is an approach from operational perspective, which determines the content of the information model. Both have their advantages and disadvantages.

The top down approach is initiated from strategic point of view. The overall goal is set for the whole organization of dealing with asset management. Advantages that are mentioned are: Prevent information loss, integrating departments and verification process. Disadvantages are conflicting detail level of information needs and involving the whole organization.

Preventing information loss is the whole idea of working with BIM. From strategic point of view, the information needs of all parties who benefits from an information model should be involved in the process, when using the top down approach. This means all the information that is generated is being stored in the information model. Therefore, the risk of information loss is prevented.

Another advantage of the top down approach is the uniformity of several departments. This means that departments will use the same information model and therefore reducing interfaces between departments. This has also advantages for the validation process. The maintenance department can retrieve information from the project development department. When making a maintenance decision, the maintenance engineer can retrieve information from the project development department to retrieve the as required situation. The same goes for the as designed situation from the design departments. Systems engineering is an important tool to establish the desired situation. The OTL is based on systems engineering. Participant F commented that Systems Engineering integrate the function and the lifecycle of an asset and results in a database of structured information.

When the top down approach is applied, primary processes should be aligned with other processes. In other words, the PIM should be aligned with the AIM that is meant for the client.

‘Time pressure and the amount of interfaces were too big, so we decided to work according our primary processes (Participant K)’

In a large project there are more stakeholders and more processes involved. This means that the interface between parties are larger. Also the time pressure to start the project and the unfamiliarity of delivering an AIM to the client, causes that companies decide to work according to their primary processes and later in the project simultaneously on the AIM.

When involving the information needs of several departments there are also conflicting needs of the level of detail of information. This is the challenge described earlier. Objects with a high chance of failure of the performance should require a detailed level of information. Asset management tool like FMECA can be used to detect early failures. With the top down approach the process becomes larger and therefore also the process costs. It is also necessary to determine the scope of asset management. The asset owner is also part of the asset management process. Therefore, strategic, tactical and operational level should be involved, because they all benefit from an information model.

The bottom up approach is initiated from operational point of view. The goal is set for a part of the organization to establish their goals for asset management. Advantages that are mentioned are: Direct information needs, pilot and reducing process costs. Disadvantages are: strategic view should be established and risk of uniformity.

Because the information model has a direct purpose for part of the organization, the information needs can be specified. There is also a quick win for the organization, because the information needs can be received partly using information drops which could have a direct purpose for part of the organization.

It could also be useful as a pilot to take other departments on board. Information needs can be established based on a few parties. This means that the amount of interfaces between other parties is reduced. The process of delivering an information model for a department on operational level could be enhanced. A disadvantage of the bottom up approach is that the strategic view. The challenge is to implement the strategic level of the asset hierarchy and the relation between other asset management roles. Also uniformity will be a challenge.

Enterprise Asset Management System

Challenges are mentioned regarding the EAM systems of the client. The EAM are eventually the systems that support the asset management process. There is an agreement between the respondents that the EAM plays an important role for supporting asset management. However, there are some challenges regarding the translation from a database to an EAM system. These are: Data over application, and mapping content.

14. Data over application

It is considered that in the current situation the application decides what data should be received. However, this tendency doesn't deliver the desired situation according to the respondents. The business process should decide what data should be received in the application and not the other way around.

'Our data should be pivotal. It is about the interoperability of the data and the application can be seen as an intermediary between the data and the use of the data. Now the application is still leading (Participant C)'

This means that old systems where the application decides which data is required should be converted to the data that is desired for the asset management process. Therefore, the business process should decide what data is required and not the application.

15. Mapping content

It is always necessary to map the application to the data that is structured according a standard. There are two challenges discussed: Technical mapping and content mapping. The first challenge could be established. It is considered that the technical solution of mapping is easier when the landscape of the EAM is adapted to be mapped to COINS and the information model. Data should be mapped according COINS, otherwise their data exchange through COINS is not possible. COINS is the common denominator. Therefore, old EAM system should be mapped according COINS.

'Old EAM systems should be mapped. Then there is the question is this technical possible and are we complete? (Participant B)'

Then there is also a challenge regarding content. Old EAM could require other content than is being delivered through COINS. Usually the application decides the content of the data and not the other way around. Therefore, content is being delivered that isn't useful for asset management. EAM systems should be driven by the information required for asset management of the organization.

5.3 Intermediate conclusion

The scope or maturity plan of asset management is not determined by the client. The purpose of the information that has to be captured is therefore unclear for the contractor. It is desirable to have a clear scope from the client, where there is clarity of the purpose of the required information. Information is produced for the client, but there are doubts regarding the use of this information by the client. Especially when the information has to be delivered according to the OTL. This means more pressure on the market, but no visibility on the use of the information.

There are pros and cons regarding a maturity plan for asset management. The greatest challenge of a maturity plan is the uniformity of the whole asset management system. Asset management cannot operate without its whole value chain. The preference of a maturity plan of the asset management process is divided from client's perspective. From one view, there is a preference of a maturity plan to develop asset management. For the other view, the top down approach is desirable, in order to determine the whole value chain. Moreover, it is about people, rather establishing a system.

Roles can be defined by using the contract. The scope of the contractor is limited to the contract. This means that if the information is not required, the information that is being delivered is not without consequences. Even when there is a shift in roles, the contractor still considers it as a project, including a 25 years DBFM contract. Everything outside of this contract is not taken into consideration, unless specified in the contract.

The established internal separate departments cause problems when aligning the information needs. Separate cash flow through the departments is seen as one of the causes of different the different focus. Alignment starts with the client's client. However, they also need to justify the cash flow. The life cycle thinking doesn't directly justify the cash flow, while project outcomes do.

Formally involvement of the whole organization is desirable. However, the process of involving the whole organization takes years. Moreover, when involving the maintenance departments, information needs cannot be established. This is because often these departments don't know what they want either. People will get involved when they recognize things.

The AIM could be established from top down or bottom up approach. Both have their advantages and disadvantages. It is dependent on the organization which approach should be used. What should be important is the AIM should be mapped with the EAM system of the client, where the data is pivotal and the application is a mediator.

6. Phase E: Discussion and Conclusion

This chapter will cover the discussion, conclusion and the recommendations of the report. The discussion reflects the findings of the case study and interview to the literature study of this report. In the conclusion the answer to the research question of this report is given. The recommendation derives from the discussion and conclusion and is meant for the municipality of Rotterdam.

6.1 Discussion

In this chapter the conceptual framework is being discussed. The conceptual framework consists of the following topics: Asset management, Asset Management subject groups, Asset information needs, Asset information requirements, Employers information requirements, AIM, PIM and EAM systems. The literature study will be reflected on the outcome of the results and will be discussed.

The framework could help identifying information requirements.

The information requirements are important for receiving an information model that could be used for the client's asset management. In the case study SAAONE, the information requirements are set according to the database of old EAM systems. These EAM systems are not conform the client's perception of asset management. Respondents argue that the goal of the information requirements is unclear for the contractor. The information requirements are also very generic for the contractor, which means that it is not clear what kind of information has to be delivered to the client.

While there is a value chain and a line of sight in asset management process of the client, there is still an important missing link. The missing link between the AIR and the client's asset management is the AM subject groups and roles. This framework clarifies this missing link. It helps determining the subjects that are important for a client's organization. It also helps to link the subject to the roles within the organization. In order to determine the subjects and the roles, different sources could be used. The roles could be determined using the source of the New South Wales Treasury (2004). The identified roles can be used to establish the information needs. Also for the information needs different sources could be used. An example is given in the analysis described in Appendix A7. It is partly based on figure 13 described in chapter 3.2.4.

The analysis could identify the information requirements for different outsourced roles. The role project development, project execution, asset maintenance and asset operation could be outsourced by the client. Different standards or sources, like IMBOR, could be used for identifying information requirements for asset maintenance and operations. These roles that are outsourced should provide the PIM as described in the framework. It is also possible that the contractor has to deliver information that is not part of his role, but is required in the AIM. Therefore, the EIR is informed by the AIR. In the EIR it is described that the PIM should contain more information than what can be generated from the project.

Identifying information requirements are important. This is important because of the incentive of the contract. If the requirements are not specified in the contract, then the

client will not receive the required information without issues. The framework addresses the importance of identifying information requirements.

While the value and the line of sight is established by RWS, the framework also emphasizes the importance of leadership and assurance. Leadership and assurance are important for change management within the organization. According to respondents, people are the greatest challenge. ISO55001(2014) describes an implementation plan. Figure 13 as part of the framework, allows the alignment of information needs between different roles. However, this should not be limited on tactical level, but also on strategic level. Which means also on political level.

Separate existing departments is often seen as a challenge. The framework proposes a strategy where not only leadership and assurance is recommended, but also assigning specific subjects to the existing roles. The value chain and the line of sight becomes clear. The focus would still be different to different roles, but it will be part of the same value chain.

The framework is applicable for multiple projects

Initially the framework is intended to require information that results in an AIM that could be used for the client's asset management. However, this framework could also be used for multiple projects. Respondents commented that uniformity is difficult to establish due to the large amount of project. A bottom up approach seems to cause problems for the uniformity of departments. With this framework as well as the bottom up approach and the top down approach are possible by scaling up the framework for multiple projects as seen in figure 32.

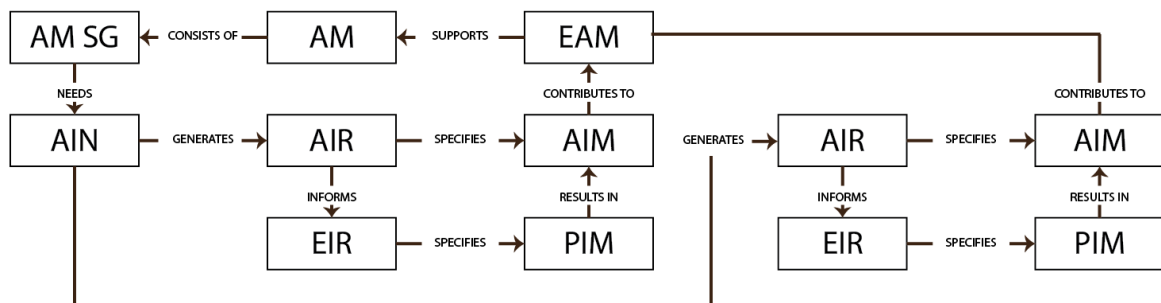


Figure 33: Framework and multiple projects

From bottom up perspective the information requirements can be established taking a uniform top down approach into account. A certain percentage could be kept for uniformity taken the framework the asset information needs into account. On detailed level a certain percentage could be used for the uniqueness of an asset. According the respondents some assets needs detailed unique level of information. For these types the level of detail can be considered unique, while for the most part of the information will be uniform.

In the case of SAAONE the AIM received are received as a COINS container. From different projects, different COINS containers could be delivered. However, these AIM received by the client are based on same uniform information needs. A COINS API should make it possible to open CCR. files. The EAM systems should facilitate the information received to support the asset management process.

Framework could determine state of maturity, set a target for future developments and address issue separately

In the case of SAAONE the framework could determine the state of maturity. In SAAONE the asset management line of sight and the value chain is considered important. The asset hierarchy is established, where the asset owner is considered as the Ministry of infrastructure and the Environment. On tactical level the tasks of RWS has been described. On operational level the market is assigned.

The development of COINS could show how this data exchange format could contribute for receiving an Asset Information Model that could be used for the client's asset management. The technical possibility of COINS could be considered as matured in comparison with other developments. This is because the client receives the data through a COINS container. This framework helps identify the current state of maturity of different aspects in the framework and shows the relation with other aspects. The framework could also help maturing different aspects in relation with each other. This means that the uniformity could be taken into account while maturing.

The framework could set a target for future developments. In the case of SAAONE the future developments could be focused on setting specific subjects that are important for RWS. When the specific subjects are assigned to RWS, the roles can be defined. According to the same analysis the sources for these roles can be established. This could be done through standards or other sources.

CB-NL could be part of the EIR described in the framework. Currently CB-NL is not fully developed yet as a 'dictionary' between different libraries. However, this framework could set a target for future developments, including the requirements regarding CB-NL. VISI could also be required in the EIR. Therefore, it could also be part of future developments.

The framework could also set a target for the development of the EAM systems. In the case of SAAONE the client has noticed that the current EAM systems isn't compatible with their current asset management process. In the current asset management process, it is desirable that all the systems functions as one integral system for the life cycle of the asset. In order to execute future developments, it is recommended that the client could identify the issue separately. Then it will be possible to set a target and develop certain aspects, described in the framework.

Framework doesn't support BIM level 3 in the purest form

The process of data exchange is still file based, while BIM level 3 opts for one view model that could be used by several parties, where exchanging is not necessary. In this view model several parties could work cloud based on the same model. This framework opts for a data exchange process, with the possibility of interoperability of view models. The

idea is that each party could work in their own environment according to their own business process. However, CB-NL that should function as a library is not fully developed yet. Consequence is that the OTL of RWS should be integrated in the business process. However, the framework does have the possibility to work with linked data instead of data exchange. Instead of delivering by COINS container, coins could facilitate linked data.

Framework is scalable

The framework allows organizations to develop incremental. From the interviews it is clear that in practice a lot of developments are occurring parallel to each other, where one development has influence to the another development. This means that the AIR is constantly developed as well as a result from other developments. This framework allows incremental development. For instance, a client could first focus on the development of the asset management organization and then on the EAM systems. It is also possible to work on several developments at the same time. But then it is important to keep the relation and interoperability between the developments in mind. The framework could offer a solution where subjects in the asset management process are being developed as part of the whole asset management system. The AIR could be based on these subjects. In a later stadium other subjects could be added. However, this should then be specified in the contract.

6.2 Limitation and applicability of the research

In this chapter the limitations of the research are being described. The limitation describes the limitation on the external validity, lack of reliable data and personal biased.

Limitation on the external validity

This research is conducted using the triangulation of sources to gain in depth knowledge for the qualitative research approach. This is done by a literature study, a single case study and interviews. A disadvantage of the single case study is the external validity, which is caused by the sample size. A quantitative study is the opposite of this single case study. However, the quantitative study has limited in depth knowledge which could put the internal validity under pressure (Verschuren & Doorewaard, 2010). The selection of the single case study is according to strategic sample, where the research object is guided by the conceptual framework. The principle of chance is replaced by the demarcation of the research object (Verschuren & Doorewaard, 2010). The research object is limited to the intersection of BIM and asset management. From project management perspective this research is focused on information for asset management. Which means that according to the GOTIK method the aspects money (Dutch: Geld), Organization (Dutch: organisatie), time (Dutch: tijd) and quality (Dutch: kwaliteit) are limited. For the external validity of the research object, these aspects could be used for future research. The research is also focused on Dutch infrastructure roadway projects. Therefor the validity of the research is limited to its scope.

Limitations due to lack of reliable data

The document analysis of the case study is based on the available documents received and based on the interviews within the case study. At this point in time the process for

the maintenance and operational phase could not be received, due to the current development of the BIM process. In the current BIM development, the maintenance phase and operational execution of the client is not yet in operation. Therefore, data could not be required. This has consequence on the limitation of the research. In the problem analysis it is stated that the BIM process helps streamlining the process for operational and the maintenance phase. However, reliable data regarding the operational and maintenance phase from client's perspective could not be received due to the availability of the data.

Limitation due to personal bias

In a qualitative research study, the researcher is more easily influenced by personal bias. Biases in a qualitative study are easily present (C. Anderson, 2010). There are different areas of personal bias. Personal biases that applies for this research are: Data gathering and interviews. During data gathering, the presence of the researcher often affects the subject's response. According to C. Anderson (2010) this is often unavoidable. Therefore, data gathering and interviews are often dependent on the researcher's individual skill.

Applicability of the research

The framework has limited applicability due to other disciplines in a project context. This framework is focused on identifying problems in the process of BIM for Dutch infrastructure roadway assets. There are also other processes that could influence this framework. For instance, money. From this perspective it could occur that there is a cost overrun during the project, which could mean that receiving data is subordinate to costs. This means that the information process could deviate at certain moments. In order to receive an applicable framework, the whole asset management landscape in relation to other disciplines should be mapped.

6.3 Conclusion

This chapter will cover the conclusion of the report. The created knowledge in this report is described in the conclusion. It also gives an answer to the main research question. The answer to the main research question is composed of two sub questions and the results of the case study and interview.

Sub question 1: What is Asset Management and how to determine asset information requirements for Dutch infrastructure roadway projects?

There are two aspects that should be taken into account when determining asset information requirements. These are: Asset management and asset management subject groups and asset information needs. When determining asset information needs, the asset management process should be determined. Value, line of sight, leadership and assurance are fundamental for implementing asset management. The asset management subject groups can be used to determine the business's asset management model. When the asset management model is determined, asset management roles can be assigned to these subject groups. When these roles are assigned, information needs can be determined, using different sources. The requirements can be established dependent on the role that is being outsourced to the contractor.

Challenge: Link the AIR with the organizations asset management system.

In practice this means that the client could use the asset information requirements as a contract document. This is a tool from the client to receive an asset information model. The asset information requirements should be based on an organization's asset management process. The process could be defined using subjects that are considered important for the organization. Therefore, it is necessary to link the AIR to the asset management system of the client's organization.

Sub question 2: How could Information Requirements help streamline the process to the information model?

When the requirements are based on the information needs of the client, the client could receive an information model conform their asset management. It is important to clarify the information requirements based on information needs from different asset management roles. These requirements should be part of the contract and specified in the AIR. Here, the role of the contractor in the client's value chain is important, because it determines what information could be required. The client's value chain is also important to determine the relation of the retrieved information with other subject groups in the asset management model.

Another tool of the client is the EIR. In this contract document requirements regarding the information process can be established. It is desired that each organization can work according their own EAM systems. The information process according COINS is favorable for data exchange. It is a neutral environment for data exchange. CB-NL is desirable, but not fully developed yet. So currently the AIM conform the client's structure is leading. BGT is mandated and should be part of the EIR. VISI could be required for the information exchange process for future developments. Education and training is desired to streamline the process.

Challenge: Shift the PIM

It is intended that the requirements should lead to a PIM and an AIM. With the introduction of the information system next to the real system, there is a shift in the PIM that has to be delivered. The PIM should not only be the information that is being generated from the project and used for the project, but should now be extended to an information model that is needed for asset management. This should be specified in the EIR. The extension of the PIM means that there is a certain part that overlaps. The challenge becomes to align generated information and information needs. There is a mismatch between uniformity vs uniqueness.

Challenge: Align uniform information (AIM) vs unique information

Projects are considered unique, while a uniform information model is desired for managing assets. The challenge is to reduce the mismatch by reducing the overlap. Here it is important as a client to search for balance between unique vs uniform. The client's power is to reduce the requirements of the AIM. This should be based on the level of detail of information that the client needs to manage their assets. For unique objects, containing a lot of parts, where the risk is high that the asset will not perform as required, detailed information could be required. This doesn't mean that the PIM doesn't have to be delivered, but this means that the minimum requirements of the AIM should be delivered. It is also important that the data that is being required are pivotal, which means that the EAM systems of the client should be operable to serve this data. COINS should be used for exchanging the data.

Central question: How could the client make use of the Asset Information Requirements resulting in an Asset Information Model for Dutch infrastructure roadway assets?

The conclusion is based on the findings and discussion of the research. The conclusion gives an answer to the central research question. The answer is formulated as followed:

The framework creates knowledge regarding 1) helping determining the asset information requirements. Moreover, to make sure that the information requirements result in the AIM, used for Dutch infrastructure roadway assets. the framework could help 2) determining the current state of maturity in the BIM process, 3) set a target for future development and 4) addressing issues separately in order to align the aspects in the framework.

The answer is based on the two sub question that has led to a framework described in 7.4. The results of the case study and the interviews confirms that the aspect that should be taken into account for receiving an asset information model are: Implementing the four fundamentals of asset management, determining asset management subject groups for establishing the value chain and roles, determining asset information needs to support roles, determining asset information requirements based on information needs and the role of the contractor, acknowledgement that the PIM is extended with the AIM. Finally, data is pivotal, where the EAM should be determined to support this data and can be used to support AM.

6.4 Recommendations for further research

This chapter describes the recommendation for further research based on the limitation of this research. Further research could improve the validity of this research.

Recommendations are: Interfaces to other disciplines, Elaboration to other case studies and future development.

Interfaces to other disciplines

The research object is guided by the conceptual framework. Therefore, the research object is demarcated to the scope of this framework. To increase the external validity of the research, the framework could be used as a basis for other case studies, from other perspectives and other sample sizes. Therefore, the framework could be extended to other disciplines. From the project management's GOTIK-aspect 'money' perspective the framework could be extended for further research. The framework could be extended to a process of money with asset management. Therefore, the asset management landscape described in 7.1.4. could be extended apart from BIM to the discipline 'money'. Then the information process can be validated to the money process for receiving an AIM for Dutch infrastructure roadway assets. Not only money is described in the asset management landscape, but also other disciplines. In order to develop a framework for the whole asset management landscape further research is recommended.

Elaborate framework to other case studies

This research is done with a single case study for its internal validity. The framework could be used for other case studies to research the correlation between the dependent and independent variables. The single case study is done from a DBFM project's perspective. It could be interesting to test the framework as a comparative case study, where the variables of a D&C project are compared with a DBFM project. There could also be comparative study, where the variables are compared regarding the project size. SAAONE is a relative big project, which means more interfaces between processes. The influence of the project size could be researched as a comparative case study.

Reevaluate with future developments

Due to the current maturity of the BIM development in Dutch road infrastructure assets, there is a lack of reliable data. It could be interesting to test the framework when BIM and asset management development are matured. Then the validity of the framework could be reevaluated. The framework could be reevaluated when CB-NL is matured and when an organization has adopted ISO55000 in their business process.

6.5 Recommendations for the municipality of Rotterdam

This chapter will cover the recommendations for the municipality of Rotterdam, when setting Asset Information Requirements for an Information model for asset management. The recommendations are considered from the client's perspective. In that sense, the recommendations also apply for other clients in the public sector that are concerned with Dutch Infrastructure Roadway assets.

1. Defining a clear scope definition and maturity plan. Implement ISO55000 (2014) and ISO 55001 (2014) in the organization

In order to require asset information, asset management of the organization should be established. Therefore, it is important to know what asset management is. According to ISO55000 (2014) asset management is described as 'the coordinated activity of an organization to realize value from assets. Four principles are important to establish this. These are: value, alignment, leadership and assurance. Value from assets should be realized throughout the whole value chain, according to the value chain method. The asset hierarchy shows three levels: Strategic, tactical and operational. The value chain of an organization should be established with a clear line of sight throughout the asset hierarchy. The value chain can be established using asset management conceptualized models. For establishing the value chain, leadership is essential. Leadership is important to define roles, responsibilities and power. He also has to monitor and stimulate the importance of the asset management process. Also consultancy between employees is an important task for leadership. Finally, assurance is an important principle. Assurance means monitoring and auditing to ensure that the processes are operating as it should (Institute of Asset Management, 2015). ISO55001 (2014) prescribes the PDCA approach to implement asset management. Currently the municipality of Rotterdam have not yet implemented ISO55001 in their business organization.

Determining the scope of asset management before establishing the value chain is important as well as the maturity plan. When the scope of the client's asset management is determined, a part of the scope could be outsourced. The scope of the contractor in the value chain of the client can then be clarified. The scope of the client should be defined according to the maturity level of asset management. Leadership and assurance should help to monitor the progress and auditing the process in order to mature the client's asset management. Strong leadership is also necessary to stimulate the importance of asset management within the organization.

2. Integrating engineering department and maintenance department to the same lifecycle of an asset to establish asset management subjects and roles

In order to establish the value chain of an organization, an asset management model consisting of subject groups should be determined. How well a model works depends on the nature and context of the organization. An asset management model could be created according to different sources and consists of several subject groups. Again, the importance of subject groups is determined by the organization's context. When the value chain of an organization is established by these subject groups, roles can be

assigned. Each role creates value in this chain. Also for roles, different sources can be used. Roles can be established on strategic, tactical and operational level.

In practice the subject group lifecycle delivery is pivotal for asset management. There is a need for clarity towards the contractor, when asset management roles in the value chain of the client are being outsourced. Therefore, it is important to establish the value chain and the information needs to this value chain. The client's tool is the contract. The client can assign the contractor's asset management role. It is considered that the contractor's scope is determined by the contract. Information generated by the contractor, could be useful for an asset management role of the client. Transparency of the value chain by subject groups is there for important. The role of the contractor should be established using the contract. There is a need for incentives towards the contractor when optimizing assets in the value chain.

Currently the municipality of Rotterdam's asset management scope is demarcated to the maintenance and operational department. The maturity level of asset management is dependent on the integration of the organization and the view of the timespan of the asset. When extending the scope to the lifecycle of the asset, the engineering department of Rotterdam should be connected to the same lifecycle. The asset management subject group 'Asset creation and acquisition' plays an important role. A following maturity level is integrating strategic level that are responsible for decision making. This could be on political level.

3. Use existing sources to determine the information needs for the assigned roles

The asset information needs should be based on the asset management process, which is determined by the value chain. Asset management roles that are assigned to the value chain are subject to asset information needs. These roles should be explored in order to establish the information needs. Here, the scope of the value chain is important in order to know for what purpose the asset information is intended. Different sources can be used to establish information needs. There are sources that can be used in the Netherlands that are focused on asset information needs regarding maintenance and operations, of assets, e.g. IMBOR. IMBOR is conform BGT, which is mandatory in the Netherlands. For establishing the information needs, it is important to know for what asset management role it is intended for.

There is a need for alignment of information needs. The client's client and the subcontractor should be taken into account. The information needs are usually determined on strategic level. This could be the client's client. For money reservation monitoring is important for the accountability of the client. Therefore, monitoring and inspection data are needed on strategic level for the accountability of the client. However, also monitoring and inspection data are needed for the maintenance of the individual asset that is being maintained by the subcontractor. Alignment of information needs between organizations are considered as important. Also, dynamic information needs are considered as a challenge. The organization should pinpoint that the data steers application and not the other way around. The application should be flexible for dynamic information needs.

4. Involve departments to confirm the information requirements

The asset information requirements are generated from the clients' asset information needs. Dependent on the related event of the project, specific information can be required. The difference between the asset information needs and the asset information requirements are important. The requirements depend on the role that is being outsourced. These requirements should be set in the AIR. It should be noted that information needs can not only be retrieved from projects through an AIR, but also from other events. For instance, from RFID's. The EIR are requirements regarding the process towards the PIM and AIM. Open standards are considered important for the BIM process.

Involvement is important when setting the AIR. The maintenance department of the asset is often the asset owner, who needs information about their role of asset maintenance. However, often the asset owner or maintenance department doesn't have a contract agreement with the project team. Consequence is that the maintenance department is not involved when setting the AIR. The AIR should be established by the project bureau of the Municipality of Rotterdam. However, the maintenance department and engineering department should be involved when establishing the information requirements.

Involvement is also important when setting the EIR. The EIR should be established by the project bureau. There is a need for clarity between project context process (professionalism) and a BIM platform. The process needs required by the Municipality should be set in the EIR. For instance, the need for an exchange format. On the other hand, there is a need for a BIM platform to stimulate collaboration between client and contractor. It is considered that BIM capability required in the EIR has a stimulated effect. The client should stimulate BIM maturity in a form of certificates, initiated by an independent BIM platform. The Municipality of Rotterdam can require the contractor to own the certificates.

5. Try to avoid unnecessary requirements for the AIM to reduce overlap within PIM. Connect SBS with OTL

The PIM is the information model generated from a project. It is the contractor's information model for executing the project. The PIM is dependent on the scope of the project. In a 25 years DBFM contract, the PIM is the information model during these 25 years of design, build, finance and maintain. After these 25 years the PIM is being hand over to the client for their asset management. Then it becomes the AIM. The AIR determines what will be part of the AIM. The Required data will be extracted from the PIM. Data drops from the PIM are required. COBIE is a tool for determining data drops for asset management. VISI is used as a tool for setting a framework for determining transactions between parties. In the Dutch construction roads, it is not desirable to use COBIE as a predefined set of data in an excel sheet. Firstly, COBIE is based on facility management for the building industry. Other reasons are: The importance of software independency and the importance of data over applications. The V-Con project is currently working on a standard to stimulate software independency.

A predefined set of data is considered desirable for contractors. However, this has influence on the software independency. Therefore, the V-CON solution is considered as the current solution for the Dutch construction roads. The requirements for the AIM are not predefined according COBIE and are considered generic by contractors. Therefore, the PIM can be defined by the contractor themselves at a certain level. It is important to determine the AIR at a specific level for the current asset management process. It is the AIM that is eventually being used by the client.

Two approaches are considered in Dutch construction road projects for establishing the AIM. These are the top down approach and the bottom up approach. Both have their advantages and disadvantages. In theory, the top down approach has the advantage that information loss is minimized, integrating departments and the verification process. A disadvantage is that in practice the specification of information requirements becomes a challenge when involving the whole organization. In practice, the whole organization is not involved, because there is no uniformity yet in the asset management process, e.g. value chain. The consequence is that information that is being required is not fit for purpose for the current asset management process.

The other approach is the bottom up approach. It is the solution when the asset management process is not yet fully matured. The advantage is that the information received by the contractor can be fit for purpose for part of the asset management process, because the information needs are set on operational phase by a small group of asset owners. Also the initial process costs are reduced. Moreover, it reduces the mismatch between PIM and AIM, because the requirements are based on reduced information needs. Disadvantages is the risk of uniformity and information loss. It is a challenge to create a strategic view for the whole asset management process. The interface or conflicting interests between the two approaches is always present. However, it is the task of the municipality of Rotterdam to reduce the conflicting interests between information that is needed for the project and information that is needed for the asset management of the municipality of Rotterdam. This could be done by reducing unnecessary requirements from client's perspective. Only require the information in the AIM that could contribute to their asset management. This is important for setting the OTL of the municipality of Rotterdam.

6. Capture information once and use it for multiple departments. Note that collaboration between departments is necessary to facilitate this process

The EAM systems are important for supporting the asset management process. It is the EAM system that is used for retrieving data. The desirability of independency of software has influence on the infrastructure of information. It is also desired that data should be pivotal and not the application. Therefore, it is important, that data can be retrieved from one application to the other, therefore mapping between libraries is important. API's play an important role for the communication between software and a HUB or Enterprise Service Bus can be used to reduce the amount of interfaces between software.

The importance of data over applications should be acknowledged by the organization. The business process of the organization's asset management should set data

requirements and not the application. Old EAM systems can be mapped to COINS. However, beside the technical challenge there is a challenge of mapping the content. Old EAM systems can have different content. Moreover, it should contain data for the current asset management process. It is the question if old EAM systems are conform the current asset management process of the client.

The municipality of Rotterdam should emphasis the importance of data over application. Application should be used as a mediator between required data and the use of data. Mapping of data within the application becomes important with COINS as an open source data exchange format. Technical mapping and content mapping should be considered. Important is to establish the data needs for the asset management process. The EAM systems should ensure that the application can run the content of the data needs.

Currently the Municipality of Rotterdam has outsourced their new CMMS. This new system should integrate all assets into one system. One of the requirements of this new CMMS is compatibility with COINS data exchange. With this it is possible to connect the CMMS of the maintenance department with the departments concerning with integrated projects. In particular, the engineering department and the contractor. The drawings and documents generated from the contractor and engineering department could be part of this CMMS. The challenge is the interoperability between CMMS with other EAM of the engineering department. This way the information is captured once and used for both departments. It is therefore important that there should be cooperation between the departments to facilitate this process. Taking maturity of asset management into account. Other departments should be involved later on in the process.

Literature

- Adriaanse, A. M. (2014). *Bruggen bouwen met ICT*. Twente: Universiteit Twente.
- AM Council. (2014). *Framework for Asset Management*. Hawthorn, Victoria: AMBoK Publications.
- American National Standards Institute. (2005). Current Attempts to Change Established Definition of "Open" Standards Retrieved from <https://share.ansi.org/shared%20documents/Standards%20Activities/Critical%20Issues/Open%20Standards/CIP-OpenStandards.pdf>
- Amey Infrastructure Services. (n.d.). A Code of Practice for Highway Structures, An Asset Management Approach Retrieved from http://www.civil.hku.hk/cicid/3_events/41/41a.pdf
- Anderson, A., Marsters, A., Dossick, C. S., & Neff, D. (2012). *Construction to Operations Exchange: Challenges of Implementing COBie and BIM in a Large Owner Organization*. Paper presented at the Construction Research Congress, West Lafayette, Indiana, United States.
- Anderson, C. (2010). Presenting and Evaluating Qualitative Research. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 74(8), 1-7.
- Andy Koronios, Daniela Nastasie, Vivek Chanana, & Haider., A. (2007). *Integration Through Standards - An Overview of International Standards for Engineering Asset Management*. Adelaide, SA, Australia: CIEAM.
- Arkesteijn, M., & Verbruggen, W. (2016). *Inrichting AIR*. Utrecht: Rijkswaterstaat.
- BIM4SME. (2016). Asset Information Requirements. Retrieved from http://www.bim4sme.org/Content/sktpr/reporting/2016mar/SKD-ATT-00-XX-RP-K-0002_AIR-S2-P03.2.pdf
- BIM equity. (2013). Ensuring Management Commitment. Retrieved from <http://bimequity.com/en/cases/>
- BIM Excellence. (n.d.-a). BIM Dictionary: Asset Information Model (AIM). Retrieved from <http://bimexcellence.com/dictionary/asset-information-model>
- BIM Excellence. (n.d.-b). BIM Dictionary: Project Information Model (PIM). Retrieved from <http://bimexcellence.com/dictionary/project-information-model>
- BIM Locket. (2016a). BIM Locket: Een kennismaking. Retrieved from <http://www.coinsweb.nl/LaunchCOINS2.htm>
- BIM locket. (2016b). *Wat is VISI?* BIM Locket. Delft.
- BIM Taskgroup. (2011). *A report for the Government Construction Client Group: Building Information Modelling (BIM) Working Party Strategy Paper*. London: Department for Business, Innovation and Skills
- BIM Taskgroup. (2012). Plain Language Questions. Retrieved from <http://www.thenbs.com/BIMTaskGroupLabs/questions.html>
- BIM Taskgroup. (2013a). *Buildings & Civil/infrastructure: Understanding how COBie Works in the UK infrastructure Market*. London, UK: BIM Taskgroup.
- BIM Taskgroup. (2013b). *Employer's Information Requirements: Core Content and Guidance Notes*. London: Department for Business, Innovation and Skills
- BIM Taskgroup. (n.d.). RIBA Plan of Work 2013. Retrieved from <http://www.bimtaskgroup.org/wp-content/uploads/2014/01/Dale-Sinclair-RIBA-2013-POW.pdf>
- BIR. (2016). *Nationaal Model BIM Uitvoeringsplan: Dummy versie 4*. Bouwinformatieraad. Delft.
- BIR. (n.d.). BIM-Lab, Virtueel bouwen en de toepassing van standaards. Retrieved from http://www.coinsweb.nl/wiki/images/BIM-Lab_sheets_mod1.pdf
- Boskalis. (2014). SAAone Lessons Learned. Retrieved from <https://prezi.com/lyoioyr0c52p/ontwerp/>

- Bouwinformatieraad. (2015a). *BIR Kenniskaart nr. 0: Wat is BIM?* Retrieved from http://www.bouwinformatieraad.nl/wp-content/uploads/2014/10/BIM_kaart_0.pdf
- Bouwinformatieraad. (2015b). *BIR Kenniskaart nr. 1: Nederlandse BIM levels* Retrieved from <http://www.bouwinformatieraad.nl/wp-content/uploads/2014/10/kaart01-ned.pdf>
- Bouwinformatieraad. (2015c). *BIR Kenniskaart nr. 2: Open BIM standaardenkaart* Retrieved from <http://www.bouwinformatieraad.nl/wp-content/uploads/2015/05/kaart02-ned-v4.pdf>
- Brian R. Kyle, Dana J. Vanier, Branka Kosovac, & Froese, T. M. (2000). *Information needs towards service life asset management*. Paper presented at the 17th International CODATA Conference, Canada.
- British Standards Institution. (2013). *PAS 1192-2:2013, Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling*. London, UK: BSI Standards Limited 2013.
- British Standards Institution. (2014a). *BS ISO 55000:2014, Asset management. Overview, principles and terminology*. London, UK: BSI.
- British Standards Institution. (2014b). *PAS 1192-3:2014, Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling*. London, UK: BSI Standards Limited 2014.
- Bruinsma, H., & Burgerhart, N. (2015). *Instructie BIM-dataroom, voor het inrichten en beheren van een BIM-dataroom in de aanbestedingsfase*. Utrecht: GPO RWS, Program BIM.
- Bryman, A., & Bell, E. (2011). *Business research methods*. New York: Oxford University Press.
- BSI. (2014). *BS 1192-4 Collaborative production of information, Part 4: Fulfilling employer's information exchange requirements using COBie - Code of practice*. London, UK: British Standards Institution.
- Buildingsmart. (n.d.). Open Standards 101. Retrieved from <http://www.buildingsmart.org/standards/technical-vision/open-standards-101/>
- Cabinet Office. (2011). *Government construction strategy*. London, UK: CROW.
- Campbell, J. D., Jardine, A. K. S., & McGlynn, J. (Eds.). (2011). *Asset Management Excellence: Optimizing Equipment Life-Cycle Decisions*. Oxford: Taylor & Francis Group.
- CLAW. (2014). *Employers Information Requirements*. Magor, Wales: Construction Excellence in Wales.
- Coinsweb. (n.d.). COINS-IO API. Retrieved from http://www.coinsweb.nl/wiki/index.php/COINS-IO_API
- CPNI. (2015). *Plain Language Questions*. London, UK: Crown.
- CROW. (n.d.). IMBOR. Retrieved from <http://www.crow.nl/vakgebieden/openbare-ruimte/beheer-en-onderhoud/imbor>
- Dongwan, C., Inhan, K., Jongcheol, S., & Jonghun, K. (2011). A Study on Usage of IFD of Open BIM-Based Library. *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, 16(2), 137-145.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Excitech. (2012). *Building Information Modelling in Infrastructure* Enfield, UK: Excitech.
- Federation of Canadian Municipalities. (2004). *Managing infrastructure assets*. Ottawa, Ontario: Federation of Canadian Municipalities and National Research Council.

- FIS. (n.d.). The 20 key BIM terms you need to know. Retrieved from <http://thefis.org/bim4fitout/useful-links-and-documents/the-20-key-bim-terms-you-need-to-know/>
- Forum Standaardisatie. (2010). Samenwerken en elkaar begrijpen, over semantische interoperabiliteit. Retrieved from http://www.open-standaarden.nl/fileadmin/os/documenten/Brochure%20Semantiek_02.pdf
- G.A. van Nederveen, Luiten, B., & Böhms, M. (2015). Linked Data for Road Authorities. *Proceedings of the 32nd CIB W78 Conferenec 2015*.
- Global Forum. (2014). *The Asset Management Landscape*. Zürich: GFMAM.
- Haider, A. (2007). *Information Systems for Engineering and Infrastructure Asset Management*. Adelaide, Australia: Springer Gabler.
- HM Government. (2012). *Open Standards Principles: For software interoperability, data and documents format in government IT specification*. London: CROWN.
- Hochtief. (2016). *DBFM: Succesvol van aanbesteding tot handover*. Nijkerk: Hochtief ppp solutions.
- iAMPro. (n.d.-a). Line of Sight. Retrieved from <http://iampro-portaal.nl/assetmanagement/infrastructuur>
- iAMPro. (n.d.-b). Waardecreatie. Retrieved from <http://iampro-portaal.nl/waardecreatie/wat-assetmanagement>
- IBM Software Group. (2015). *SAAone optimaliseert beschikbaarheid van snelweg met IBM Maximo*. Landsmeer: Gemba Service.
- ICE. (n.d.). Leveraging the relationship between BIM and Asset Management. Retrieved from https://www.ice.org.uk/getattachment/disciplines-and-resources/best-practice/relationship-between-bim-and-asset-management/BIM_Modelling-and-Asset-Management_Position-Paper.pdf.aspx
- Information, Systems and Models. (2015). Retrieved from https://blackboard.tudelft.nl/bbcswebdav/pid-2617318-dt-content-rid-8730516_2/courses/38017-151601/CIE%204120%201.2%20Information%20Systems%20and%20Models%20-%20new.pptx
- Institute of Asset Management. (2009). *Asset Information Guidelines*. Bristol, UK: The Institute of Asset Management.
- Institute of Asset Management. (2015). *Asset Management - An Anatomy*. Bristol, UK: The Institute of Asset Management.
- ISO 29481. (2010). *Building Information Modeling: Information Delivery Manual Part 1: Methodology and Format* Switzerland: ISO.
- John Eynon (Presenter), & The B1M (Producer). (2015, January). Pillar 5: BIM Protocol: The 8 Pillars of BIM Level 2. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=qAp2IHYKRw>
- Juan, D., & Zheng, Q. (2014). Cloud and open BIM-Based Building Information Interoperability Research *Journal of Service Science and Mangement*, 7(2), 47-56.
- Kometa, S. T., Olomolaiye, P. O., & Harris, F. C. (1994). Attributes of UK construction clients influencing project consultants' performance. In W. Hughes (Ed.), *Construction Management and Economics* (Vol. 12, pp. 433-443). Oxford: Routledge Taylor & Francis Group.
- Koops, L.-J. (2014). Ontwikkeling Rijkswaterstaat zorgt voor overzicht: BIM-container verzamelt alle relevante informatie. *CAD Magazine*, 8-9.
- Krechmer, K. (2005). Open Standards Requirements. *Proceedings of the 38th Annual Hawa International Conference on System Sciences*, 29(4), 587-602.
- Libelium. (n.d.). Wireless Sensor Networks with Wasp mote and Meshlium. Retrieved from https://www.libelium.com/v11-files/documentation/mesh_extreme/wsn-wasp mote and meshlium eng.pdf

- Lymath, A. (2014). The 20 key BIM terms you need to know. Retrieved from <https://www.thenbs.com/knowledge/the-20-key-bim-terms-you-need-to-know>
- Macdonald, J. (2012). *A framework for collaborative BIM education across the AEC disciplines*. Paper presented at the 37th Annual Conference of AUBEA, Sydney.
- Mathew, A., Purser, M., Ma, L., & Barlow, M. (Eds.). (2009). *Open standards-based system integration for asset management decision support*. Athens, Greece: Springer-Verlag London Limited.
- Ministry of Infrastructure and the Environment. (2013a). *Basisregistratie grootschalige topografie Gegevenscatalogus BGT 1.1.1*. Amersfoort: Geonovum.
- Ministry of Infrastructure and the Environment. (2013b). *Basisregistratie grootschalige topografie Gegevenscatalogus IMGeo 2.1.1*. Amersfoort: Geonovum.
- Navendren, D., Mahjoubi, L., Shelbourn, M., & Mason, J. (2015). An examination of clients and project teams developing Information Requirements for the Asset Information Model (AIM). In L. Mahdjoubi (Ed.), *Building Information Modeling (BIM) in Design, Construction and Operation* (pp. 169-179). Southampton: Witpress.
- Netlipse. (2014). PPP A1/A6 wins EMEA Road Deal of the Year Award. Retrieved from <http://netlipse.eu/netlipse-news-archive/2014/01/ppp-a1a6-wins-emea-road-deal-of-the-year-award#.V3u-yY9OKuU>
- New South Wales Treasury. (2004). *Asset Information Guide*. Sydney, Australia: NSW Treasury.
- Newton, K. L., & Elhag, T. M. S. (2012). Awareness, usage and benefits of building information modelling. In S. D. Smith (Ed.), *Proceedings 28th Annual ARCOM Conference* (pp. 3-12). Edinburgh, UK: Association of Researchers in Construction Management.
- Nicholas, J. M., & Steyn, H. (2012). *Project Management for engineering, business and technology*. New York: Routledge Taylor & Francis Group.
- ODI. (n.d.). Badge Levels. Retrieved from <https://certificates.theodi.org/en/about/badgelevels>
- Ouertani, M. Z., Parlikad, A. K., & Mcfarlane, D. (2008). Towards an approach to select an asset information management strategy. *International Journal of Computer Science and Applications*, 5(3b), 25-44.
- Pioneering. (2013). *Model BIM Protocol 2.0: Een stap op weg naar de stip op de horizon*. Enschede: Pioneering.
- PWC. (2011). *The next chapter: Creating an understanding of Special Purpose Vehicles*. Glasgow: PricewaterhouseCoopers LLP.
- Richards, M., Churcher, D., Chillcock, P., & Throssell, D. (2016). Pre Contract Building Information Modelling (BIM) Execution Plan (BEP). Retrieved from http://www.cpic.org.uk/wp-content/uploads/2013/06/cpix_pre-contract_bim_execution_plan_bep_v2.0.pdf
- Rijksvastgoedbedrijf. (2015). *RVB BIM Norm, versie 2.0 (concept 1)*. The Hague: RVB.
- Rijkswaterstaat. (2013). *Informatie Leveringsspecificatie: Weten wat je krijgt*. Utrecht: Rijkswaterstaat.
- Rijkswaterstaat. (n.d.). Schiphol Amsterdam Almere. Retrieved from <https://bezoekerscentrum.rijkswaterstaat.nl/SchipholAmsterdamAlmere/#>
- Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2016). *DBFM overeenkomst Schiphol-Amsterdam-Almere Annex 5: ILS*. Utrecht: Rijkswaterstaat.
- Rosen, L. (n.d.). Defining Open Standards. Retrieved from <http://www.rosenlaw.com/pdf-files/DefiningOpenStandards.pdf>
- Rother, M., & Shook, J. (2009). *Learning to see*. Cambridge: Lean Enterprise Institute, Inc.

- RWJF. (2008). Qualitative Research Guidelines Project: Unstructured Interviews. Retrieved from <http://www.qualres.org/HomeUnst-3630.html>
- Sanchez, A. X., Hampson, K. D., & Vaux, S. (Eds.). (2016). *Delivering Value with BIM: A whole-of-life approach*. London, UK: Routledge.
- SBRCURnet. (2012). *Prestatiegericht samenwerken bij Investeren en Onderhoud*. Delft: SBR.
- Scheltens, S. (2015). *Computerized Information (Asset) Management in DBFM* Retrieved from https://blackboard.tudelft.nl/bbcswebdav/pid-2633287-dt-content-rid-8835734_2/courses/38017-151601/Gastcollege%20Scheltens%20TUD%20151012%20v2.pdf
- Simpson, M. (2013). A definition of BIM. *The Structural Engineer*, 91(11), 6-9.
- Smith, T. W. (2014). Changing Definitions of Asset Management: The impact of ISO55000. *The Asset Journal*, 8(3), 6-8.
- Sriram, R. D. (2000). *The role of standards in innovation* (Vol. 64). London: Elsevier.
- Stanford University. (2003). Tools for Qualitative Researchers: Interviews. Retrieved from http://web.stanford.edu/group/ncpi/unspeficied/student_assess_toolkit/interviews.html#protocolChecklist
- State of Florida Department of Transportation. (2013). *Quality/Level of Service*. Tallahassee, Florida: State of Florida, Department of Transportation.
- Steel, J., Drogemuller, R., & Toth, B. (2012). Model interoperability in building information modelling. *Software and Systems Modeling (SoSyM)*, 11(1), 99-109.
- SVB-BGT. (2016). BGT-info nr. 47. *BGT-info*. Retrieved from <https://bgtweb.pleio.nl/newsletter/view/42541802/62d066b85ec5c5c77b88ecaab50e53e42220d88d0c9bcaea1b0d3323229d1c7a>
- TNO. (2016). COINS laat bouwsystemen met elkaar praten. Retrieved from <https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/leefomgeving/buildings-infrastructures/innovatiecentrum-bouw-icb/coins-laet-bouwsystemen-met-elkaar-praten/>
- US department of transportation. (2010). *Beyond the short term, Transportation Asset Management For Long-Term Sustainability, Accountability and Improved Performance* Washington: Federal Highway administration.
- V-CON. (2013). Definition of Road Information Structure Selection of Information Exchange Standards. Retrieved from https://staticresources.rijkswaterstaat.nl/binaries/V-Con%20report%20D3.2%20-%20Definition%20of%20Road%20Information%20Structure_tcm21-37159.pdf
- Van der Voort H. (Presenter), & BIR (Producer). (2014). Rijkswaterstaat, de OTL en de CB-NL. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=qilIpfjQd64>
- Velde, J. v. d. (2011). *Assetmanagement bij Rijkswaterstaat*. Utrecht: Rijkswaterstaat.
- Verbruggen, W. (2013). *BIM bij RWS, een praktische stap*. Gouda: Stumico.
- Verschuren, P., & Doorewaard, H. (2010). *Designing a research project*. The Hague: Eleven International Publishing.
- Volkerwessels. (n.d.). SAAone. Retrieved from <https://www.volkerwessels.com/nl/projecten/detail/saaone>
- Yabuki, N. (2010). *Issues and Implementation Methods for BIM in the Civil Infrastructure Domain*. Paper presented at the First International Conference on Sustainable Urbanization (ICSU 2010), Hong Kong
- Zlatanova, S., Beetz, J., Boersma, A., Mulder, A., & Goos, J. (2013). *3D Spatial Information Infrastructure for the Port of Rotterdam*. Delft: OTB Research Institute for the Built Environment.

Appendix A1: Information needs NSW

		Output Demands	Information Needs
PLANNING INFORMATION	CORPORATE	Corporate Plan	Service standards
		Approval of annual program and budgets	Budget schedules
		Submission to Treasury	Resource data
		Approve asset policies and standards	Accounting data
			Technical data
	STRATEGIC PLANNING	Annual accounts and report	Asset valuation data
		Management plan	System data
		Resourcing plans	Cost and utilisation data
		System design	Physical data
		Business plans	Service/demographic data
		System condition analysis	Condition data
		Environmental impact review	Incident data
	CAPITAL WORKS PLANNING	Capital works program	Financial data
		Detailed design	Technical data
		Business cases	Design data
		Cost estimates	Unit cost data
		Ranking project options	Ranking scores
MANAGEMENT INFORMATION	PROJECT DEVELOPMENT	System condition analysis	Condition codes
		Economic analysis	Benefits
		Financial analysis	Cashflow data
		Review of asset standards and renewals criteria	Parameters and criteria
		Specifications	Technical data
			Criteria
	PROJECT IMPLEMENTATION	Project progress reports	Performance data
		QA procedures	Insurance data
		Implementation plans	Priorities
		Work planning and scheduling	Cost estimates
			Time constraints
		Contract documents	Contract data
		Project monitoring and control	Completion progress
			Valuations and earned value
OPERATIONS INFORMATION	ASSET DISPOSAL	Analysis of lifecycle costs	Cost data
		Utilisation reports	Survey data
		Failure/incident analysis	Asset age profiles
	ASSET OPERATIONS	Rolling programs for operation & management renewals	Technical data
			Physical data
		Outage data reports	Breakdown data
		Collect inspection data	Inspection data
		Carry out work schedules	Cost data
		Asset criticality analysis	Risk data
	MAJOR PERIODIC MAINTENANCE	Maintenance history reports	Historical data
		Asset condition data reports	Condition data
		Carry out work schedules	Work schedule data
		Spares inventory reports	Spares data
		Audit reviews	Inspection data
	ASSET REHABILITATION	Priorities for rolling program	Renewal criteria
			Risk assessment
		Carry out work schedules	Costs and budgets
			Work schedule data

(New South Wales Treasury, 2004)

Appendix A2: Asset Types BGT classification

Hoofdgroep / subgroep	BGT classificatie	Geometrie
<u>Transport</u>		
<i>Wegdeel</i>	<i>Functie:</i>	
kruinlijn: lijn	OV-baan	Vlak
op talud: ja/nee	overweg	Vlak
	spoorbaan	Vlak
	baan voor vliegverkeer	Vlak
	rijbaan autosnelweg	Vlak
	rijbaan autoweg	Vlak
	rijbaan regionale weg	Vlak
	rijbaan lokale weg	Vlak
	fietspad	Vlak
	voetpad	Vlak
	voetpad op trap	Vlak
	ruiterpad	Vlak
	parkeervlak	Vlak
	voetgangersgebied	Vlak
	inrit	Vlak
	woonerf	Vlak
	<i>Fysiek voorkomen:</i>	
	gesloten verharding	Vlak
	open verharding	Vlak
	half verhard	Vlak
	onverhard	Vlak
<i>Ondersteunend wegdeel</i>	<i>Functie:</i>	
kruinlijn: lijn	verkeerseiland	Vlak
op talud: ja/nee	berm	Vlak
	<i>Fysiek voorkomen:</i>	
	gesloten verharding	Vlak
	open verharding	Vlak
	half verhard	Vlak
	onverhard	Vlak
	groenvoorziening	Vlak
<i>Spoor</i>	<i>Functie</i>	

Hoofdgroep / subgroep	BGT classificatie	Geometrie
	trein	Lijn
	sneltram	Lijn
	tram	Lijn
<u>Terrein</u>		
Onbegroeid terreindeel	<i>Fysiek voorkomen:</i>	
kruinlijn: lijn	erf	Vlak
op talud: ja/nee	gesloten verharding	Vlak
	open verharding	Vlak
	half verhard	Vlak
	onverhard	Vlak
	zand	Vlak
Begroeid terreindeel	<i>Fysiek voorkomen:</i>	
kruinlijn: lijn	loofbos	Vlak
op talud: ja/nee	gemengd bos	Vlak
	naaldbos	Vlak
	heide	Vlak
	struiken	Vlak
	houtwal	Vlak
	duin	Vlak
	moeras	Vlak
	rietland	Vlak
	kwelder	Vlak
	fruitteelt	Vlak
	boomteelt	Vlak
	bouwland	Vlak
	grasland agrarisch	Vlak
	grasland overig	Vlak
	groenvoorziening	Vlak
<u>Water</u>		
Waterdeel	<i>Type</i>	
	zee	Vlak
	waterloop	Vlak
	watervlakte	Vlak
	greppel, droge sloot	Vlak
Ondersteunend waterdeel	<i>Type</i>	
	oever, slootkant	Vlak
	slik	Vlak
<u>Bouwwerk</u>		
Pand	Grondvlaksituatie van BAG-pand	Multivlak
Overig bouwwerk	<i>Type</i>	

Hoofdgroep / subgroep	BGT classificatie	Geometrie
	overkapping	Multivlak
	open loods	Vlak
	opslagtank	Vlak
	bezinkbak	Vlak
	windturbine	Vlak
	lage trafo	Vlak
	bassin	Vlak
Kunstwerk		
Overbruggingsdeel	Overbruggingsdeel	Vlak
Tunneldeel	Tunneldeel	Vlak
Kunstwerkdeel	Type	
	hoogspanningsmast	Multipunt of multivlak
	gemaal	Vlak
	perron	Vlak
	sluis	Vlak
	strekdam	Vlak
	steiger	Vlak
	stuw	Lijn of vlak
Scheiding	Type	
	muur	Lijn of vlak
	kademuur	Lijn of vlak
	damwand	Lijn
	geluidsscherm	Lijn
	walbescherming	Lijn
	hek	Lijn
Ongeclassificeerd object	Ongeclassificeerd Object	Vlak
Functioneel Gebied	kering	Vlak

(Ministry of Infrastructure and the Environment, 2013a)

Appendix A3: Asset types IMGEO classification

Object	BGT classificatie	Plus classificatie	Geometrie
<u>Transport</u>			
Wegdeel kruinlijn: lijn op talud: ja/nee	<i>Functie:</i>		
	OV-baan		Vlak
	overweg		Vlak
	spoorbaan		Vlak
	baan voor vliegverkeer		Vlak
	rijbaan autosnelweg	verbindingsweg	Vlak
		calamiteitendoorsteek	Vlak
	rijbaan autoweg	verbindingsweg	Vlak
		calamiteitendoorsteek	Vlak
	rijbaan regionale weg	verbindingsweg	Vlak
		verkeersdrempel	Vlak
	rijbaan lokale weg	verkeersdrempel	Vlak
	fietspad		Vlak
	voetpad		Vlak
	voetpad op trap		Vlak
	ruiterpad		Vlak
	parkeervlak		Vlak
	voetgangersgebied		Vlak
	inrit		Vlak
	woonerf		Vlak
	<i>Fysiek voorkomen:</i>		
	gesloten verharding	asfalt	Vlak
		cementbeton	Vlak
	open verharding	betonstraatstenen	Vlak

Object	BGT classificatie	Plus classificatie	Geometrie
		gebakken klinkers	Vlak
		tegels	Vlak
		sierbestrating	Vlak
		beton element	Vlak
	half verhard	grasklinkers	Vlak
		schelpen	Vlak
		puin	Vlak
		grind	Vlak
		gravel	Vlak
	onverhard	boomschors	Vlak
zand		Vlak	
Ondersteunend wegdeel kruinlijn: lijn op talud: ja/nee	<i>Functie:</i>		
	verkeerseiland		Vlak
	berm		Vlak
	<i>Fysiek voorkomen:</i>		
	gesloten verharding	asfalt	Vlak
		cementbeton	Vlak
	open verharding	betonstraatstenen	Vlak
		gebakken klinkers	Vlak
		tegels	Vlak
		sierbestrating	Vlak
		beton element	Vlak
	half verhard	grasklinkers	Vlak
		schelpen	Vlak
		puin	Vlak
		grind	Vlak
		gravel	Vlak
	onverhard	boomschors	Vlak
		zand	Vlak
	groenvoorziening	bosplantsoen	Vlak
		gras- en kruidachtigen	Vlak
		planten	Vlak
		struikrozen	Vlak
		heesters	Vlak
	bodembedekkers	Vlak	
Spoor	<i>Functie:</i>		
	trein		Lijn
	sneltram		Lijn
	tram		Lijn
	niet-bgt	(haven)kraan	Lijn
Terrein			

Object	BGT classificatie	Plus classificatie	Geometrie
Onbegroeid terreindeel kruinlijn: lijn op talud: ja/nee	<i>Fysiek voorkomen:</i>		
	erf		Vlak
	gesloten verharding	asfalt	Vlak
		cementbeton	Vlak
		kunststof	Vlak
	open verharding	betonstraatstenen	Vlak
		gebakken klinkers	Vlak
		tegels	Vlak
		sierbestrating	Vlak
		beton element	Vlak
	half verhard	grasklinkers	Vlak
		schelpen	Vlak
		puin	Vlak
		grind	Vlak
		gravel	Vlak
	onverhard	boomschors	Vlak
		zand	Vlak
	zand	strand en strandwal	Vlak
		zandverstuiving	Vlak
Begroeid terreindeel kruinlijn: lijn op talud: ja/nee	<i>Fysiek voorkomen:</i>		
	loofbos	griend en hakhout	Vlak
	gemengd bos		Vlak
	naaldbos		Vlak
	heide		Vlak
	struiken		Vlak
	houtwal		Vlak
	duin	open duinvegetatie	Vlak
		gesloten duinvegetatie	Vlak
	grasland overig		Vlak
	moeras		Vlak
	rietland		Vlak
	kwelder		Vlak
	fruitteelt	laagstam boomgaarden	Vlak
		hoogstam boomgaarden	Vlak
		wijngaarden	Vlak
		klein fruit	Vlak
	boomteelt		Vlak
	bouwland	akkerbouw	Vlak
		braakliggend	Vlak
		vollegrondsteelt	Vlak
		bollenteelt	Vlak
	grasland agrarisch		Vlak
	groenvoorziening	bosplantsoen	Vlak
		gras- en kruidachtigen	Vlak

Object	BGT classificatie	Plus classificatie	Geometrie
		planten	Vlak
		struikrozen	Vlak
		heesters	Vlak
		bodembedekkers	Vlak
Water			
Waterdeel	Type:		
	zee		Vlak
	waterloop	rivier	Vlak
		sloot	Vlak
		kanaal	Vlak
		beek	Vlak
		gracht	Vlak
		bron	Vlak
	watervlakte	haven	Vlak
		meer, plas, ven, vijver	Vlak
	greppel, droge sloot		Vlak
Ondersteunend waterdeel	oever, slootkant		Vlak
	slik		Vlak
Bouwwerk			
Pand	Grondvlaksituatie van BAG-pand		Multivlak
Overig bouwwerk	Type:		
	overkapping		Multivlak
	open loods		Vlak
	opslagtank		Vlak
	bezinkbak		Vlak
	windturbine		Vlak
	lage trafo		Vlak
	bassin		Vlak
	niet-bgt	bunker	Vlak
	niet-bgt	voedersilo	Vlak
	niet-bgt	schuur	Vlak
Kunstwerk			
Overbruggingsdeel overbruggingIsBeweegbaar: ja/nee		Hoort bij type overbrugging:	Vlak *
		brug	Vlak
		aquaduct	Vlak
		viaduct	Vlak
		ecoduct	Vlak
		fly-over	Vlak

Object	BGT classificatie	Plus classificatie	Geometrie
		Type Overbruggingsdeel:	
		dek	Vlak
		landhoofd	Vlak
		pijler	Vlak
		sloof	Vlak
		pyloon	Vlak
Tunneldeel	Tunneldeel		Vlak
Kunstwerkdeel	Type:		
	hoogspanningsmast		Multivlak of Multipunt
	gemaal		Vlak
	perron		Vlak
	sluis		Vlak
	strekdam		Vlak
	steiger		Vlak
	stuw		Lijn of Vlak
	niet-bgt	keermuur	Vlak
	niet-bgt	overkluizing	Vlak
	niet-bgt	duiker	Lijn of Vlak
	niet-bgt	faunavoorziening	Vlak
	niet-bgt	vispassage	Vlak
	niet-bgt	bodemval	Vlak
	niet-bgt	coupure	Vlak
	niet-bgt	ponton	Vlak
	niet-bgt	voorde	Vlak
Scheiding	Type:		
	muur		Lijn of vlak
	Kademuur		Lijn of vlak
	damwand		Lijn
	geluidsscherm		Lijn
	walbescherming		Lijn
	hek		Lijn
	niet-bgt	draadraster	Lijn
	niet-bgt	faunaraster	Lijn
Ongeclassificeerd object			Vlak
Functioneel Gebied	Type:		
	kering		Vlak
	niet-bgt	bedrijvigheid	Vlak
	niet-bgt	natuur en landschap	Vlak

Object	BGT classificatie	Plus classificatie	Geometrie
	niet-bgt	landbouw	Vlak
	niet-bgt	bewoning	Vlak
	niet-bgt	infrastructuur verkeer en vervoer	Vlak
	niet-bgt	infrastructuur waterstaatswerken	Vlak
	niet-bgt	waterbergingsgebied	Vlak
	niet-bgt	maatschappelijke en/of publieksvoorziening	Vlak
	niet-bgt	recreatie	Vlak
	niet-bgt	begraafplaats	Vlak
	niet-bgt	functioneel beheer	Vlak
	niet-bgt	functioneel beheer: hondenuitlaatplaats	Vlak
	niet-bgt	recreatie: speeltuin	Vlak
	niet-bgt	recreatie: park	Vlak
	niet-bgt	recreatie: sportterrein	Vlak
	niet-bgt	recreatie: camping	Vlak
	niet-bgt	recreatie: bungalowpark	Vlak
	niet-bgt	recreatie: volkstuin	Vlak
	niet-bgt	bushalte	Vlak
	niet-bgt	carpoolplaats	Vlak
	niet-bgt	benzinstation	Vlak
	niet-bgt	verzorgingsplaats	Vlak
Overige Scheiding	niet-bgt	Type zoals Scheiding	Lijn of vlak
Bak		Type:	
	niet-bgt	afval apart plaats	Punt
	niet-bgt	afvalbak	Punt
	niet-bgt	drinkbak	Punt
	niet-bgt	bloembak	Punt
	niet-bgt	zand- / zoutbak	Punt
	niet-bgt	container	Punt
Bord		Type:	
	niet-bgt	informatiebord	Punt
	niet-bgt	plaatsnaambord	Punt
	niet-bgt	straatnaambord	Punt
	niet-bgt	verkeersbord	Punt
	niet-bgt	scheepvaartbord	Punt
	niet-bgt	verklikker transportleiding	Punt
	niet-bgt	reclamebord	Punt
	niet-bgt	wegwijzer	Punt

Object	BGT classificatie	Plus classificatie	Geometrie
	niet-bgt	waarschuwingsshek	Punt
	niet-bgt	dynamische snelheidsindicator	Punt
Gebouwinstallatie		Type:	
	niet-bgt	bordes	Vlak
	niet-bgt	luifel	Vlak
	niet-bgt	toegangstrap	Vlak
Installatie		Type:	
	niet-bgt	pomp	Punt
	niet-bgt	zonnepaneel	Punt
Kast		Type:	
	niet-bgt	CAI-kast	Punt
	niet-bgt	elektrikast	Punt
	niet-bgt	gaskast	Punt
	niet-bgt	telecom kast	Punt
	niet-bgt	rioolkast	Punt
	niet-bgt	openbare verlichtingkast	Punt
	niet-bgt	Verkeersregelinstallatiekast	Punt
	niet-bgt	telkast	Punt
	niet-bgt	GMS kast	Punt
Mast		Type:	
	niet-bgt	bovenleidingmast	Punt
	niet-bgt	laagspanningsmast	Punt
	niet-bgt	straalzender	Punt
	niet-bgt	zendmast	Punt
	niet-bgt	radarmast	Punt
Paal		Type:	
	niet-bgt	lichtmast	Punt
	niet-bgt	telpaal	Punt
	niet-bgt	portaal	Punt
	niet-bgt	verkeersregelinstallatiepaal	Punt
	niet-bgt	verkeersbordpaal	Punt
	niet-bgt	poller	Punt
	niet-bgt	haltepaal	Punt
	niet-bgt	vlaggenmast	Punt
	niet-bgt	afsluitpaal	Punt
	niet-bgt	praatpaal	Punt
	niet-bgt	hectometerpaal	Punt

<i>Object</i>	<i>BGT classificatie</i>	<i>Plus classificatie</i>	<i>Geometrie</i>
	niet-bgt	dijkpaal	Punt
	niet-bgt	drukknoppaal	Punt
	niet-bgt	grensmarkering	Punt
	niet-bgt	sirene	Punt
Put		Type:	
	niet-bgt	benzine- / olieput	Punt
	niet-bgt	brandkraan / -put	Punt
	niet-bgt	drainageput	Punt
	niet-bgt	gasput	Punt
	niet-bgt	inspectie- / rioolput	Punt
	niet-bgt	kolk	Punt
	niet-bgt	waterleidingput	Punt
Sensor		Type:	
	niet-bgt	camera	Punt
	niet-bgt	debietmeter	Punt
	niet-bgt	hoogtedetectieapparaat	Punt
	niet-bgt	detectielus	Lijn
	niet-bgt	weerstation	Punt
	niet-bgt	flitser	Punt
	niet-bgt	waterstandmeter	Punt
	niet-bgt	windmeter	Punt
	niet-bgt	lichtcel	Punt
	niet-bgt	GMS sensor	Punt
	niet-bgt	radar detector	Punt
Straatmeubilair		Type:	
	niet-bgt	abri	Punt
	niet-bgt	bolder	Punt
	niet-bgt	brievenbus	Punt
	niet-bgt	fietsenrek	Punt
	niet-bgt	kunstobject	Punt
	niet-bgt	openbaar toilet	Punt
	niet-bgt	slagboom	Punt
	niet-bgt	speelvoorziening	Punt
	niet-bgt	telefooncel	Punt
	niet-bgt	bank	Punt
	niet-bgt	picknicktafel	Punt
	niet-bgt	fontein	Punt
	niet-bgt	lichtpunt	Punt
	niet-bgt	parkeerbeugel	Punt
	niet-bgt	betaalautomaat	Punt
	niet-bgt	reclamezuil	Punt
	niet-bgt	fietsenkluis	Punt

Object	BGT classificatie	Plus classificatie	Geometrie
	niet-bgt	herdenkingsmonument	Punt
Waterinrichtings- element		Type:	
	niet-bgt	remmingswerk	Lijn
	niet-bgt	betonning	Punt
	niet-bgt	geleidewerk	Lijn
	niet-bgt	vuilvang	Lijn
	niet-bgt	meerpaal	Punt
	niet-bgt	hoogtemerk	Punt
Weginrichtings-element		Type:	
	niet-bgt	molgoot	Lijn
	niet-bgt	lijnafwatering	Lijn
	niet-bgt	wegmarkering	Punt, lijn of vlak
	niet-bgt	wildrooster	Punt, lijn of vlak
	niet-bgt	rooster	Punt, lijn of vlak
	niet-bgt	geleideconstructie	Punt, lijn of vlak
	niet-bgt	balustrade	Lijn
	niet-bgt	boomspegel	Punt of vlak
	niet-bgt	verblindingswering	Lijn
Vegetatieobject		Type:	
	niet-bgt	boom	Punt
	niet-bgt	haag	Lijn of vlak
RegistratiefGebied			
Buurt	niet-bgt		Multivlak
OpenbareRuimte	niet-bgt		Multivlak
Stadsdeel	niet-bgt		Multivlak
Waterschap	niet-bgt		Multivlak
Wijk	niet-bgt		Multivlak

(Ministry of Infrastructure and the Environment, 2013b)

Appendix A4: Information needs roadway IMBOR

Bovenliggende attributen van IMBOR BeheerObject

automatisch berekend/ingevuld

BeheerObjectID	3
topoObjectID (link naar geo-object)	
BGT Functie	
BGT FysiekVoorkomen	
Eigendom	
Beheerder	
Beheerder, plus	
Functioneel Gebied	
Buurt	
Openbare ruimte	
Ligging	
Grondsoort	
Aanlegjaar	
Lengte	
Breedte	
Oppervlakte	

Bovenliggende attributen van IMBOR WegBeheerObject

WegBeheerObjectID	1
Type Weg	
Type wegvaknummer	
FunctioneleIndelingID	
Onderhoudsplichtige	
Type Verharding	
Verhardingssoort	
Materiaalsoort	
MateriaalsoortPlusID	
Lengtevoegen	
Type Teerhoudend	
Type Fundering	
Plustype Fundering	
Dikte Fundering	
Type Constructie	
Dikte Constructie	
Type Voegvulling	
Jaar Uitgevoerd Onderhoud	2015
Jaar Uitgevoerd Deklaag	
Verwachte Levensduur	
JaarConservering	
JaarGeplandOnderhoud	
Aanleghoogte	

Attributen van IMBOR Rijbaan

Type Rijbaan	
VerkeersbelastingDag	
VerkeersbelastingAvond	
VerkeersbelastingNacht	
PercentageVrachtverkeerDag	
PercentageVrachtverkeerAvond	

(CROW, n.d.)

Appendix A5: Information needs tree IMBOR

Bovenliggende attributen van IMBOR BeheerObject

automatisch berekend/ingevuld

BeheerObjectID	7
topoObjectID (link naar geo-object)	
BGT Functie	
BGT FysiekVoorkomen	
Eigendom	Gemeente
Beheerder	Particulier
Beheerder, plus	
Functioneel Gebied	
Buurt	
Openbare ruimte	
Ligging	
Grondsoort	
Aanlegjaar	
Lengte	
Breedte	
Oppervlakte	

Bovenliggende attributen van IMBOR GroenBeheerObject

GroenBeheerObjectID	2
WaardebeeldKwaliteitsniveau	
EcologischBeheer	☐
Vaknummer	
Gebruiksfunctie	

Attributen van IMBOR Boom

BoomID	2
Boomnummer	
Soortnaam	Leiboom
Stamdiameter	
Type object	Leiboom
Plustype object	
Type beschermingsstatus	Bijzondere boom
Plustype beschermingsstatus	
BoomSpiegel (link naar object)	
Boomkorf	☐
Groeiplaatsinrichting (link naar object)	Boombunker
Type standplaats	
Vrije doorrijhoogte	
Hoogteklasse	
Kroondiameter	
Boomveiligheidsklasse	
Omgevingsrisicoklasse	
Bereikbaar voor hoogwerker	☐
Takvrijzone Primair (eindbeeld)	
Takvrije zone Secundair (eindbeeld)	
Takvrije stam (eindbeeld)	
Gewenst Eindbeeld	
Vrije takval	☐
Beleidsstatus	
Bomenstructuur	☐
Bomenstructuur toelichting	
Controlefrequentie	
Groeifase	
OnderhoudsstaatBoombeeld	
Conditie	
Aanwezig	☐

(CROW, n.d.)

Appendix A6: AIR PAS1192-2 VS IMBOR

Table 1: Legal information of the AIR

Requirements (BIM4SME, 2016)	Description (BIM4SME, 2016)	Reviewed for the Dutch road infrastructure (CROW, n.d.)
Detail of ownership Maintenance Demarcation		Applicable and Present
Work instructions		Applicable, but not present
Contractual information	A written description of all expired and current contracts in relation to the asset with contractual organograms and warranties details	Applicable, but not present
Risk assessments and control measures	A schedule of all risk assessments generated through the plan of work indicating: 1) Author, 2) Type 3) Risk Ratings 4) Location(s) 5) Procedures/Mitigation 6) Residual Risk Ratings 7) Persons / work type affected	Applicable, but not present
Statutory Obligations	Require: 1) Fire risk assessment 2) L8 Compliance check 3) Legionella testing etc.	Not Applicable, amendments are needed, not present

Table 2: Commercial information of the AIR

Requirements (BIM4SME, 2016)	Description (BIM4SME, 2016)	Reviewed for the Dutch road infrastructure (CROW, n.d.)
Description	Description of the asset and the asset system they serve	Applicable and Present
Function	Residential, Commercial and Retail	Not applicable
Details of Vendor	Details of vendor that supplied the asset and their lead time	Applicable, but not present
Condition	Intensity of use Life expectancy of the asset residual value	Applicable, residual value is not present
Key Performance Indicators	Performance asset on: financial, environment and social	Applicable, but not present
Performance targets or standards	i.e. effectiveness, usage and operating costs	Applicable, partly present
Non-conformance and actions to be taken	Which actions should be taken when not meeting the performance	Applicable, Not present
Criticality of assets to the organization	What assets are important for the organization	Applicable, but not present
Details of spares	Spares: Description Identify reference quantities	Not-applicable

Table 3: Financial information of the AIR

Requirements (BIM4SME, 2016)	Description (BIM4SME, 2016)	Reviewed for the Dutch road infrastructure (CROW, n.d.)
Original cost		Applicable, but not present
Operating cost		Applicable, but not present
Planned maintenance cost		Applicable, but not present
Historical maintenance cost		Applicable, but not present
Replacement value		Applicable, but not present
Downtime impact		Applicable, but not present

Table 3: Technical information of the AIR

Requirements (BIM4SME, 2016)	Description (BIM4SME, 2016)	Reviewed for the Dutch road infrastructure (CROW, n.d.)
Engineering data	Drawings, information relating to design	Applicable, but not present
Details of asset dependencies & Interdependencies	Relation between assets	Applicable, but not present
Commissioning dates and data		Applicable and present
Operational data		Applicable and present

Table 4: Managerial information of the AIR

Requirements (BIM4SME, 2016)	Description (BIM4SME, 2016)	Reviewed for the Dutch road infrastructure (CROW, n.d.)
Identification number		Applicable and present
Location		Applicable and present
Floor area		Applicable, Areal data
Room data sheets		Not applicable
Warranty and guarantee periods		Applicable, but not present
Access planning and work schedules		Applicable, but not present
Maintenance and inspection schedules		Applicable and present

Appendix A7: Analysis Roles vs Needs

Asset Hierarchy	Subjects *based on the IAM anatomy	Roles (cluster data) *based on NSW treasury	Output of the information needs	DUTCH CROW IMBOR MMS (NETHERLANDS) *only based on Operation and maintenance	International Infrastructure Management (USA) *focused on infrastructure asset performance	PAS 1192-3 BASED ON PAS55 (UK) *Only based on buildings *Focused on AIM	Institute of Asset Management based on ISO 55000 (UK) *Based on infrastructure *Not complete	NSW Treasury (AUSTRALIA) *Australian asset management
STRATEGIC	Asset management Strategy and Objectives	Corporate data	Corporate plan					Service standards
	Demand analysis		Demand data		Predicted Future demand data			
	Capital investment decision making		Approval of annual program and budgets					Budget schedules
	Resourcing strategy		Submission to Treasury					Resource data
	Asset management policy		Approve asset policies and standards					Accounting data
						Engineering data		Technical data
	Strategic planning	Strategic Planning data	Annual accounts and reports					Asset valuation data
			Management plan					System data
	Management of change		Resourcing plans				Cost data	Cost and utilisation data
			System design		Asset inventories	ID-number	Physical Asset data	Physical data
	Asset management system monitoring					Location	Locational and Spatial links	
						Details of asset dependencies		
	Management review audit and assurance		Business plans					Service/demographic data
			System condition analysis			Criticality of assets to the organisation		Condition data
	Fault and incident respons		Environmental impact review					Incident data
	Capital investment decision making	Portfolio Management data	Capital works program		Fiscal forecast data			Financial data
			Detailed design			Engineering data		Technical data
			Business cases					Design data
	Asset costing and valuation		Cost estimates				Cost data	Unit cost data
			Ranking project options					Ranking scores

Asset Hierarchy	Subjects *based on the IAM anatomy	Roles (cluster data) *based on NSW treasury	Output of the information needs	DUTCH CROW IMBOR MMS (NETHERLANDS) *only based on Operation and maintenance	International Infrastructure Management (USA) *focused on infrastructure asset performance	PAS 1192-3 BASED ON PAS55 (UK) *Only based on buildings *Focused on AIM	Institute of Asset Management based on ISO 55000 (UK) *Based on infrastructure *Not complete	NSW Treasury (AUSTRALIA) *Australian asset management
Tactical	Asset decommissioning and disposal	Asset disposal data	Analysis of lifecycle costs				Cost data	Cost data
	Monitor technical standards and legislation		Legal information			Contractual data		
						Detail of ownership		
	Life cycle value realisation		Performance reports	Traffic load	Level of service data	KPI's	Performance data	
			Utilisation reports					Survey data
	Monitor Technical standards and legislation	Asset operations data	Failure/incident analysis		Remaining life forecasts		Condition data	Asset age profiles
	Asset operations		Rolling programs for operation & management renewals			Engineering data		Technical data
	Operation and maintenance			Physical data	Asset inventories	Non-conformance data and actions to be taken		
	Life cycle value realisation					Physical data	Physical Asset data	Physical data
						Location	Locational and Spatial links	
	Asset performance and health monitoring		Legal information			Details of asset dependencies		
						Contractual data		
						Detail of ownership		
	Reliability engineering					Statutory obligations data		
			Performance reports	Traffic load	Level of service data	KPI's	Performance data	
	Shutdown and outage management		Collect inspection data		Remaining life forecasts		Condition data	Inspection data
			Outage data reports			Downtime impact		Breakdown data
			Carry out work schedules			Operating costs data		Cost data
						Performance targets or standards		
	Risk assesment and management		Probability and impact analysis and mitigations		Risk analysis data	Risk assessment and control measures		Risk data

Tactical	Maintenance delivery	Asset Maintenance data	Maintenance history reports			Historical maintenance costs		Historical data
				Performance maintenance dates				
				Commisioning data		Commisioning data		
	Legal information		Ownership		Detail of ownership			
			Responsible maintenance		Contractual data			
					Statuory obligations data			
	Monitor technical standards and legislation		Performance reports	Traffic load	Level of service data	KPI's	Performance data	
			Asset condition data reports	Remaining life forecast	Remaining life forecasts	Condition	Condition data	Condition data
			Carry out work schedules	Planned maintenance data		Work instructions	Work management data	Work schedule data
					Maintenance and inspection schedules			
	Life cycle value realisation		Costs reports		Treatment sensitivity data	Planned maintenance costs		
			Spares inventory reports					Spares data
			Audit reviews					Inspection data
	Life cycle value realisation	Asset renewal data	Priorities for ongoing program		Sensitivity of maintenance and operations	Replacements costs		Renewal criteria
					Risk analysis data	Risk assessment and control measures		Risk assessment
	Legal information				Contractual data			
					Detail of ownership			
					Statuory obligations data			
	Risk assessment and management		Performance reports	Traffic load	Level of service data	KPI's	Performance data	
Technical standards and legislation	Carry out work schedules						Work management data	Work schedule data

Asset Hierarchy	Subjects *based on the IAM anatomy	Roles (cluster data) *based on NSW treasury	Output of the information needs	DUTCH CROW IMBOR MMS (NETHERLANDS) *only based on Operation and maintenance	International Infrastructure Management (USA) *focused on infrastructure asset performance	PAS 1192-3 BASED ON PAS55 (UK) *Only based on buildings *Focused on AIM	Institute of Asset Management based on ISO 55000 (UK) *Based on infrastructure *Not complete	NSW Treasury (AUSTRALIA) *Australian asset management
Operational	Systems engineering	Project development data	Systems engineering					Condition codes
			Economic analysis		Benefit costs data			Benefits
	Asset creation and aquisition		Financial analysis			Original costs		Cashflow data
			Review of asset standards and renewals criteria					Parameters and criteria
	Stakeholder engagement		Specifications			Engineering data		Technical data
								Criteria
	Monitor technical standards and legislation	Project execution data	Legal information			Statutory obligations data		
			Project progress reports			KPI's		Performance data
			QA procedures					Insurance data
	Configuration management		Implementation plans					Priorities
			Work planning and scheduling					Cost estimates
								Time constraints
			Contract documents					Contract Data
	Resource management		Project monitoring and control			Planning and work schedules		Completion progress
								Valuations and earned value

Appendix B1: EIR PAS 1192-2

The following list of the content of an EIR. These requirements are from British Standards Institution (2014b):

- information management:
 - Levels of detail – e.g. requirements for information submissions at defined project stages. This is needed to populate the Model Production and Delivery Table required under the Protocol;
 - Training requirements – not likely to be mandatory;
 - Planning of work and data segregation – requirements for bidders' proposals for the management of the modelling process (e.g. model management, naming conventions, etc.);
 - Co-ordination and clash detection – requirements for bidders' proposals for the management of the co-ordination process;
 - Collaboration process – requirements for bidders' proposals for the management of the collaboration process;
 - HSE/CDM – requirements for bidders' proposals for BIM/CDE-supported H&S/CDM management; 11 PAS 1192-2:2013 © The British Standards Institution 2013
 - A schedule of any security and integrity requirements for the project;
 - A schedule of any specific information to be either excluded or included from information models;
 - A schedule of any particular constraints set by the employer on the size of model files, the size of extranet uploads or emails, or the file formats that can define the size of a volume; NOTE In addition to the generic contents listed above, the EIR may also include project specific items such as pre-construction surveys or a requirement for the employer to receive information models describing newly generated products and assemblies.
 - Compliance plan – requirements for bidders' proposals for the management of the co-ordination process;
 - A definition of any co-ordinate origin/system (3 dimensions) that the employer requires to be used to place graphical models, for example Ordnance Survey locators, geospatial and location with respect to an agreed origin;
 - A schedule of any software formats, including version numbers, that shall be used by the supply chain to deliver the project; NOTE Public sector employers may not wish to or be able to specify software packages to be used by their suppliers, but may instead specify the formats of any outputs. Private sector employers may choose to specify software packages and/or output formats.

- Commercial management:
 - Exchange of information – alignment of information exchanges, work stages, purpose and required formats;
 - Client's strategic purposes – details of the expected purposes for information provided in models (See Figure 7 at 6.1.5);
 - A schedule of any software formats, including version numbers, that shall be used by the supply chain to deliver the project; NOTE Public sector employers may not wish to or be able to specify software packages to be used by their suppliers, but may instead specify the formats of any outputs. Private sector employers may choose to specify software packages and/or output formats.
 - An initial responsibility matrix setting out any discipline responsibilities for model or information production in line with the defined project stages;
 - A schedule of the standards and guidance documents used to define the BIM processes and protocols to be used on the project;
 - A schedule of any changes to the standard roles, responsibilities, authorities and competences set out in the contract;
- Competence assessment:
 - Details of the competence assessment which bidders must respond to;
 - Changes to associated tender documentation (e.g. PQQ, PEP, tender questionnaire, tender evaluation plan);
 - BIM tender assessment details.

Appendix B2: PLQ

The following questions are PLQ, developed by the Ministry of Justice, UK as cited by the BIM Taskgroup (2012).

Questions for Stage 00. Strategy	
0/1	What is the information management Strategy? BIM Strategy & Standards to be used across the portfolio.
0/2	What does the Master plan require to be developed? Master plan model development sequence for the portfolio, programme or campus.
0/3	What are the characteristics of the site for the current phase of development? 3D laser and/ or radar survey generated solid model and CDF Grid including ground conditions and existing structure. May be existing information from a reliable BIM or GIS source, Google maps/ OS maps.
0/4	What are the portfolio's technical strategies? (Master Plan) Model information and representations relating to the strategies, e.g. for a campus, distribution of electricity, water, gas, fuel, waste water, communal heating & chilling.
0/5	What performance benchmarks are available for the portfolio? Analyses of existing facilities, using a standard coding system, e.g. UNICLASS. Benchmarks and targets.
0/6	What are the portfolio's performance objectives? Extracts of information from the strategy models.
0/7	Has the design standardization policy been defined? A client owned library of standard design elements, defined in terms of BIM objects.
0/8	Have the stakeholders needs been captured? List of key deliverables and requirements, where needed supported by measures. These may be captured in a model or a specific requirements management system.
0/9	Does the concept meet the stakeholders needs? Report on stakeholder consultation, using model information that confirms that their needs may be achieved.
0/10	What is the initial view of revenue (FM) cost? Major maintenance and capital replacement costs identified. Energy use aspiration. May be a spreadsheet at this stage.
0/11	What is the initial view of revenue income? Schedule of floor areas (or other appropriate measure) by earning capacity.
0/12	How will security requirements be met? Physical boundaries identified in model. Evidence of how information security arrangements defined in Employers Information Requirements will be met.
0/13	Have lessons been learned from previous projects? Identify lessons learned captured in the models and BIM processes from prior projects.
Questions for Stage 01. Brief	
1/1	Have the purposes for which the model will be used been defined? Purposes documented to inform designers as to what their inputs will need to cater for.

1/2	How are stakeholder needs captured? An "electronic brief" that is in a format that may be used for automated validation of proposals.
1/3	Do the concepts being considered meet them? Schedule of facilities compared to electronic brief & electronic 3D sketch.
1/4	How will BIM be managed and exploited in this project? A contractual BIM execution plan and protocol for the project defining different levels of design maturity for each project phase, who will develop the content, to what standards, who will be authorised to use it, for what purpose, how it will be coordinated, who will own what and how information incompatibilities shall be resolved. This is to include the means and protocols for the communication of information between parties. This is to be reconfirmed for each project phase below.
1/5	What is the available site? 3D laser and / or radar survey generated solid model and CDF Grid including ground conditions and existing structures. (May be existing information from a reliable BIM or GIS source). Google and/ or OS Maps.
1/6	What physical constraints are there on and around the site?
1/7	What services constraints (water, drainage, electricity, etc.) exist? Existence and current utilisation parameters available for inclusion in a model.
1/8	What other data about the site or asset is available from client records? Validated information from geometric and information databases & other FM systems.
1/9	What site-specific safety considerations need to be made? Safety briefing information contained in model (EG location of power cables, gas pipes, filled in basements, pits etc.). Reference to any existing H&S File or O&M systems.
1/10	What is the initial view of capital cost? Model of the development's volumes Schedule of internal volumes, land, floor, wall and roof areas or service runs aligned with generic cost data as aggregated by the cost estimator Fabric not normally represented. Budget breakdown.
1/11	What is the initial view of revenue [FM] cost? Oriented model that minimises energy use. Energy use target or aspiration using an initial environmental performance model Major maintenance and capital replacement costs identified
1/12	What is the initial view of revenue income? Schedule of floor areas (or other appropriate measure) by earning capacity.
1/13	How would the development look [early stage visualization] and development control be convinced of the strengths of the development? 3D Sketch High definition photo rendition of 3D laser survey. 3D solid model overlay onto photo rendition. Plans, elevations and data extracted from model.
1/14	Will the development meet the flow rate requirements? People, fluid and or traffic flow model and simulation – spreadsheet based.
1/15	How will logistics requirements be met? Outline simulation model of people and material flow capacity for the construction phase.
1/16	How will security requirements be met? Outline simulation model of people and material flow capacity for the required security level during construction –

	spreadsheet based.
1/17	What is the acoustic environment? BIM (map) model with acoustic profile of the area.
1/18	What is the Planning letter of comfort based upon? Early stage BIM model or visualisation if available.
1/19	What is the basis of stakeholder buy-in?
1/20	What information do facilities managers need to manage the soft & hard utilities? Extracts from the BIM Strategy & Standards to be used by FM across the portfolio.
1/21	What site information is to be provided? The survey and associated constraints parametric data from earlier stage.
1/22	What will be the generic services philosophy (passive, natural ventilation, % renewable energy, etc.)? Generic services philosophy recorded Any metrics that are defined in the brief that could be obtained from the model. Manufacturers' model information for mandated products (if any) - minimal data for cost, volumetric information, part codes, and relevant performance parameters).
1/23	How will design and material quality be defined?
1/24	Are there any specific FM requirements regarding generic products? Generic model object information for the product type, e.g. required finishes and performance characteristics.
1/25	Are there any specific FM requirements regarding specific products? Manufacturers model object information for mandated products (if any) - minimal data for cost, volumetric information, part codes and relevant performance parameters.
1/26	How will whole life cost be assessed? Model information conforming to BS ISO 15686 and BSI PD 156865 to an agreed level of precision.
1/27	What format shall the information be delivered to the client in? Model information compliant with the client's technical standards or those defined in BSI PAS 1192-2: 2013 (and 1192-3 when issued) as specified in Employers Information requirements.
1/28	How will each site or design option be appraised? Very early stage models and simulations [low level of geometry and information development, supported by benchmarking databases] - whole life costs [see above] and performance.
1/29	How will the outline planning application information be generated? Drawings, renditions and reports generated from model.
1/30	What are you building? Drawings, renditions and reports generated from model.
1/31	How can you build it? Construction sequencing and logistics.
1/32	How will the facility be run? Building management system requirements.
1/33	How will any temporary decant of personnel and activities be managed?

Phased schedules of requirements.

Questions for Stage 02. Concept

2/1	How will BIM be managed and exploited in this project? A contractual BIM execution plan and protocol for the project defining different levels of design maturity for each project phase, who will develop the content, to what standards, who will be authorised to use it, for what purpose, how it will be coordinated, who will own what and how information incompatibilities shall be resolved. This is to include the means and protocols for the communication of information between parties.
2/2	What is the concept design? Rendered block diagram in site context including significant equipment layout to the level of development defined in PAS 1192-2: 2013 and supporting documents.
2/3	Does the design's performance meet the portfolio's requirements? Early stage simulations, calculations and costs.
2/4	What is the outline proposal for structural design? Structural design sufficient for simulation modelling for loads, including wind + simulation models & reports Size and weight information in model Temporary construction loads assessed.
2/5	If the works are an addition or refurbishment, how are they to be integrated and coordinated with existing services? 3D survey of existing and interfaces.
2/6	If the works are an addition or refurbishment, what impact are they going to have on existing services? Simulation of performance of the reconfigured facility.
2/7	What are the output requirements from services systems? Zoning of services sufficient for first iteration of spatial requirement.
2/8	Can the services and structure be combined within the concept design in the available 3D volumes? Combined model to demonstrate the first iteration of coordination.
2/9	Can Bldg. Rags Part L and EPC requirements be met? High level simulation models and reports.
2/10	Can the client's BREEAM or LEED objectives be met?
2/11	What targets are to be used for Post Occupancy Evaluation? Data from model[s] to be referenced when the targets relating to business outcome, environmental, people, social and economic factors.
2/12	Has the aftercare process been outlined? Planned interventions [maintenance and replacement intervals] identified for significant elements of the facility.
2/13	Has a method for measuring energy in use and CO2 emissions been incorporated into the design? Model derived schedule of metering facilities.
2/14	Has a commissioning strategy been integrated into the design? Optimised facility commissioning logic.
2/15	Can the designers show the project can be delivered safely? Construction logic demonstrated, highlighting how high risk elements have been avoided or controlled.
2/16	Has the concept been designed for efficient manufacture and assembly? How easy is it to build?

	Modularisation strategy evident in the model. Build sequence recorded in the model. Critical elements of the model designed in detail. Critical logistics routes verified in the model.
2/17	What is the preliminary cost estimate? Identification of key items that will influence the facilities in use. Schedule of capital costs based upon aggregated quantity and rate take off from the model and an associated schedule of assumptions. Whole life cost assessment based upon this plus in use simulation results and documented maintenance assumptions. (As per BS). Confidence level: design contingency of 20>25%.
2/18	How shall the facility be procured? Recommendations based upon an analysis of the model and associated cost assessments.
2/19	How will the outline proposals be communicated to the client? A model with separate layers for structure and services compliant with specified Standards. Ability to provide 3D "walk through" presentation from the primary model. Schedule of facilities included within the development. Generic simulation results for the services philosophy and schedules demonstrating that the brief will be met by the resulting development.
2/20	How will any client specific performance needs be met? Model based simulations as appropriate.
2/21	How will special presentation needs be met (e.g. to stakeholders and approvers)? Combination of the model plus survey, photographic, rendition and time sequenced information as specified by the client.
2/22	Is the cost plan and cash flow forecast reliable and the risk allowance reasonable, including whole life costing? Model containing architecture plus cost and time sequence information.
2/23	Has the delivery schedule been validated? Time attributes associated with the assembly sequence as planned in the model.
2/24	Are there any deviations from the brief or proposals to improve it EG with respect to the use of client standard BIM objects? Concession request.
2/25	Reconfirmation of how the facility will be run? Building management system requirements.
2/26	Reconfirmation of how any temporary decant of personnel and activities will be managed? Phased schedules of requirements.
Questions for Stage 03. Definition	
3/1	How will BIM be managed and exploited in this project? A contractual BIM execution plan and protocol for the project defining different levels of design maturity for each project phase, who will develop the content, to what standards, who will be authorised to use it, for what purpose, how it will be coordinated, who will own what and how information incompatibilities shall be resolved. This is to include the means and protocols for the communication of information between parties.
3/2	Is the design developed to demonstrate detailed proposals for coordinated design intentions? Zones allocated to demonstrate adequate space for coordination, including building services. Survey of site, Point cloud data processed to form 3D site model. High definition photography overlay on 3D survey.
3/3	Is the design developed to demonstrate detailed proposals for site layout? Development model superimposed upon 3D laser survey model viewable from a range of pre-agreed perspectives. 2D general arrangement drawings, plans, cross sections and elevations, produced from the model.

3/4	Is the design developed to demonstrate detailed proposals for planning & spatial arrangements? Demonstration of this through modelling, walk-through visualisations etc. mapping key spatial relationships and showing how these are achieved. Schedule of facilities produced from the model.
3/5	Is the design developed to demonstrate detailed proposals for elevation treatments? Envelope information in the model. Rendered model information of the required elevations. Structural information in the model.
3/6	Is the design developed to demonstrate detailed proposals for construction systems? Construction system specific objects.
3/7	Is the design developed to demonstrate detailed proposals for environmental systems? UK equivalent of AIA Level of Detail: 200. Zones allocated to demonstrate adequate space for coordination, including building services. Survey of site, Point cloud data processed to form 3D site model. High definition photography overlay on 3D survey. Development model superimposed upon 3D laser survey model viewable from a range of pre-agreed perspectives. 2D general arrangement drawings, plans, cross sections and elevations, produced from the model. Schedule of facilities produced from the model. Rendered model information of the required elevations. Structural information in the model. Envelope information in the model. Generic services and control systems sizing / capacity information included in the model. Schematics referenced. Optimised construction sequence and programme information developed in the model. Clash prevention confirmation simulations for - Services & structure including profiles, basic specifications & tolerances -Access routes -Lifting operations.
3/8	Is the design developed to demonstrate detailed proposals for buildability? Schedule and modelling of zoning and control strategy to be used. Generic services and control systems sizing / capacity information included in the model. Schematics referenced.
3/9	Is the cost plan robust (firm)? Quantity take off from BIM Schedule assumptions based on build sequence used in BIM. Evidence that results of virtual and/or real prototyping of innovative and complex elements of the design have been incorporated into the BIM. Assumptions of a predicted range of operational costs for key activities. Confidence level: design contingency of 10>15%.
3/10	Is the cash flow forecast reliable? Sensitivity analysis, varying aspects identified as high risk in the project risk register.
3/11	Will the development perform as specified by client's requirements, including design, construction and operational budgets? Model based simulations as appropriate, demonstrating with 95% confidence that the development will perform as required (taking into account the levels of predictability achieved in the past from similar simulations).
3/12	Have lessons learnt from prior projects been acted upon? Incorporation of model objects from prior projects.
3/13	Use of rule based auto-generation of objects? Levels 2 & 3 where such rules have been developed.
3/14	Is the design coordinated at a component and building element level of detail? A detailed model including both geometry and specification information and detailed 2D drawings generated from it.
3/15	Can the design meet Part L compliance and EPC criteria if relevant? Demonstration of the modelled design to achieve this. Including simulations of energy use during life and related carbon use calculations.
3/16	Have the calculations in relation to any energy related planning conditions been completed and the wider team informed of the implications of them?

	Demonstration that the planning requirements have been met. Demonstration that the design has been modified where necessary so as to deliver them.
3/17	Does the design meet other aspects of statutory standards, specifications and brief? Model with sufficient information to demonstrate a compliant design. Simulations of: - energy use during life and related carbon use calculations - acoustics and PAVA performance - fire & smoke modelling and evacuation - vehicle and people movement capacities.
3/18	Is the design safe to construct? Model includes construction sequence and identifies aspects such as working at height and edge protection.
3/19	Is the design safe to use? 3D "walk through" for stakeholder assessment.
Questions for Stage 04. Design	
4/1	How will BIM be managed and exploited in this project? A contractual BIM execution plan and protocol for the project defining different levels of design maturity for each project phase, who will develop the content, to what standards, who will be authorised to use it, for what purpose, how it will be coordinated, who will own what and how information incompatibilities shall be resolved. This is to include the means and protocols for the communication of information between parties.
4/2	Does the design meet statutory standards? Model with sufficient information to demonstrate a compliant design. Simulations of: - energy use during life and related carbon use calculations - acoustics and PAVA performance - fire & smoke modelling and evacuation - vehicle and people movement capacities.
4/3	Is there sufficient site information available to achieve a reliable tender? 2D CAD based 3D model based on laser scan survey (optionally including high definition photographic overlay).
4/4	Is the design safe to use? 3D "walk through" for stakeholder assessment. Assessment of access against M&E and other servicing requirements.
4/5	Is there sufficient design information to get a reliable tender (model, drawings, specifications, schedules, room data, bills of quantities, finishes, walk through etc.)? Model with both geometric, specification and performance data, with confirmation of the absence of clashes between building, structure and services. Confidence level: design contingency of 5>10%.
4/6	Does the design meet the FM's needs e.g. access, adaptability, cost, information on the basis of design, accommodation etc.? Model sourced information that responds to the FM's questions, as appropriate.
4/7	Does the design meet the FM's cost needs? For operational costs the design should provide a range that takes account of both energy consumption and required maintenance costs
4/8	Is there a means of controlling distribution of documents? Definition of how the nominated supplier shall communicate and obtain responses from the client.
4/9	Have price quotations been obtained for procuring the facility's engineering systems? Costs incorporated into the model.
4/10	Have lead times been obtained for procuring the facility's engineering systems? Time sequencing incorporated into the model.

4/11	Where can the appropriate maintenance service be sourced? Notes to provide guidance for initial market research.
4/12	Has the scope for operational and maintenance manuals for the facility been defined? A specification, including the BIM elements.
4/13	If existing services are in place, have method statements been produced for how these will interface with the new works? Method statements referenced in model. Procurement plan for permits, access etc. coordinated with construction sequence.

Questions for Stage 05. Build and Commission

5/1	How will BIM be managed and exploited in this project? A contractual BIM execution plan and protocol for the project defining different levels of design maturity for each project phase, who will develop the content, to what standards, who will be authorised to use it, for what purpose, how it will be coordinated, who will own what and how information incompatibilities shall be resolved. This is to include the means and protocols for the communication of information between parties.
5/2	How will the construction site be managed safely? Visualisations of potentially hazardous aspects to demonstrate how risks have been mitigated and for briefing staff.
5/3	How will the client be consulted with respect to detailed changes to designs during construction? Model based information and product samples shall be provided.
5/4	How will client witnessing of commissioning work be scheduled? Using a project management scheduling tool which is linked to the construction plan sequence.
5/5	How will evidence to support claims be presented? Model representations plus 3D scanned survey information as appropriate.
5/6	How accurate will the information be? Confidence level: design contingency of 2 to 5%.

Questions for Stage 06. Handover and Close Out

6/1	How will BIM be managed and exploited in this project? A contractual BIM execution plan and protocol for the project defining different levels of design maturity for each project phase, who will develop the content, to what standards, who will be authorised to use it, for what purpose, how it will be coordinated, who will own what and how information incompatibilities shall be resolved. This is to include the means and protocols for the communication of information between parties.
6/2	Does the facility meet the brief? 3D model, test & commissioning attribute information, performance simulations, room / other schedules, functionality assessment, life cycle carbon assessment, life cycle cost assessment.
6/3	What changes have been incorporated? Traceability information (configuration management).
6/4	What has been built? As built model Positional accuracy attribute information 3D laser or radar survey generated model information. Commissioning information comparing planned performance with actual.
6/5	What is the basis for a valuation? Schedule of quantities & cost build up.

6/6	How does a specific product / element perform? Object test result & date attribute information for transfer to FM systems. Update of O&M manuals to reflect amended [performance and settings.
6/7	How will the facility be operated? Associated operation guides and attribute information referenced and available for transfer to FM systems.
6/8	How is the facility to be maintained? Associated maintenance manuals and attribute information referenced and available for transfer to FM systems.
6/9	What is the relevant, Health and Safety information? Associated H&S attribute information.*
6/10	Is the life cycle plan confirmed? Maintenance information (see above) plus asset replacement plan attribute information for transfer to FM systems.
6/11	Information to run soft FM for actual products used? Referenced in model(s).
6/12	COSH data? Referenced in model(s).
Questions for Stage 07. Operation and End of Life	
7/1	How will BIM be managed and exploited in this project? A contractual BIM execution plan and protocol for the project defining different levels of design maturity for each project phase, who will develop the content, to what standards, who will be authorised to use it, for what purpose, how it will be coordinated, who will own what and how information incompatibilities shall be resolved. This is to include the means and protocols for the communication of information between parties.
7/2	Initial period aftercare: Are systems working? Inputs to the building post occupancy evaluation (POE): specifications (from COBie data set) compared to actual values for metered consumption of energy, CO2 emissions, water etc.
7/3	How do the specific products/ elements perform? Metered performance.
7/4	Years 1-3 aftercare: Are systems working and are the stakeholders' needs satisfied? Inputs to the building operational performance evaluation (BOPE) – specifications (from COBie data set) + inclusion of soft user perception ratings (comfort etc.). Metered consumption of energy, water etc.
7/5	How can the facility be decommissioned? Current as built model information combined with the original construction and commissioning sequencing information reviewed to obtain insight and guidance, including recyclability and safety information.

Appendix B3: Tender Questions

The following table shows examples of tender questions. (CLAW, 2014)

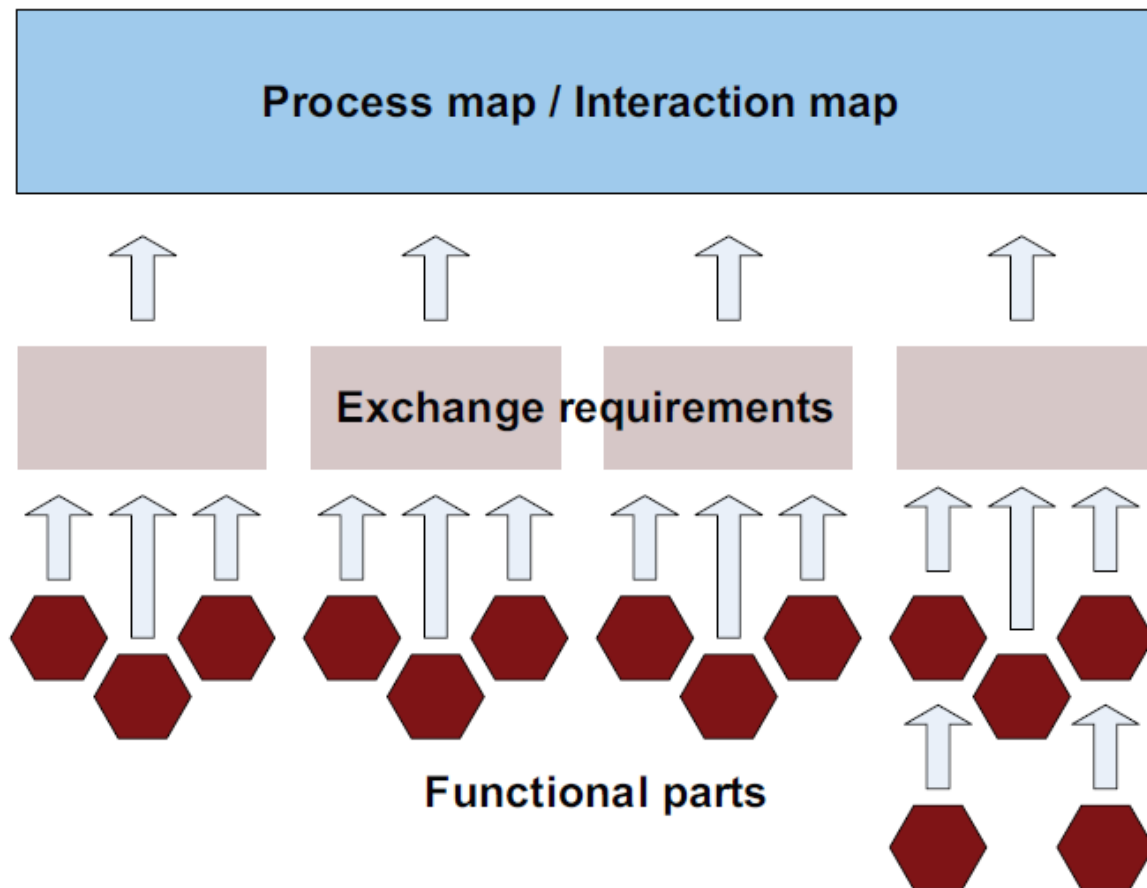
Q #	Question	Guidance notes (where applicable)	Format requirements	Weighting (%)
1	Design proposals and Building Information Models as required by the design brief			
1.1	Provide the Building Information Model(s) as listed in, and required by, the Project Brief and the Employer's Information Requirements, for each element of the project.	The Bidder shall submit models and COBie files which are compliant with the Employer's Information Requirements for the project. The models and COBie files will be compared against those issued for tender to establish: i. The fidelity of the information i.e. that the attributes and data contained within the tender models have been retained ii. That the origin points, orientation, levels and units have been maintained iii. The degree to which the models and COBie file have been developed iv. That the COBie file is compliant with the COBie specification listed in the EIR's	Native models and COBie file	x%
1.2	Provide a narrative on the BIM design and development process (rationale)	The narrative should describe how the Building Information Models have been developed from tender issue to tender return, giving a clear description of: i. What new elements, systems and components have been introduced	To be defined by the Employer	x%

Q #	Question	Guidance notes (where applicable)	Format requirements	Weighting (%)
		ii. For existing elements and components, what additional attributes have been added or populated iii. What additional models have been provided as part of the tender submission e.g. acoustic and day lighting models to demonstrate how the technical solution has been developed. iv. Where the information that appears in the COBie file is attributed to the models v. The order of precedence of the model files if data relating to a space or object appears in more than one model file vi. How the models have been aggregated and coordinated vii. Whether any external reference documents are linked to the model viii. The tools or workflows that have been used to create and aggregate the COBie file from the models		
1.3	Provide a short narrative on how the Bidder Proposes to utilise BIM in the Design, Construction and Management of this project. Give examples of projects where you have previously utilised BIM in this	Your answer should consider the following elements i. Design Delivery ii. Design Management, Coordination and Optimisation	To be defined by the Employer	x%

Q #	Question	Guidance notes (where applicable)	Format requirements	Weighting (%)
	manner	iii. Standard Design Elements iv. Design for Offsite Manufacture v. Costing (5D) vi. Planning (4D) vii. Collaborative and Common Data Environments viii. Supplier Management ix. Commissioning x. Operations & Maintenance xi. Health & Safety		
1.4	Provide the headings for your standard BIM execution plan	The headings and rationale should be explained to give an understanding of the underlying processes and tools that the BIM execution plan will establish, and how the template for the execution plan has been developed.	To be defined by the Employer	x%
1.5	List the key BIM tools you use, with examples of projects where these have been implemented.	This should include tools / software used for: i. Authoring ii. Aggregation and coordination iii. Analysis iv. COBie extraction and aggregation	To be defined by the Employer	x%

2	Capacity			
2.1	How many BIM trained users do you have and how do you plan to resource this project with staff capable of delivering BIMs and datasets?	This is relevant to the Office from which the work is managed and its relevant personnel. If BIM activities are to take place in a different office, please clarify.	To be defined by the Employer	x%
2.2	List your tier 1 main subcontractors and confirm how many BIM trained users they have and how they will resource this project with staff capable of delivering BIMs and datasets? How will you evaluate their capability?	If BIM activities are to take place in a different office, please clarify.	To be defined by the Employer	x%

Appendix C1: IDM Basic framework



IDM Basic framework (ISO 29481-1, 2010)

Appendix C2: V-CON's criteria for a data exchange standard

This appendix shows the criteria of V-con to the data exchange standards (V-CON, 2013).

Product Quality criteria

1. *Functionality: Completeness*

Criterion description	Importance for V-Con
The extent to which a standard is of sufficient breadth, depth, and scope for the task at hand, i.e. being able to represent infrastructure road information.	Current efforts of modelling the domain of road infra are severely hindered by the presence of multiple competing standardization efforts. The consortium feels that the standard in itself should be functionally rich enough to minimize the possibility of competing and non-compatible standards and support the wide range of application scenarios envisioned.

2. *Functionality: Compliancy*

Criterion description	Importance for V-Con
The extent to which a standard has the capability to adhere to other standards.	The consortium envisions a setting where existing standards in adjacent domains will provide hook-ups to these domains and serve to enrich and support standards in the domain of road infra information. Standards in the GIS domain are a prime example of standards the V-Con selection of standards should adhere to and connect with in order to provide an all-encompassing model of the road infra domain.

3. *Usability: Understandability, Learning Time*

Criterion description	Importance for V-Con
An indication of the time needed to understand the standard appropriately. For an implementer's role, this may entail time to implementation.	The consortium feels that the standard(s) selected should not be overly complex, in order to prevent uptake by both users and providing parties. Simplicity, mainly in the ideas and concepts behind the standard is of importance for successful adoption.

4. *Usability: Testability*

Criterion description	Importance for V-Con
An indication of the capability of the standard to be validated. This capability includes test facilities, services, procedures and documentation for the standard to be tested against.	The consortium feels that testability is of importance in order to provide users and providers with the possibility to assess the correctness of implementations of the standard. These test options may thus prevent variations in interpretation and incompatibility in interoperability between users of the standard.

5. Usability: Openness

Criterion description	Importance for V-Con
Refers to the implementation of open characteristics within the standard. These include accessibility of the standard for every potential user, without there being any financial or other barriers and use and re-use of the standard in implementation and further standards development.	The consortium considers this criterion to be essential to the selection process. Openness is regarded as a catalyst for adoption of the V-Con standard and support and acceptance by all users and providers.

6. Usability: Advancedness, Technical Advancedness

Criterion description	Importance for V-Con
Refers to the maturity of the technology used and the position in its life cycle. The underlying technology should be mature,	The consortium feels that the technology used should be current, future-proof and be able to support the goals and intentions of

7. Durability: Adaptability

Criterion description	Importance for V-Con
Refers to the capability of the standard to be adapted to different environments. This includes modularity (re-use) of parts of the standard where applicable, the capability to deal with dynamic content and keeping a stable version meanwhile and the possibilities to extend the standard.	The consortium considers this criterion to be of very high importance. The V-Con standard has to be able to support flexible, dynamic information structures (or libraries) on top of a stable core model. At the same time, it has to support an evolutionary growth path from current practices, e.g. within RWS and TRV.

8. Durability: Maintainability, Localizations

Criterion description	Importance for V-Con
Refers to the possibility of the standard to support localization for specific country and/or business use. This means that the standard should have extension mechanisms in place to support these variations and specific requirements.	The consortium considers this criterion to be of great importance. The V-Con standard will be developed with international support and uptake in mind, starting with the implementation of requirements and wishes of the four current consortium partners. Extensions for localization should be able to support these requirements and provide a base for future localization of other countries and/or organizations.

Process Quality

9. Development & Maintenance: D&M process

Criterion description	Importance for V-Con
Refers to the capability of the D&M process to suit a particular standardization environment. This means that the D&M process should be set up in such a way, that it guides developers of the standard in achieving a quality result. This means that there is ample documentation of the D&M and review process, the use of	The consortium feels that both maturity and stability of a strong organization are important for achieving success in setting the standard. According to the consortium, the main part of this requirement boils down to having both stability and maturity in D&M and governance (see next item). This means that the activities and

methodologies for development and tooling support, the openness of the process and the agility to support both planned and unplanned changes.	development of V-Con should be embedded in an organization that employs a well-established D&M process.
---	---

10. Organization: Governance

Criterion description	Importance for V-Con
Refers to the organization of decision making in the standard setting process. This includes openness of decision making and the extent to which all stakeholders are involved.	The consortium considers governance

11. Organization: Fitness

Criterion description	Importance for V-Con
Refers to the suitability of the standardization organization for the job, the capability to support the standard appropriately. This includes reputation, expertise within the organization and quality of its community.	The consortium feels that the fitness of the organization is of importance to the success of the international development of the V-Con standard. The expertise available in the international setting, the alignment with related developments and the quality input of community members, are vital to widespread acceptance and support of the standard.

Quality in practice

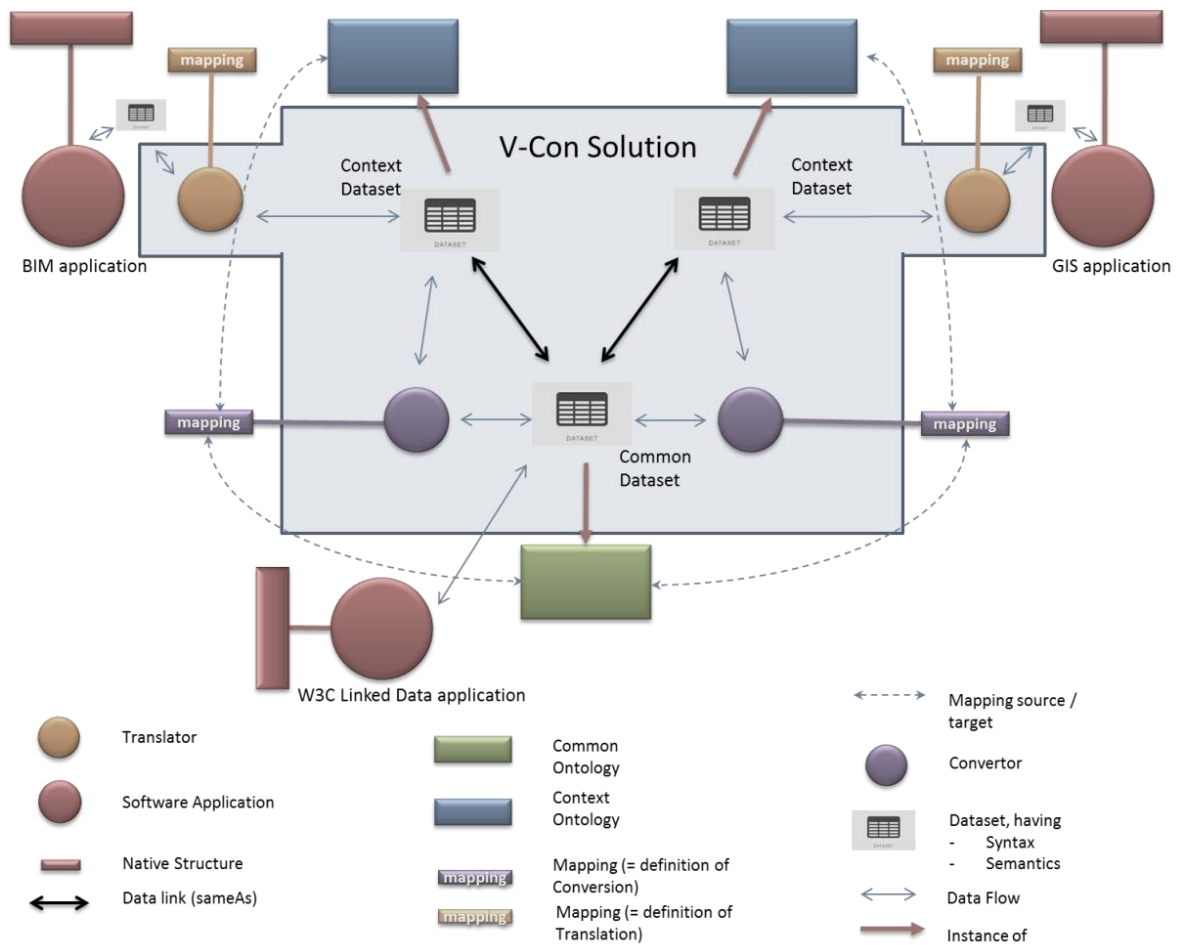
12. Acceptance: Solution providers

Criterion description	Importance for V-Con
Refers to the extent to which the solution providers have accepted the standard. This includes implementations in end user products, services and the availability of implementation tools and support.	The consortium considers support by both the supplier side of infrastructural market and support by vendors of software used in the infrastructure of great importance. The uptake of the V-Con standard highly depends on the products support of solution providers.

13. Acceptance: End users

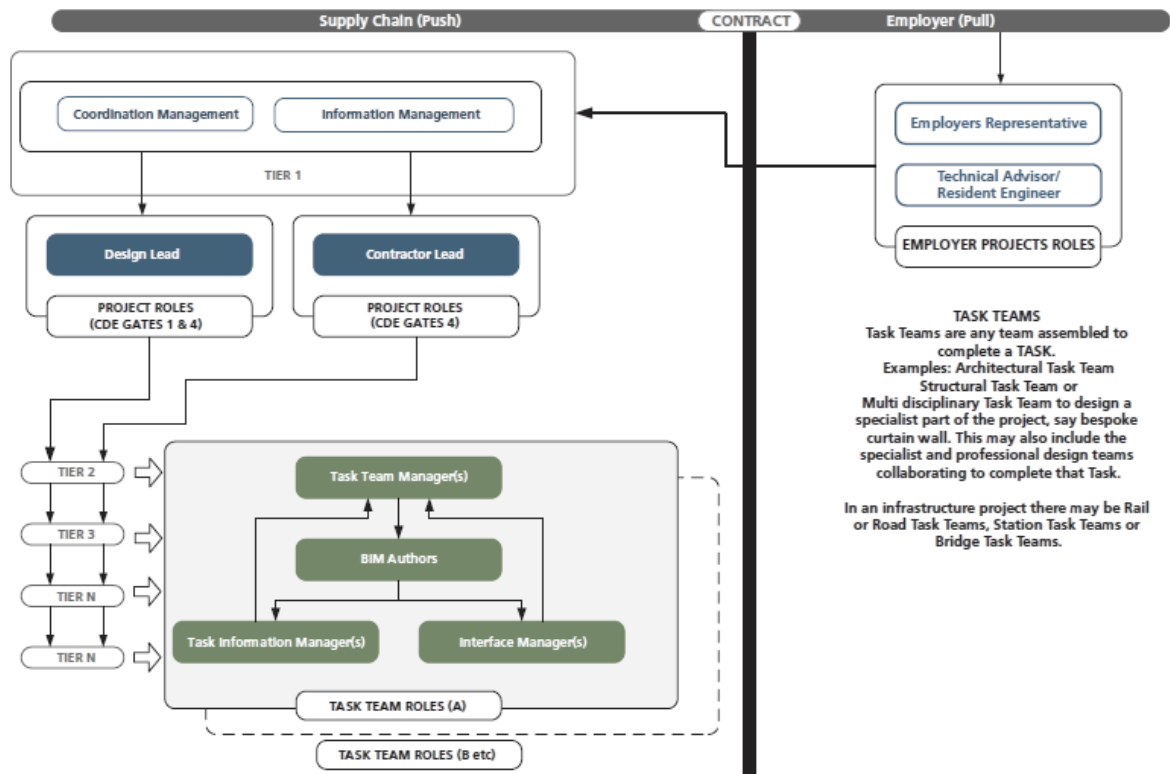
Criterion description	Importance for V-Con
This refers to the extent to which (intended) end users have adopted the standard.	The consortium naturally considers support by the consortium (user) partners of prime importance. This means that both within TRV and RWS support for the V-Con standard should be prevalent throughout both organizations. Other road authorities should in turn be (made) similarly supportive of the V-Con standard.

Appendix C3: V-Con solution



Overview of the v-con solution and its environment (G.A. van Nederveen et al., 2015)

Appendix D: Roles and responsibility scheme



Roles, responsibilities and authorities (British Standards Institution, 2014b)

Appendix E1: IP of Contract Document ILS 1.0

Confidential

Appendix E2: Metadata of Contract Document ILS 1.0

Confidential

Appendix E3: Analysis reviewed EIR to ILS

Table 1: Technical Items of the EIR

Item	Response UK BIM Task group (BIM Taskgroup, 2013b)	Reviewed for the Dutch road infrastructure	ILS
Software Platforms	The ability of the bidder to work with these platforms should be made clear The EIR should not dictate a software solution	Open standards should be independent from software vendors. (G.A. van Nederveen et al., 2015)	Contractors are independent from software vendors. Ability of bidder is no pre condition for the contract.
Data Exchange Format	Should require: 1)Native data for BIM applications, 2) COBie and 3)PDF Files	1) Native data for BIM or GIS application (G.A. van Nederveen et al., 2015), exchange through a COINS container 2) Data drops determined by VISI framework(BIM loket, 2016b) with a modified COBIE for GIS applications and for Dutch construction roads 3) Text documents and drawings (i.e. word, IFC, CITYGML) (BIR, n.d.)	Elaborated description of COINS for delivering data. VISI is prescribed in the ILS. The contractor should establish the VISI framework. Modified COBIE is not present Also formats for documents are prescribed in appendix B of the ILS.
Co-ordinates	Co-ordinates standards should include: Spatial coordinates Origin rotation Offsets Datum information Units to be used	Coordination standards that should be used for GIS applications: Mandatory: BGT (Ministry of Infrastructure and the Environment, 2013a), describes 'RD-stelsel' Optional: IMGEO (Ministry of Infrastructure and the Environment, 2013b)	RD-stelsel is described in IP1 in the ILS.
Level of Detail	Should include expected LOD at each work stage	For 3D application NLOD is applicable. LOD for 2D GIS can be achieved by the level of accuracy.	LOD for 3D is not part of the ILS. For 2D GIS applications, accuracy is not prescribed for each work stage.
Training	Details of training for the specified client, regarding applications	With the use of COINS API's or the V-CON solution, it is possible to convert different ontologies from different parties to a CMO which could be applicable for the client's software. Training is still required, because of the file based exchange	Training regarding CMDB is not prescribed in the ILS

Table 2: Management Items of the EIR

Item	Response UK BIM Task Group (BIM Taskgroup, 2013b)	Reviewed for the Dutch road infrastructure	ILS
Standards	Mandated standards: PAS 1192-2 Supported by BS 1192 COBIE-UK 2012	For GIS applications, mandated: BGT 1.1.1 (Ministry of Infrastructure and the Environment, 2013a) Recommended: ISO 29481-2:2012 (VISI) ISO 55000	VISI is prescribed. ISO 55000 is not mentioned in the ILS.
Roles and Responsibilities	Is set out in PAS 1192- 2: Appendix D: Client Technical Adviser (TA); Project Delivery Manager (PDM); Information Manager; Lead Designer; Task Team Manager;	Is also applicable for the Dutch road infrastructure. In infrastructure sector there may be Road task teams or Bridge task teams (British Standards Institution, 2013).	Roles and responsibilities are part of VISI framework, which should be established by the contractor, after the award.
Planning the Work and Data Segregation	A Statement that information should be managed in accordance with PAS 1192-2. Fully documented procedures are required in the BEP.	A statement that the information should be managed according to the process described in the National BEP. It describes the 'how' to BIM (BIR, 2016). Amendments for road infrastructure is needed. PAS 1192-2 is not mandatory in the Dutch road infrastructure. VISI plays an important role in planning the data segregation	VISI is used as a tool to manage the information process.
Security	The employer should define how they want to secure information used on the project by defining security standards.	This is also desired for Dutch road infrastructure.	Not prescribed in the ILS. However, it is implemented in the process of SAAOne.
Coordination and Clash Detection	Request for: Clash detection process Technical query workflow Tolerance strategy Clash resolution process	Agreed processes will be defined in the BEP. (after winning the contract) A Pre-BEP is desirable to demonstrate the contractor capability to coop these requirements.	Not prescribed in the ILS.
Collaboration Process	Collaboration process to demonstrate the capability of the tender. Pre-BEP should be input for this requirement	Agreed processes will be defined in the BEP (after winning the contract). A Pre-BEP is desirable. CB-NL should be used for semantics	Here VISI is used for the demonstrating process of collaboration between companies. CB-NL is not used. Same 'language' required.
Health and Safety/ Construction	Details of how BIM enabled processes will be used to manage the	Also desired for Dutch Road infrastructure. V&G (Veiligheids- en	V&G documents are prescribed in the ILS

Design Management	employer's and supplier's H&S/CDM obligations	Gezondheids) Plan,	
Systems Performance	Should require IT restrictions: Model size Software uses Access to free viewers Security issues	Should also include the ability to develop COINS API's for the bidders: Specific software uses Model size	No use or required of COINS API's
Compliance Plan	Should require information and data compliance requirements (maintain the model)	Plan for systems engineering for verification and validation process.	The project team is held responsible for maintaining the model.
Delivery Strategy for Asset Information	Confirmation of the Information exchange format for the AIM, when delivering the model. Should be delivered in the COBIE 2012 format	COBIE is focused on the building industry and its facility management. For road construction asset management requirements differ from COBIE. COINS should be used as data exchange from the PIM into the AIM.	COINS is used as delivery data exchange format.

Table 3: Commercial Items of the EIR

Item	Response UK BIM Task Group (BIM Taskgroup, 2013b)	Reviewed for the Dutch road infrastructure	ILS
Data Drops and project deliverables	Details of information requirements: Schedule of work stages; Alignment of data drops to the work stages; Key purposes of data drops; Specific Information requirements from the data drops, defined as response to the PLQ	Data drops should be determined with VISI, where it is established, who is delivering what and when. It should contain the asset information needs from the client	VISI is described in the ILS to establish the data drops. The contractor is responsible for setting up the VISI framework. In the ILS version D1 a scheduled data drop is missing
Client's Strategic Purposes	Should state the purpose of the information: 1) Registration 2) Use and utilization 3) Operations 4) Maintenance and repair 5) Replacement 6) Assessment and re-use 7) Impacts 8) Business case 9) security and surveillance 10) Regulations and Compliance Wider sets of purposes should be stated	Wider sets of purposes are dependent on the business process. ISO55000 should be used to define the business process	For each Information Package the goal and scope is described. For ILS version D1 those are the goal and scope for: 'Basic information for asset management' and 'documents for asset management'
BIM Specific competence assessment			
BIM Capability and Experience	1) BIM experience 2) BIM capabilities 3) Out-sourced roles	No amendments are needed	No BIM competence assessments required in the ILS
Evidence of BEP	1) BEPs 2) Lessons learnt	No amendments are needed	Idem
Confirmation of BIM toolset	1) PAS 1192-2 2) COBie UK 2012	Amendments of PAS 1192-2 COBie UK 2012 is not relevant for construction roads	Idem
Details of BIM workload and resourcing	1) Resource matrix 2) Outsourcing details of services	Is described in the Dutch National Model BEP (BIR, 2016)	Not required in the ILS
Principal Supply chain	1) Key supply chain partners 2) Expected outputs 3) Assessment process	No amendments are needed	Not described in the ILS

Appendix F1: Interview set up

A Checklist for Interview Researcher

Preparation

- Conduct a literature review on the topic of interest. Sources to be used include journal articles, books/monographs, and conference papers.
- Conceptualize the literature around the topic. Look for themes emerging from the literature that may be applied to the research.
- Based on the topic and the review of literature, make an interview plan (substantive frame) of interviewees and content.

Logistic Considerations

- Develop a budget for your research.
- Prepare materials necessary for interview: tape recorders, microphones, tapes, and notepads, among others.
- Prepare a schedule of research.
- Check with Institutional Review Board (IRB) concerning research regulations, and secure IRB approval if required.
- Develop a consent form

Developing an Interview Protocol

- Be clear about the goals to be achieved in the interview.
- Determine a time limit for each interview.
- Develop interview questions.
- Develop an interview protocol.
- Do some preliminary interviews to try out your protocol

Respondents

- Identify respondents:
 - Key informants: people who are experts in an area, or people who are key witnesses to an event
 - Sample of representatives: selection of people from a population
 - Convenience sampling: selecting respondents because they are what we can get

- Recruit respondents:
 - Be prepared to explain to potential respondents about the study
 - Consider various recruiting strategies: phone calls, email, formal letter, or a combination of these
 - Some kinds of sponsorship may be needed in some cases in order to approach a potential respondent.
- Schedule interviews with your respondents who agree to participate

Interviewing

- Getting started
 - Introduce yourself and your project to the respondent
 - Ask the respondent for permission of taping
 - Ask the respondent to sign the consent form, explain to her/him if necessary

Data Analysis

- Issue-Focused Analysis: what could be learned about specific issues from the respondents
- Coding: link what a respondent says to the concepts and categories of the study.
- Sorting: organizing excerpts of interview according to concepts and categories
- Integration: Making sense of the sorted interview data

Report Writing

- Keep your audience in mind: academic, professional, clients who commissioned your study, general reader, or a mixture of these?
- Watch your tone: you can be an advocate, a critic, or a detached reporter.
- Use excerpts as illustration and evidence of your arguments.
- Keep confidentiality of your informants.

(Stanford University, 2003)

Appendix F2: Interview PMS Coordinator (SAAone) Schelto Scheltens

0:20 Wat is asset management voor jou en wat is de rol van SAAone daarin?

Asset Management is in zijn compleetheid niet alleen beheeren maar ook operatie. De verantwoordelijkheid van Saaone is alleen beheer, en geen operator. Een volledige asset management taak is dat je de volledige keten beheert. In de infrastructuur is dat nergens geborgd. We praten in een DBFM contract alleen over beheer en niet over operaten. En we praten niet over een DBFMO contract. In een DBFMO contract kan je ook de operation doen. En daar zien we dat de raakvlak met de opdrachtgever komt. Want zij zijn de operator en wij zijn verantwoordelijk voor het voldoen aan die eisen, zodat de operator zijn werk kan doen.

2:29 Wordt er alleen gekeken naar het vertalen van die eisen of kijken jullie ook naar de 'o' van operaten?

Conform de eisen IP1 en IP2 wordt er geleverd. Een heleboel van die informatie dat gevraagd wordt is heel kort cyclisch en gaat niet over operaten na die 25 jaar. Wat ik nu zie is dat een heleboel informatie gevraagd wordt dat gericht is op maintain, maar die eigenlijk op een hoger strategisch niveau gevraagd zouden moeten worden. Nu hebben we een volledige decompositie van infra met daarbij alle informatie die we aan die infra doen als zijnde het vertrekpunt van wat je zou moeten vastleggen. Als je vanuit een operate functie kijkt dan is het belangrijk waar heb je storingen en waar functioneert het niet. Maar uiteindelijk wil je als operator weten, waar wil je investeren en waar moet ik budget reserveringen gaan doen. En die rol komt pas over 25 jaar naar je toe. Binnen een DBFM overeenkomst ben ik vandaag de dag verantwoordelijk. En als ik niet voldoe leidt dat tot kortingen in mijn contract som. Er is mij alles aan gelegen om te voldoen. Alleen je ziet daardoor dat heel veel informatie gevraagd wordt waarvan ik mij echt afvraag wat je ermee gaat doen vanuit het niveau over 25 jaar. En als het gaat over asfaltlagen dat snap ik. Maar over type lamp is helemaal niet relevant. Er is geen balans wat is relevant over wat relevant over de besluitvorming over 25 jaar. Daarover zou ik met RWS in gesprek willen gaan van wat is nu echt informatie op basis van lange termijn keuzes en wat is informatie waarvan je mag veronderstellen dat ik dat als deskundig aannemen uitvoeren en doen. Hoe ik dat verantwoord en hoe dat dan dan weer conform ILS en OTL. Je krijgt een heleboel informatie waarvan je uiteindelijk relatief weinig mee doet. Je kan via ILS en OTL veel vragen, maar daarbij leg je een enorme druk op de markt waarvan je zelf de vraag moet stellen wat moet ik ermee doen.

6:06 In hoeverre kan je stellen dat je eerst moet kijk naar de rollen en op basis daarvan je behoefte vaststellen om vervolgens informatie te eisen?

Ik draai 'm om. We hebben een functionele decompositie dat is neergelegd waarin feitelijk alles wordt gevraagd. En ik zeg wat zijn onze risico's welke informatie is voor jou nou echt wezenlijk nodig om jouw lange termijn strategie te bepalen als overheidsinstantie om jouw reserveringen naar de toekomst te maken. En dan is het één

is belangrijker dan het andere. Focus je dan op wat belangrijk is, wat er echt toe doet om die afwegingen te maken. Regel dat goed in. Zorg dan dat die informatie goed is geembed in de besluitvormende processen van de opdrachtgever, zorg dat de aannemerij die informatie levert en ga van daaruit zeg maar je schil oprekken om te kijken wat is nu echt relevant om met elkaar te delen. In plaats van een theoretische kader waarin je volledige functionele decompositie doet maar dan vervolgens een klein deel gebruik van maakt. En dan kom je op hoe betrouwbaar is informatie, hoe actueel is informatie hoe zorg je ervoor dat je precies weet waar overal staat. En dan is de inspanning om dat continu met elkaar uit te wisselen. Het is de vraag hoe dat verhoudt met wat je mist qua informatie in de besluitvorming. Dus het is nadrukkelijk vanuit wat is het doel van waarom je informatie verzamelt. En er is voor mij een groot verschil in het leveren van gegevens het doel van wat je ermee wilt gaan doen. Het is weliswaar een verplichting vanuit de overeenkomst, maar het doel schieten we voorbij. Wat is het doel en waar kunnen we elkaar helpen. Daar geloof ik in. Als we dat samen weten te bewerkstelligen dan gaan asset management bedrijven. Wat je heel veel ziet dat vanuit een project heel veel as-built documentatie wordt geleverd. As-built situatie is heel andere informatie dan asset management informatie.

9:29 Kunnen de as-built tekeningen niet gebruikt worden voor asset management?

Ik denk, maar dat kan ik niet onderbouwen, ik denk dat je van alle as-built tekeningen dat je misschien maar 10% gebruikt voor asset management operations. Informatie als trend analyse van verkeersstroom is ook voor asset management, maar dan de hele brede context. Alleen dan is de vraag moet je op dat moment precies weten hoe de sterkte berekeningen van je beton zijn geweest bij het kunstwerk dat je gebouwd hebt om moet je zeggen mijn kunstwerk is ontworpen voor deze verkeersstroom. Dat is de maximale belasting die erover kan en past de ontwikkeling van mijn verkeersstroom nog op de uitgangspunten van het ontwerp. Lees: moet je al die afzonderlijke documentatie van dat kunstwerk precies weten om die afwegingen te kunnen maken. Vanuit verkeersstroom kijk je naar de functie van het object, maar vanuit het bouwen kijken je vanuit technisch perspectief hoe je bent gekomen tot dat kunstwerk. Dus de ene is bottom up, terwijl de vraag top down is. Technische specificaties zijn wel nodig, maar niet voor asset management. Technische tekeningen kunnen bedoeld zijn voor asset management, maar er moet dan ook een onderscheid gemaakt worden in Project Information model en Asset Information model. Dus AS-built is in mijn ogen veel meer je PIM, dus hoe ben ik er toe gekomen, hoe zorg ik ervoor dat al die informatie er komt. En ergens kom je tot de conclusie dat je meer behoefte hebt hebt dan PIM. En dan ga je kijken naar ik heb meer behoefte dan waar mijn infra op ontworpen is, dan ga je terug naar je PIM om te kijken naar hoe is het nu precies gebouw en hoe moet ik inhaken om ervoor te zorgen dat er meer vervoer bij komt. En dat is voor mij een ander manier van denken. En wat je traditioneel ziet is vanuit oplevering kijken we heel erg van wat heb je gebouwd dat zit vooral in de ILS. Dat is relevante informatie en moet vastgelegd, maar dat is redelijk statische informatie. Daarna moet je kijken van welke informatie dat meer dynamisch gevraagd is, storings onderhoud. Hoe relevant is dat in relatie tot het contract dat je hebt. En wil je dat allemaal via CMDB vastleggen? Want dat vraagt een hele andere benadering. Want uiteindelijk gaat het over kostenbeheersing en dat je

trade-offs kunt maken: wat kost het om te functioneren en is de techniek nog goed. Maar wat je nu in dit soort contracten ziet is dat de looptijd zo lang is, dat je binnen die 25 jaar mogelijk hele andere technieken gaat toepassen. Wat is dan de relevantie om al die onderhoudshistorie vast te leggen? Daar zit tussen de contractvorming enerzijds en de besluitvorming operaten en asset owner anderzijds daar zit een mismatch. Bij design en build is je as built belangrijke informatie en die moet dan gewoon vastgelegd worden. Want de asset owner moet weten wat er gebouwd is en dat is geen punt van discussie. Dat mag hij van iedere aannemer verwachten te leveren. Sterker nog je bouwt iets zonder ontwerp en je verifieert of je ontwerp is gebouwd. Dus dat je al die informatie dan hebt is evident want anders weet je niet wat je krijgt. Dus heel die oplevering vindt plaats. Dus je ziet dat het totstandskoming proces van wat je bouwt tot aan oplevering dat is een proces dat al ingeregeld is. Daaroverheen zetten ze nu een CMDB. En dat is een proces wat er dus naast staat. Want dat oplever proces dat is al een bestaand iets. En je ziet dat daar de taal nog niet altijd even eenduidig is, terwijl het om dezelfde informatie gaat. De traditionele informatie beschouw ik als PIM. Daarover als ik nu iets bouw wat nieuwe technieken in zich heeft, dan wil ik wel graag weten wat zijn nu de uitgangspunten die je als ontwerper hebt gekozen om die technieken toe te passen en wat betekent dat dan voor mijn onderhoud. Daar raakt het elkaar. Dus feitelijk wil je een abstract uit jouw ontwerp hebben om waar moet ik nu rekening mee houden hoe kan ik ervoor zorgen dat die functie gewaarborgd blijft. Daar wordt het asset management. En asset management. Je kunt als je echt naar het life cycle redeneren gaat denken dan kun je als Asset manager de meeste invloed uitoefenen op het moment dat je gaat ontwerpen.

18:00 Welke gegevens zijn niet noodzakelijk vanuit project informatie voor asset management?

Wat is de looptijd van de definitie van asset management. Als je vanuit de looptijd als asset owner over lifecycle gaat nadenken dan is die statische informatie van je as built is onderdeel voor asset management. Alleen, het kort cyclische gaat veel meer over heb ik storings, welk onderhoud doe ik? Hoe zorg ik dat ik aan de eisen voldoe? Dat is heel veel informatie wat relatief gedetailleerde informatie is. Als Asset owner wil je weten dat de functie gewaarborgd is. En wat de aannemer daarvoor precies allemaal doet vanuit gaande dat het de verantwoordelijkheid is van de aannemer dat is gecontracteerd. Daarmee weet je wat je jaarkosten zijn om binnen een DBFM is het niet verbijzonderd. Dat maakt het wat lastig. Dus je wilt feitelijk weten wat zijn je jaarkosten aan onderhoud om die functie te blijven waarborgen. Daarbij vragen ze heel veel detail informatie uit, die eigenlijk niet relevant is. Dus volgens mij kun je daar op hele andere levels informatie met elkaar overeenkomen om invulling te geven aan de vraag als asset owner iets ermee te doen. En daar moeten we elkaar veel beter begrijpen. En daar zullen we veel meer de gesprekken over moeten voeren. Wat is nu relevant in jouw bedrijfsproces voor die informatie.

20:33 In hoeverre zou dan de informatie behoefte afgestemd moeten worden met de opdrachtgever, de opdrachtnemer en de beheerder?

Je moet vragen wat is de toegevoegde waarde in het proces. Als je naar de ILS dan is de ILS zo generiek op geschreven dat het eigenlijk niets zegt. Maar er is niet gedefinieerd wat dat dan precies betekent. Dus het is zo generiek opgeschreven dat voor de markt onduidelijk is wat je dan moet leveren.

21:56 Zien jullie jezelf als onderdeel van de lifecycle van de asset van de opdrachtgever?

Daar waar het binnen het contract betreft zien wij ons als onderdeel van asset management. Dus daar waar het contract bepaalt lifecycle benadering te kiezen. Dat is goed. Dus waar in een traditionele contracten een soort van overdrachtmoment is geborgen van kijk wij hebben het gemaakt en gebouwd en alsjevblieft hier is het weer. En dan is het de challenge is om te kijken of er gebouwd is wat de opdrachtgever gevraagd is. En als dat dan overgedragen is. Dan behoor ik nog wat garantie te geven en that's it. En binnen het contract heb je een heleboel elementen, die gewoon een kortere levensduur hebben dan het contract. Dat is mijn verantwoording vandaag de dag. Want met een contract van 25 jaar heb ik natuurlijk veel meer verantwoordelijkheid over het toepassen van goede asfaltlagen dat ik in het verleden had. En dus het mechanisme van het contract van vandaag dat dwingt mij om die afweging anders te maken. Terwijl vanuit traditionele contracten je aan de minimale eisen moet voldoen en als je dat hebt gedaan en je levert inderdaad met je garantieperiode dan voldoet het. En dan ben je klaar.

23:53 Kijken jullie als SAAone alleen naar 'm' van maintain of kijken jullie ook naar de 'o' van operations bij een DBFM contract?

Er is echt vanuit kostenheersing keuzes gemaakt. En asset management is kostenbeheersing. Langer dan 25 jaar kijken wij niet naar. Want wij kijken hoe vaak moeten wij overlagen, hoe vaak moeten wij groot onderhoud plegen. Wij kijken niet na de 25 jaar, behoudens dat er bij het ontwerp wel eisen meegenomen zijn dat het kunstwerk niet na 25 jaar mag instorten. Dat zou wel heel bijzonder zijn. Aan dat ontwerp van dat kunstwerk is wel gezegd: dat kunstwerk moet 100 jaar mee worden gegaan. Daarbij is de robuustheid van je ontwerp getoetst. En dat is ook van belang voor je opleverstraat. Of die nu 99 jaar of 110 jaar meegaat dat weet niemand. Want daar kom je nu ook in, een brug was 100 jaar geleden was ook een brug. Een andere brug dat je vandaag de dag wilde. Dus de looptijd van dat soort levensduur, de economie ontwikkelt zich zoveel sneller, dat gaat over ons leven heen.

26:08 Als een trade-off keuze gemaakt moet worden dat invloed heeft op de asset. En je hebt de keuze tussen 50 jaar levensduur of 100 jaar levensduur. Zou dan de keuze voor de 50 jaar levensduur vanzelfsprekend zijn?

Dat klopt, alleen qua ontwerpkeuzes worden wel andere eisen gesteld. Die zijn gespecificeerd door Rijkswaterstaat. Je hebt een aantal eisen die gesteld worden aan levensduur van een kunstwerk wat je maakt. In eisen wordt de 'o' veel meer vertaald. Maar in ontwerp zijn andere eisen gesteld. Dus je hebt een aantal eisen die gesteld worden vanuit levensduur van het kunstwerk dat je maakt. Het is niet zo dat een brug na 25 jaar instort, dus er worden wel eisen gesteld voor langere tijd. Dat wordt in eisen veel meer bepaalt.

27:06 Dus er wordt wel aan de 'o' gedacht voor de lange termijn?

Ja, maar dat is iets anders dan wat je via de ILS moet leveren. Je hebt eisen die als input dienen voor je ontwerp, op basis van je ontwerp ga je bouwen en heb je je as-built documentatie conform de ILS levering, dat is met name statische informatie. Daaroverheen komt: nu heb je dat ontworpen en gebouwd, door welke invloeden kan dat sneller degenereren. Want dat is wat uiteindelijk voor de asset manager van belang is. Als je beton hebt wat niet goed is, dan kom ik tot een vakgebied dat niet de mijne is, wat niet goed is aangehaakt, waardoor de zoutoplossing in die beton constructie komen, waardoor met water wordt overbelast dan moet je wel reparaties uitvoeren. En is dat een gevolg van een uitvoeringskeuze of is dat als gevolg van veranderende weersomstandigheden waardoor andere degradatie gedrag. Dat is altijd heel moeilijk vraagstukken om te beantwoorden. Want als je inderdaad niet het juiste beton hebt toegepast met als gevolg dat daardoor de schades optreden dan ga je terug naar de statische informatie. Welk beton is gestort? Ben ik als aannemer daar tekort geschoten? Als dat andere invloedsfactoren zijn omdat er bijvoorbeeld veel meer verkeer over gaat. Dat zijn moeilijke. Want vaak is het een samenwerking van of het een of het andere. Daar zie je dat Asset management de verbindende sleutel in. Alleen gaat het er dan welke informatie is nu echt van belang om jou te helpen die afwegingen te maken. Daar ligt die heel erg. En ik geloof erin dat we dat gesprek in de markt moeten gaan voeren. Ik geloof er ook in dat er vanuit de as-built documentatie aangeleverd moet worden, dat houdt ook in dat je in je asset management proces informatie moet leveren. Alleen welke informatie vanuit je asset management echt relevant is in je afweging om vervolgstappen te kunnen maken. Daar is nog heel veel over te winnen. Met name de beheerders.

30:50 In hoeverre vind jij dat er gesprekken gevoerd moeten worden met de beheerders van RWS?

De ILS is zodanig geschreven dat je er van alles onder kan verstaan. En feitelijk wil je, de OTL geeft beter aan wat de ontrafeling van objecten met de specificaties waar je het over hebt. Dat framework van de OTL is zo enorm breed dat het bijna niet te doen is, die informatie continu te blijven actualiseren. Dus de betrouwbaarheid van die informatie die moet je dan afvragen of het helpt om jouw besluit goed te kunnen maken. Wat is je betrouwbaarheid van je informatie en hoe relevant is die informatie in jouw besluitvormingsproces. Die vraag ligt er voor mij aan te grondslag en als je die vraag goed weet te beantwoorden dan kan je zeggen 'die voegt informatie toe'.

32:14 Ligt de vraag niet bij de frequentie van het actualiseren voor de betrouwbaarheid van informatie?

De vraag begint eigenlijk met welke informatie relevant is in de besluitvormingsproces van de opdrachtgever om afwegingen te maken. Want dan ga je namelijk veel gericht informatie verzamelen. En daar geloof ik in. En alles uitvragen en alles leveren. Daar geloof ik niet in. Wat is relevant? Water op de weg is een relevante gegeven. De vraag is: Waarom komt er water op weg. Is dat omdat de waterafvoer niet goed is: is SOAP nog

wel goed schoon, zodat het water op de SOAP afgevoerd kan worden dat is wel van belang. Tenzij ik drie keer binnen de looptijd asfalt moet vervangen. Want wat heb ik er aan gehad dat ik het drie keer heb gestuurd Als je heel veel data hebt vanuit BIG data, dan kan je goed analyseren, maar als de betrouwbaarheid van de data niet goed is, dan is je analyse ook niet goed. Dus in mijn ogen moet je veel meer kijken naar welke informatie is relevant om vast te leggen. Zorg ervoor dat die informatie goed vastligt. Dan is je betrouwbaarheid van je analyse ook goed. Daar ligt volgens mij een win win. Want dan is betrouwbaarheid aan de kant van de asset owner hoger en de inspanning vanuit de markt is lager. Daar ligt voor mij de win win situatie, want uiteindelijk ben je als asset owner daarbij gebaat dat de betrouwbaarheid van je analyses omhoog gaan en dat je daarmee een betere afweging kunt maken. En Big data is natuurlijk, dat is echt wel een ding, daar kun je ook heel veel uithalen. Dat wordt met alles met wat we met z'n allen de komende 10 jaar ontwikkelen alleen maar meer en groter. Alleen de vraag is, is de inspanning die nodig is om alles vast te leggen, zonder dat je weet wat je er ooit mee gaat doen. Weegt dat op tegen de betrouwbaarheid. Daar zit het voor mij.

36:16 Dus samenvattend, waar zou volgens jou de informatie eisen op gebaseerd moeten zijn?

Wat is voor jouw als overheid belangrijk voor jouw besluitvormingsproces. Dus welke informatie is nu echt relevant voor jouw besluitvormingsproces.

37:08 In hoeverre denk jij dat het van invloed is dat de opdrachtgever zijn beheerssystemen op orde dient te hebben voor het stellen van de juiste informatie eisen?

Het gaat zeker helpen als het beheerssysteem op orde is. Ik geloof erin dat als je het beheerssysteem op orde hebt gerichtere vragen kunt stellen. Ik geloof erin dat om daar te komen dat je ook met heel veel benchmark getallen kunt werken. Met benchmark getallen kun je makkelijker tot dat soort inzichten komen dan al die afzonderlijke informatie op te vragen. Want je zou ook kunnen zeggen, als je kijkt naar het contract als hier, is het niet functioneren leidt tot kortingen. Dat zijn ook kengetallen waar je iets mee kunt. Alleen die contractvormingen zijn in de landen allemaal anders. Dus waar er RWS in zijn bedrijfsvoering na moet denken is hoe gaat zij om met al die informatie stromen vanuit verschillende contracten. Daar ligt ook nog wel een uitdaging. En dan zou ik ervoor opteren om naar groeimodellen te zoeken, van hoe zorg je ervoor dat er een groeimodel komt. Hoe zorg je ervoor dat je zegt dit vind ik wel relevant en dit vind ik minder relevant en dit vind ik niet relevant. Daar komt het iedere keer op terug.

39:44 Wat zijn volgens jou nog belangrijke factoren om het proces te stroomlijnen?

Wat denk ik heel relevant is is dat: asset management staat nog in de kinderschoenen. En dat betekent dat je heel goed na moet denken: hoe kom ik verder. Hoe wil ik geforceerd daar stappen in zetten? En als je echt als asset owner wilt opereren dan moet je ook de verschillende fases moeten doormaken. En in de huidige samenwerking tussen opdrachtgever en opdrachtnemers zie je dat daar de opdrachten heel eenduidig zijn beschreven. Dat maakt dat ik als opdrachtgever dat maakt wat je vraagt. Vanuit het perspectief van de opdrachtgever: ik vraag of jij dat kunt bouwen. En daar schrijf ik daar op in. En als ik dat op de beste conditie doe. Dan krijg ik dat werk en dan ga ik dat

bouwen. De afweging die de overheid maakt hebben soms ook niet een langere looptijd dan die 5,6,7 jaar. Dus wat is de doorkijk die de overheid nu zelf heeft om die lange besluitvormingsprocessen en welke informatie is in tijd dan belangrijk om die besluitvormingsprocessen vorm te geven. Volgens mij moet daar vooral de discussie over gaan en dan is de tooling is daar ondergeschikt aan. Daar waar ik nu het gevoel heb dat de tooling bovenschikt is. Tooling is bijvoorbeeld CMDB. COINS is een manier om informatie uit te wisselen. Ook daar zijn wij aan het verkennen.

42:44 Wat vind jij ervan dat deze ontwikkelingen gelijktijdig lopen?

Je moet heel goed nadenken: wat is het groeimodel wat ik voor ogen hebt. Asset Management kent verschillende fases. Van brandweergroep tot asset owner. Wil je die verschillende fases doorlopen, dan bij al die verschillende fases komen nieuwe ontwikkelingen. Ik denk dat wij op onderdelen de brandweergroep voorbij zijn maar gelijktijdig zijn wij nog steeds een brandweergroep. Ik denk dat wij en RWS nog in de beginfase zitten. Bij RWS als je kijkt naar de beheerorganisatie van RWS, die zijn ook heel erg op dat niveau bezig. Want als je ziet hoeveel kleinschalige reparaties er plaatsvinden dan zijn dat er gewoon legio. Hoe zit nu het besluitvormingsproces in elkaar van wanneer sluit je kleinschalige reparaties en wanneer sluit je grootschalige reparaties. Als ik over de weg reis dan zie ik heel veel dingen waarvan ik denk: als ik dat in mijn contract zou doen dan zou dat niet meer passen. Dus kennelijk is het referentiekader van het DBFM contract tov hoe het regionale werkt, daar zit een mismatch in. Je kunt in het contract iets afdwingen. In mijn ogen kan het niet zo zijn dat je als asset owner in een contract iets anders vraagt dan wat je zelf beheert. Dat suggereert tegenstrijdigheid. En volgens mij moet je als asset owner zeggen: Wat wil ik bereiken, waar scoor ik goed, waar scoor ik niet goed. En hoe ga ik daaruit mijn asset management ook naar mijn eigen beheerorganisatie ook naar een hoger plan trekken. En via een DBFM overeenkomst de markt al wordt gepusht dat snap ik best, daar is op zich ook helemaal niets op tegen. Dat is waar je elkaar uitdaagt om naar een hoger niveau te komen. Zul je wel heel goed moeten kijken: Uiteindelijk ben ik asset owner over alle infra in Nederland. RWS is in mijn ogen asset owner. Dus je kan best als asset owner zeggen: op die locatie vind ik het belangrijker dan op die locatie. Alleen de verschillen zijn nu wel heel erg groot. En dan denk ik als je kijkt naar die verschillende DBFM contracten dat er verschillende onder elkaar groot zijn. Dat betekent dat binnen dat kader de curve life kun je dat best management. Maar als de contractvorm andere eisen met zich meebrengt dan moet je de hoogste eis naar de laagste eis, verzamel daarmee informatie en gebruik dat weer in je big data model dan zijn de uitgangspunten zijn fundamenteel anders. Wat zegt dat dan over je BIG data model. Dus ook in beheersvormen vanuit contracten enerzijds en het verzamelen van informatie verzamelen anderzijds om uiteindelijk big data toe te kunnen passen om daar op een andere vlak informatie krijgen dat is een hele andere wereld. En die beheerder vandaag de dag kijkt ook gewoon van de hier en nu en is het veilig en mag de weg gebruikt worden of niet. En dat verandert niet in één keer. Dus hoe wordt ook vanuit die contractvormen informatie verzameld. Dat heb ik niet op het netvlies. Dat weet ik niet. Je ziet dat verschillende contractvormen ook verschillende informatie oplevert. Hoe ga je deze stroomlijnen. En de behoefte als asset owner snap ik. Want je wilt gericht data

analyses kunnen maken. Je ziet dat de rol van de asset manager en owner die zit niet ook op hetzelfde level.

48:47 In hoeverre heeft de volwassenheid van asset management invloed op het succes van een informatie model voor asset management? Bijvoorbeeld de asset management rollen definiëren om gericht informatie vanuit die rollen in de ILS uit te vragen?

Ik denk dat de ILS die is wel goed, wat erin staat is niet raar. Alleen het is theoretisch op een hoger abstractie niveau vormgegeven en de truc wordt vooral van: wat daar nu staat in relatie tot een functionele decompositie in de OTL wordt vorm gegeven. Hoe zorg je ervoor dat dat ook gaat werken. Dat betekent dat je tegen elkaar de inhoud moet gaan uitkruisen. En als je ziet dat de OTL in drie jaar tijd heel veel versies kent. Dus de ILS an sich is dusdanig generiek opgeschreven dat dat wel toepasbaar is, de vraag is vooral wat vraag je nu in de OTL en welke informatie is nu echt relevant. Ik denk, maar dat kan ik niet onderbouwen, dat het vooral een theoretische expositie is om verder te decomponeren. En dat dat iets anders is dan met elkaar afweging te maken welke informatie is voor mij nu relevant om een afweging te maken die ik moet maken. In een brandweerorganisatie wordt er geleefd in het hier en nu. Dus die ontwikkeling past niet bij een brandweerorganisatie. Als ik kijk ook in onze eigen organisatie hebben we daar echt nog stappen in te zetten. En ik zie componenten waarvan ik zeg we zijn de brandweerorganisatie voorbij. We proberen monitoring toe te passen. Dat betekent dat wij falen eerder gaan waarnemen. Om te voorkomen dat het gaat falen. Dat is de brandweerorganisatie voorbij. Wat je daar feitelijk doet of je monitort of het systeem zijn functie behoudt. Signalen zijn die op functie verlies duiden. Als je dat goed doet, kan je informatie uit je systemen krijgen die zegt: Ik voldoe of ik zie dat er functie verlies is een situatie ontstaan dat ik als brandweer moet uitrukken. Dan kan ik er pro-actief reageren. Daarmee zet je je beschikbaarheid en continuïteit van je bedrijfsvoering voorop. En de ene techniek is er beter in dan de andere techniek. Bij systemen kun je dat heel goed toepassen. Sensoren in beton kan ook. In de wetenschap dat een systeem een kunstwerk een levensduur heeft van een jaar. Ik moet nu sensoren daarin doen. Wat zeggen die sensoren die mij over de sterkte van mijn beton? Dat is maar de vraag of de vraag of die sensor die 100 jaar uit houdt. Ik denk dat er over 10 jaar andere sensoren zijn. De techniek en het toepassen, omdat ze de technieken met name in lange levensduur objecten daarmee is de techniek en de informatie die is niet in line.

54:53 Zie jij asset management dan alleen als lange termijn managen van assets of ook als korte termijn managen van assets?

Beide. Als je het hebt over bijvoorbeeld luchtverontreiniging invloed heeft dan zou je er wat mee kunnen doen. Als je kijkt naar kunstwerk dichtbij de zee, waar zoute wind in hoeverre heeft dat nu invloed? Daar kan ik me iets bij voorstellen. Maar daar zul je ook nadrukkelijk case studies moeten maken om te kijken van versneld dat nu of je zult referenties moeten bouwen. Maar dan zit je veel meer in de onderzoeksfase van hoe ik dat kan toepassen om een soort common technology te maken. Wij zijn daar nog heel erg te zoeken omdat we weten dat het invloed heeft, maar dat is vandaag de dag veel meer op kennis en kunde gebaseerd. En meten dat kan je daarbij helpen, maar als dat zulke

lange levensduren heeft dan zegt dat heel weinig. Dus hetgene wat je meet, moet enige relevantie hebben in relatie tot tijdsbestek waar de degradatie optreedt. En de ultieme vorm van asset management dat je als owner optreedt. Want dat is wat er in PAS55 staat. Wat wil je bereiken, wat zijn je doelstellingen, dan ga je echt vanuit je bedrijfsdoelstelling redeneren. En jouw modellen zitten ergens daar bovenin in wat je wilt bereiken. Dus en je ziet dat de markt nu door de verschillende contractvormen verschillend gedrag gaat vertonen. Want een standaard RAW bestek. Jij beschrijft voor het maken en ik maak het voor je. En jij beoordeelt of ik het goed hebt gemaakt. Wij zijn zeker onderdeel van Asset Management. En met name in design en construct DBFM contract helemaal in RAW bestek niet. Bij RAW zien wij niet als onderdeel van asset management. Bij Design en Construct wel. Dan hangt het van de eisen. Daar zijn de eisen wel heel erg bepalend. Als je eisen stelt over levensduur, dan zal ik daar wat mee moeten. Als je eisen stelt ten aanzien van met name levensduur. Bij DBFM zit de verantwoordelijkheid om het nog eens een keer te vernieuwen. Dus eigenlijk ben je voor 25 jaar daar onder de panne. De enige vraag is wat krijg ik na 25 jaar overgedragen. In ieder geval dat het aan de minimale eisen voldoet. Dat kan wel betekenen dat je na 25 jaar en één dag bij wijze van spreke moet gaan overlagen. Dus de vraag: puur economisch geredeneerd ben ik als aannemer er bij gebaat dat ik om 25 jaar en een dag aan de ondergrens zit van wat mogelijk is. Iedere waarde die ik daarna nog toevoeg dat doe ik voor de partij die het daarna overneemt. Dus hoe wordt restwaarde beoordeeld. En ik ga op een jaar vooraflopend op mijn contract, tenzij het technisch niet meer acceptabel is, ga ik bij wijze van spreke niet een nieuwe boel overlagen. Want dat kost mij miljoenen. Restwaarde einde contract is nul. Dus mijn afweging zal niet zijn dat nog een jaar van te voren nog te doen.

60:22 De opdrachtgever zou daar toch wel baat bij hebben, gezien de lifecycle van hun asset?

Ja, maar die keuzes maak ik eerder. Je zult aan het einde van zo'n contract zien dat daar een ander mechanisme gaat gelden. En daar zie je dat de verschillende contractvormen ander gedrag met zich mee brengt. RAW bestek is heel simpel: jij schrijft voor ik maak het jij controleert is het goed of niet dan moeten we met elkaar overleggen wat moeten we eraan doen. Bij design en construct is het al anders. Dan zeg je eigenlijk tegen de markt: denk eens mee met hoe wij het beste ontwerpende brug kunnen bouwen en neem er nu zelf verantwoordelijkheid in. En kom zelf met een ontwerp. En dan toets je wat je ontworpen hebt. Dan daag je de markt uit. En als jij vindt dat jij het beste ontwerp hebt aangeleverd en dat heb ik ook gebouwd dan ga je achteraf beoordelen dat hadden jullie toegezegd dat je dat bouwt. Het ziet er goed uit en we vragen er garantie op. Bij RAW overigens ook. Dat is niet anders dan anders. Je maakt meer gebruik van de kennis van de markt. Maar die beide contractvormen zijn natuurlijk qua complexiteit van een andere dan van een DBFM. DBFM heeft daarna die 25 jaar onderhoud. Die andere twee ontracten zeggen 'ik heb het gebouwd u neemt het over success'. Beheerorganisatie onderhoudt dat gewoon. En je ziet dat de beheersorganisatie aan de kant van rijkswaterstaat aan de kant van de aannemerij, die zit nog te zoeken wat gaat er komende jaar gebeuren met DBFM met 25 jaar. Je ziet dat de eisen in DBFM wereld hoger zijn dan in het reguliere contract. Dat vind ik bijzonder als je dat als asset owner

doet. Dat is een bijzonder gegeven. En dat mag dat is het model van RWS, begrijp me daarin niet verkeerd. Maar als asset owner zou je daar meer de regie op willen voeren.

63:11 In hoeverre pleit je voor een traditionele contract als je denkt vanuit de regie over de assets?

Als je kijkt naar Frankrijk: De Franse staat zit anders in elkaar. Dus de tolwegen. Daar heeft de tol eigenaar is ook de operator, want de tol gaat niet naar de staat, maar die gaat naar het bedrijf die de weg aanlegt. Zij hebben een inkomsten bron. Zij moeten via die tolheffing inkomsten genereren. Dus daar ben je wel meer die operator. Alleen daar hebben ze het wel per weg gedefinieerd. Die markt zit anders in elkaar. Dan kun je die rol als asset owner ook beter op je nemen. Daar liggen ook eisen ten grondslag. Het kan niet zo zijn dat je een weg hebt die niet aan de eisen voldoet. Daar zit wel een ander balans in qua regie. Je bent als staat af van de regie. Het enige wat je hebt is een minimale eis wat vanuit veiligheid gewoon nodig is. Je ziet dat daar afzonderlijke B.V.'s ontstaan. En daar zie je dat de asset owner in die B.V. is geborgd. In Nederlandse situatie zie je dat RWS de asset owner blijft. En die rol ook als functie vervullen. En de aannemerij neemt opdrachten aan van de asset owner. Wat bij FMECA belangrijk is: je ontwerpt en je bouwt. En in je ontwerp maak je keuzes. In je ontwerpkeuze moet je heel goed nadenken over wat zijn de life cycle invloeden op jouw ontwerp. Met welke parameters ontwerp je. Hoe robuust ontwerp je. En als je nieuwe technieken in je ontwerp toepast zul je ook na moeten denken: wat betekent dat als input naar beheer en instandhoudingsplan als input voor je FMECA op je onderhoudsconcept op jouw assets van toepassing gaat verklaren om te borgen dat de functie er blijft. Daar zie je wat de sleutel is van FMECA. Dus welk inspectie regime, welk preventief onderhoud en correctief onderhoud ga je uitvoeren. Storingsafhankelijk onderhoud, toestands afhankelijk onderhoud en gebruiksaafhankelijk onderhoud. Bijvoorbeeld het veranderen van verlichting is gebruiksaafhankelijk. Dat ga je met een bepaalde frequentie doen en dat betekent dat dat de borging is dat functies aanwezig blijft en situationeel op basis van storingen ga je beoordelen of het lampje het wel of niet doet. En als je andere technieken en andere verlichting, want er is enorm veel gebeurd met LED verlichting, betekent dat dat een ander gebruik van energie, apparatuur. Dat is dus weer input voor je FMECA om te zeggen: dan ga ik minder vaak inspecteren. En die afweging zit nu wel bij de aannemer binnen een DBFM. Dat past ook allemaal binnen de scope van de opdracht.

Appendix F3: Systems Engineer (Besix) Jeroen Honig

3:00 Wat is jouw relatie als systems engineer met BIM?

Misschien wel handig om uit te leggen dan wat ik doe. Ik ben inderdaad systems engineer bij Besix wat inhoudt dat ik informatiemodellen ontwerp om bouw informatie kwijt te kunnen over alle levensfasen van een object heen. Een systeem, we praten vaak over een systeem. Dat betekent dat we een aantal methoden en technieken hebben, maar we hebben daarnaast een informatiemodel waarbij we informatie en technieken gebruiken, vastleggen. Eenmalig vastleggen en meervoudig gebruik. Waar wij vooral goed in zijn op dit moment is informatie beheer en niet zozeer systems engineer in de zuiverste vorm. Dus we gaan niet netjes afleiden, maar krijgen een contract van de klant wat ze willen en dingen die niet duidelijk zijn, hebben wij een methode voor die noemen we SCRUM om dingen duidelijk te krijgen. We kijken naar wat we moeten bouwen en gaan niet nog een keer kijken naar: wat zijn de doelen van de klant en welke functies liggen er ter grondslag. En zijn vaak heel duidelijk en gedetailleerd opgeschreven: Dit zijn de objecten die we hebben en daar gelden deze eisen voor daarvoor. Daar is natuurlijk interpretatie ruimte voor. Die tasten we af. Daarmee zeggen we dit gaan we gewoon bouwen. Dus wij kijken ook eigenlijk alleen maar naar de eisen. Dat is net iets anders dan waarschijnlijk vanuit de literatuur en de opdrachtgevers. Die zijn vooral geïnteresseerd ik heb een doel wat ik wil bereiken. Dat is voor ons totaal niet interessant. Maar we worden afgerekend op het contract dat zijn de eisen en dat is voor een aannemer van belang. Dat is voor een aannemer interessant, want daar worden we op afgerekend. In een DBFM contract is het zo dat we afgerekend worden op prestaties. En die staan ook in de eisen. En uiteindelijk is het contract voor ons de houvast van waar we willen beginnen. En dat proberen we in een informatiemodel te gieten en daar wat slimme dingen mee te doen.

5:15 En jullie klant is vooral Rijkswaterstaat?

Voorals Rijkswaterstaat, vooral publieke opdrachtgevers. Rijkswaterstaat is onze grootste klant. Provincies, gemeenten en pro rail. Daarnaast wat kleinere private partijen, maar niet hele grote.

5:36 Ik neem aan dat je zelf ook ideeën hebt in hoe je die informatiebehoeftes moet vast stellen

We hebben nu vier projecten draaien met COINS en ILS, daar zijn zeker wel ideeën van.

6:00 Wat zijn de raakvlakken vanuit jouw vakgebied met asset management

Vanuit mijn vakgebied ben ik natuurlijk bezig met het hele levenscyclus met het systeem. Vaak krijgen we van die geïntegreerde contracten de UAV-GC contracten of DBFM contract, soms een DBFMO contract zelfs. Dan betekent dat, zodra we eigenlijk gaan beginnen met het project weten we ook, maar we moeten het straks nog bijvoorbeeld 30 jaar onderhouden. Dat is de langste periode die er in dat contract zit. We bouwen misschien 4-5 jaar. Daarna zit er 30 jaar onderhoud. Daarkomt dat asset

management om de hoek kijken. Dus alle keuzes die we nu nemen hebben invloed op die 30 jaar straks. Die 30 jaar wegen het zwaarste mee. Daar valt het meeste geld te verdienen. Zo zitten we als bouwbedrijf nog niet helemaal in elkaar. We zijn civiele aannemers. We kunnen heel goed bouwen. Onderhoud is wat er zo langzamerhand bijkomt. We zijn ons aan het specialiseren ook daarin. Maar we zijn geen onderhoudsclub. Onderhoud besteden we uit. Management van onderhoud doen we dat is ook wat Besix doet. Besix is een bouwmanagement bedrijf, we hebben geen timmerman in dienst. Maar we hebben het proces mensen. Dus management in dienst.

7:15 Kan je zeggen dat de volwassenheid van asset management nog in de kinderschoenen staat hier bij Besix?

Ja, we zijn niet bijvoorbeeld een KWS die een hele onderhoudsafdeling heeft. We hebben twee onderhoudsmanagers in dienst die ons langlopende contract draaien. Dat zijn jongens met wel veel ervaring. Die komen bij bijvoorbeeld BAM vandaan, KWS geloof ik. De ervaring is er. Alleen voor Besix is het een nieuwe markt. We zijn inmiddels nu ook aan het oriënteren: willen we echt die asset management kant op gaan. We zijn bezig in plaats van contracten aannemen om te bouwen, ook puur onderhouds contracten aannemen. Je merkt dat er dingen gaan veranderen. Waar zit dan het raakvlak met mijn werk. Dat betekent ineens dat ik een fase erbij krijg. Daar moeten we dingen mee doen. Dat betekent dat er informatie over worden vastgelegd. Daar worden keuzes gemaakt die voor die fase gelden. Nu wil je inzichtelijk hebben van: wat zijn de gevolgen van alles wat we nu doen voor straks die 30 jaar onderhoud.

8:28 Dus jullie kijken nu meer naar de lange termijn dan alleen het uitvoeren van het project?

Ja we kijken echt ook naar al die fases heen. Dat is ook mijn taak

8:40 Zien jullie asset management dan alleen als onderhoud of zien jullie asset management ook als strategisch planning voor bepaalde objecten?

Die strategische planning doen wij niet. Want wij hebben die objecten niet in beheer. Het zijn niet onze objecten. We zitten heel veel met opdrachtgevers aan tafel. We weten bijvoorbeeld wat er over een jaar gaat gebeuren met projecten. We weten ook wat de doelstellingen zijn van RIJkswaterstaat bijvoorbeeld. Daar sluiten we natuurlijk wel op aan. Maar het is niet onze planning. We kunnen niet zeggen, strategisch gezien moeten we iets met die objecten doen.

9:10 Kan je daarmee stellen dat jullie onderdeel zijn van de asset management van rijkswaterstaat?

Ja. Wij worden gewoon gevraagd: regel die 30 jaar. Voor ons is dan de vraag: regel de onderhoud van de beschikbaarheid van zo'n systeem. Bijvoorbeeld nu twee sluizen in beheer. We moeten ervoor zorgen dat die sluis de komende 30 jaar blijft doen. En hoe we dat doen zijn dan eisen voor, waarin je mag bewegen. Maar we worden keihard afgerekend op die prestaties. Als die sluizen het niet doen, en krijgen we een probleem. Het kost gewoon geld. Zolang die sluizen het doen, dan krijgen we netjes onze fees.

9:50 Daar speelt systems engineer een belangrijke rol in?

Ja want bij ons is het natuurlijk heel erg belangrijk van ja oke we moeten zo'n sluis we nemen de beatrixsluis in bijvoorbeeld Utrecht. Daar liggen twee oude sluizen daar gaan we en derde nieuwe sluis nabouwen, maar dat zit heel erg met die beschikbaarheid en prestatie die je moet leveren. Dan moet je wel weten, welke functies moet dat ding vervullen. Vanuit die functies gaan we kijken, welke functie vervullers, welke objecten kunnen we daarvoor gebruiken. We gaan echt wel terug naar dan iets meer zuiver SE, van oke wat moet dat ding nu kunnen, welke prestatie moeten we leveren, wanneer levert dat ding niet zijn prestatie, dus wanneer faalt die? dan heb je het over zuiver SE.

10:36 Wat is de informatie die gevraagd wordt vanuit RWS en wat is de informatie die jullie zelf nodig hebben om het project ook op lange termijn te onderhouden?

Dat is een moeilijke vraag. Want dat is systeem afhankelijk. Iedere systeem heeft andere eisen. je wilt andere informatie hebben van beton dan bijvoorbeeld van een elektrische installatie. Dat beton dat blijft wel 100 jaar staan. Daar hoeft je niet veel aan te doen. Je wilt weten wat voor wapening er in zit. je wilt weten wat de beton kwaliteit is. je wilt de afmetingen nog weten, zodat je het ergens weg kan zetten in bijvoorbeeld een 3D model of een GIS kaart of whatsoever. Iets met geometrie. Je wilt graag weten welke ontwerpdocumenten eraan hangen en welke eisen er aan dat systeem hangen. Dan houdt het daarna wel op voor ons. Want beton is niet zo spannend. Gaan we het hebben over WTB installaties, gaan we het hebben over bijvoorbeeld IA (industriële automatisering) dus alles waar een draadje aan hangt zeg maar, dan wordt het een heel ander verhaal, want dan heb je in één keer te maken met software die dingen moeten aan gaan sturen, besturingssystemen die bekabeling kan slijten. Dat is een heel stuk complexere systemen. Het is heel belangrijk voor ons om te weten.

12:10 Ik kan mij voorstellen dat het belangrijk is om ook informatie over beton vast te leggen.

Ja maar je ziet dus dat de informatie behoefte van een beton object, dus puur het civiel gedeelte, niet zo heel hoog is. Daar valt dus niet zoveel voor te doen. We hebben het over dekking zodat de wapening niet kapot gaat. Je wilt je betonkwaliteit goed hebben. Je wilt graag weten als dat ding kapot gaat, wat je terug moet plaatsen. Maar de kans dat dat ding kapot gaat is niet zo groot. Terwijl als je ergens een besturingssysteem hebt staan met bijvoorbeeld bewegend sluisdeuren Die kans is groter dat daar iets kapot gaat.

12:49 Dus daar moet je dus gedetailleerder informatie vastleggen

Daar wil je meer informatie over hebben. Wil je ook andere manier van inspecteren doen. Je hebt een andere onderhoudsstrategie op WTB installaties, IA installaties dan dat je bijvoorbeeld hebt voor beton. Dus wij hebben dus eigenlijk drie onderhoudsstrategieën. Wij hebben bijvoorbeeld storingsafhankelijk onderhoud, waarin we zeggen we wachten net zolang tot het kapot gaat. En als het kapot is, gaan we kijken hoe we het gaat maken. Dat kan natuurlijk met objecten die niet meespelen in die prestatie. Want op het moment dat je een storing hebt kan je niet de geleverde/gewenste prestatie leveren. Dan zou je een boete krijgen. Dat willen we natuurlijk niet. Dus dat we alleen voor de

objecten die buiten die scope vallen van prestatie leveren. Dat kan je bijvoorbeeld doen met die betonnen objecten. Want als er een stukje beton afvalt betekent niet gelijk dat dat ding niet meer werkt.

13:45 Daar zit dus geen boeteclausule aan vast?

Nee daar zit dan geen boeteclausule aan vast. Dat vinden wij dus niet zo spannend qua onderhoud. Als het kapot gaat, moeten we het wel repareren, maar kost geen geld. Heel bot gezegd: voor de aannemer is dat niet zo belangrijk. Maar voor die dingen die vallen binnen onze prestaties, dan zeggen we: dan moeten we een andere mechanisme op toepassen. Want daar wil je veel meer informatie van hebben. Wil je een andere methode van je onderhoud toepassen, dus je gaat veel vaker inspecties uitvoeren. En je gaat preventief onderhoud uitvoeren. Dus het contract bepaalt voor ons heel erg, wat valt er nu binnen onze kritieke scope, wat vinden wij nu echt belangrijk, waar worden wij nu op afgerekend. En aan de hand daarvan zeggen wij: Voor die kritieke scope, gewoon veel zwaarder asset management regime, ook onze strategieën qua asset management, zijn dus totaal anders dan die statische objecten, die buiten die prestatie scope vallen

14:46 Dus eigenlijk hebben jullie twee strategieën? Brandweerorganisatie en de ander preventief?

Je komt op meer informatie. Want je wilt bijvoorbeeld voor je inspecties, moet je weten: waar kan ik die inspecties uitvoeren. Waar zit mijn inspectie luik. Dan ga je al anders nadenken over: Ik moet ook inspecties uitvoeren, dus daar heb ik ook informatie voor nodig. Dus dan gaat het niet meer alleen over de informatie van; dat object staat er ik moet het onderhouden, maar die moeten we inspecteren, die moet kunnen presteren. Dus je hebt nu ook meer factoren, die meespelen in je informatie model.

15:33 Vanuit welke afdeling wordt dan de informatie behoefte geïnitieerd binnen Besix? of zijn dat ook partijen buiten Besix die de informatie behoefte initiëren?

Dus we hebben eigenlijk vier mogelijkheden om die informatiebehoefte te definiëren. Die mogen ook alle vier wat zeggen. Het begint natuurlijk bij het ontwerp. Het ontwerp heeft ook wat te zeggen. Die doen ook iets met asset management. Die maken ook keuzes die meewegen straks in het asset management.

16:10 Welk bedrijf helpt bij het ontwerpen

Of wij huren daar externe partijen voor in, maar we hebben als Besix zijnde in Brussel, een ontwerpafdeling van 100 man zitten, Besix Engineering Department die dat ook voor ons doen. En vaak leveren wij zelf het ontwerpmanagement. En de echte hardcore ontwerpen, hele moeilijke dingen doen we graag zelf en de andere dingen die we niet zo spannend vinden dat mag worden uitbesteedt. Die jongens die hebben hun informatiebehoefte die kunnen ook wat vertellen over straks, wanneer je dat ding moet gaan beheren. Dan heb je ook wat informatie nodig: hou hier in ieder geval rekening mee, want dit zijn specifieke dingen uit het ontwerp, waar je ook rekening mee moet houden.

16:49 Vanuit ontwerp denk je dus aan beheren, dat gebeurde bij de traditionele contracten niet?

Nee, maar die incentive was er toen ook nog niet. Je hoeft het beheer niet te doen. Dus interesseerde mij het wat er gebeurde. Alle euro's die ik stop in beheer zie ik toch niet meer terug.

17:15 Dus de ontwerpers denken wel aan beheer?

Ja we hebben een beheerafdeling, een onderhoudsafdeling, eigenlijk gewoon Asset Management. Die jongens horen naast ontwerp gezet ook, want er worden gewoon keuzes gemaakt die meetellen straks in 30 jaar beheerfase. Daar wil je als Asset Manager graag wat over zeggen. Want jij zit 30 jaar met het onderhoud als zij wat verkeert doet. Dus dat zijn twee partijen die heel nauw samenwerken al in het ontwerpproces. Waar ze allebei hun eigen informatie behoefte hebben. Plus, aan kunnen geven: voor die beheerfase hebben wij dit nodig. Daarnaast hebben wij die externe partij, die externe ontwerpende bureaus, maar ook externe asset management partijen, dat onderhoud wat wij doen, dat besteden wij uit. Die hebben ook hun informatie behoeftes. Die wordt vastgelegd. Dat gebeurt ook in die ontwerpfase. Daar wordt dan over nagedacht. En daarnaast heb je tijdens het onderhoud heb je ook gewoon behoeftes. Vanuit mij komt er ook nog informatie behoefte, maar die is niet zo groot. Dus dat waren de vier partijen die informatie behoefte hebben.

18:14 En waar komt jouw informatiebehoefte vandaan?

Ik moet een database beheren, dus daar zit wat informatiebehoefte aan dat ik graag bijvoorbeeld versiebeheer toe wil passen op alles wat wij buiten hebben staan en dat als wij een lampje vervangen dat wij weten dat er een nieuw lampje in is. Dat we daarmee wat slims mee kunnen doen, dat we statistieken kunnen draaien van: maar hoe vaak gaat nu iets kapot. Hoe vaak hadden we nu gedacht dat het kapot ging? Onze informatiebehoefte is eigenlijk vrij groot. Maar die komt uiteindelijk weer bij de asset management club vandaan. Alleen maken wij wat specifiek en zeggen wij: Je moet dit nog even toevoegen, want dan kunnen we wat slimmer monitoren.

18:53 Hebben de beheerders van Besix nauw contact met de beheerders van RWS en hoe zit dit precies in elkaar?

De beheerder van RWS is een hele belangrijke stakeholder voor ons. Die moet straks dat object weer gaan overnemen. Dat systeem heb je wel over pas over 35 jaar. Maar als zij nu niet mee zijn in alle keuzes die zij nemen of nu al zeggen: Die informatie die je aan het vastleggen ben, daar kunnen wij niks mee en hebben we het over 35 jaar probleem. Dus proberen naar voren te trekken om nu al met die beheerder te praten. En dat zit in principe ook in de ILS. De ILS is gewoon een informatie behoefte. Dus daar moet je het over hebben.

19:37 Dus de ILS is opgesteld vanuit het beheer van Rijkswaterstaat of vanuit het projectbureau van Rijkswaterstaat?

Beide. In principe in die ILS staat de informatiebehoefte die Rijkswaterstaat heeft en voor nu wordt die informatiebehoefte vooral geschreven voor asset management. Daar zit dus een heel deel in van RWS. RWS beheer afdeling. Maar je ziet vaak bijvoorbeeld een sluis in Maastricht staan, die we nu beheren. Die is helemaal niet van Rijkswaterstaat, maar van het district daar. Dus Rijkswaterstaat werkt weer met districten en districten hebben beheerders. En die hebben ook hun informatiebehoefte en eigenlijk dat object is van die beheerder en Rijkswaterstaat doet dan het project voor die beheerder. Daar moeten nieuwe sluizen komen. Zij managen dat. Maar dat ding blijft van de beheerder.

20:31 Hoe zit het precies in elkaar wanneer RWS de OTL maakt voor de beheerders van de regionale districten?

Ja, daar zit dus af en toe wat wrijving dat zij niet goed getoetst hebben bij zo'n beheerder. Wat zijn nu jouw informatie behoeften? En wat wil je nu straks daadwerkelijk met dat ding. Dus we zien terug in de eisenpakket dat dat beheerders dingen krijgen die ze helemaal niet willen hebben. Of dat het verkeerd verwoord is. Dus wat wij eigenlijk altijd doen, maar dat is ook één van onze contracteisen, dat wij teruggaan met die set eisen en wensen naar die beheer en zeggen: Dit is opgeschreven. En daar gaan we toetsen: Dat ontwerp wat wij aan het maken zijn, gaat dat straks wel behoefte af dekken. Dus wij gaan eigenlijk ons ontwerp valideren, we gaan daar de informatie behoefte valideren, die zij op hebben geschreven en wij gaan valideren dan op het moment dat wij wat gebouwd hebben 'is het nu eigenlijk wat je wilde hebben'. Dus we gaan eigenlijk gewoon weer terug naar: Rijkswaterstaat heeft een contract opgesteld voor die beheerder, maar we gaan nog wel een keer terug naar die beheerder om te vragen: Hebben wij daadwerkelijk opgeschreven wat jij wilt hebben?

21:50 Is het dan zo dat het contract afwijkt van wat de beheerders van regionale diensten willen en wat gebeurd er dan?

Dan hebben wij een contract issue, want we mogen het contract niet aanpassen. Op dat contract is natuurlijk een hele aanbesteding geweest. Als je het contract wil wijzigen, dan heeft dat natuurlijk juridische gevolgen. Dus enige wat wij doen is weer terug gaan naar RWS zeggen van: Dit is wat de beheerder eigenlijk wil hebben dat betekent dat deze eisen verwijst moeten worden, dit moet erbij, dat moet eraf. En vervolgens moet er een contractuele wijziging komen, voordat we dat mogen doen voor de beheer wat die eigenlijk wilt. Maar we hebben wel de plicht om aan die beheerder te vragen: Ga je nu krijgen wat je wilt? Rijkswaterstaat beheert het geld. Dus mensen als RWS zeggen: Ja maar we vinden het onzin want het is te duur. We hebben bij de Sluis in Limburg een discussie gehad dat die sluis zes meter breder moest worden. Dat is best wel een impact. Dat is gewoon 20 procent breder. Maar die beheerder wilde dat perse hebben. Dus wij zijn naar die beheerder gegaan en hebben gezegd: Dit wordt die sluis, zo gaat die eruit zien. Die zegt: kan je hem zes meter breder maken. Nee dat kan niet, want dan krijg je een totaal andere sluis. Maar moet je wel weer terug naar Rijkswaterstaat van: Ze willen een bredere sluisdeur. Dus wat gaan we hiermee doen? Wordt eerst nog de prijs opgevraagd maar Rijkswaterstaat moet die keuze maken of die sluisdeur zes meter

breder worden. Dus dat is een beetje gek. De beheerder wilt hem hebben, maar Rijkswaterstaat moet die keuze maken.

23:42 Vind jij ook dat de beheerders van de districten in gesprek moeten gaan voordat ze een ILS opstellen?

Ja en het zijn gewoon twee hele gescheiden partijen. Je hebt eiland Rijkswaterstaat en je hebt een eiland beheerders. En die belangen worden niet altijd van beide partijen goed in kaart gebracht en verdedigd in zo'n contract. Wij zijn wel eens tegengekomen dat de beheerders totaal andere belangen heeft dan dat in het contract staat. Dat maakt het wel lastig. Vandaar dat wij ook heel erg doen aan stakeholder management, omgevingsmanagement. Dat zijn allemaal hele grote risico's voor ons. Omdat er gewoon partijen niet meegenomen worden in het opstellen van de contract door organisaties. Niet helemaal niet meegenomen, maar moet ik een beetje genuanceerd zeggen natuurlijk. Het is niet dat er nooit naar geluisterd. Maar er zitten discrepanties in en denk ook dat je er niet onderuit kan want je moet op een gegeven moment ook een keuze maken om door te gaan. Een sluisdeur die zes meter breder wordt kost ook nog heel veel geld.

24:36 Als je kijkt naar een traditional contract dan zit dat heel anders in elkaar dan een DBFM. Waar je voorheen informatie nodig had voor het project zelf heb je nu ook informatie nodig voor asset management. Denk je dat er onderscheid gemaakt moet worden tussen PIM en AIM of kan dat allemaal in één naar de beheerders worden gebracht?

Dat is een goede vraag. Wil je dat weten vanuit de view die ik heb als aannemer of vanuit de view opdrachtgever. Voor ons blijft het één contract. We hebben nu misschien wel verschillende afdelingen, maar zoals je zei het zijn geïntegreerde contract wat je krijgt. Dus wij gaan het contract niet meer opknippen in kleinere stukjes. Dat zou eigenlijk het doel wat wij hebben, want dat zou betekenen dat je versnippering gaat creëren. En dat is niet de gedachte van integratie in SE. Dus wij zeggen: Wij kijken niet meer naar fasen, bij faseovergangen sluiten we af en gaan we naar de volgende. Nee, het is gewoon één project voor ons. En daar zitten ook dat asset management bij. Dus ook voor informatie modellen die wij hebben, zou het alleen een praktische overweging zijn om twee modellen naast elkaar te zetten. Maar voor eindgebruikers zou dat niet uit moeten maken. Dat is meer dan: Hoe beheer je op de achtergrond je informatie modellen, dan dat je voor daadwerkelijk gebruik van informatie die je in die modellen zet, hoe je dat gaat visualiseren en toepasbaar maken.

26:41 Dus het gaat er meer om hoe je het structureert dan dat je twee modellen maakt?

Ja, want dat zou betekenen heel veel overlap in die modellen. Dat er ook heel veel overlap zit in die informatie. Want ik wil ook die informatie uit mijn ontwerp meenemen naar mijn asset management fase.

27:00 Want hoe zit het precies met het opdelen van items. Bijvoorbeeld een lantaarnpaal. Ik kan mij voorstellen dat niet alle informatie van die lantaarnpaal nodig zijn voor de beheerder?

Maar als je het moet vervangen, moet je wel weten welke lamp ervoor terug moet plaatsen. Voor onze asset manager van een contract kan het best zijn voorgeschreven in een contract dat een lampje zo'n lux moet hebben of dat moet die kleur hebben. Op het moment dat ik dat lampje moet vervangen en ik kan niet exact hetzelfde lampje terugplaatsen of ik wil bijvoorbeeld al mijn gloeilampen die ik had vervangen voor ledlampen. Moet ik wel weten welke specs er aan die lantaarnpaal hing. Dus ik wil wel degelijk weten welke type lampje erin zit, hoeveel lux moet dat ding hebben als dat belangrijke dingen zijn in het contract. Dus ik moet een keuze maken op een gegeven moment tijdens mijn onderhoud van: Ik ga dat ding vervangen. Kan ik het zomaar vervangen? Moet ik rekening houden met bepaalde dingen. Dus ook daar zit weer een informatiebehoefte aan natuurlijk. Als die kleur van die lantaarnpaal heel belangrijk blijkt, dan wil ik zeker weten welke kleur het moet zijn.

28:50 Dus alle gedetailleerde zou ook vastgelegd moeten worden wat ook van belang kan zijn voor beheerders?

ja en daar kan je natuurlijk een keuze in maken, want je kan bijvoorbeeld zeggen: Ik hang al die ontwerp informatie als documenten aan het object in die informatie model of je kan zeggen ik ga alles in een database plaatsen. Maar je moet wel die informatie hebben. En je moet wel weten: ik heb die lantaarnpaal daar staan en welke eisen gelden er nu voor die lantaarnpaal. Dus die eisen set moet sowieso bij de lantaarnpaal zitten.

29:22 Zijn de informatie behoeftes gesteld vanuit de bottom up approach of top down approach?

Je hebt allebei. Top down gebeurt vaak vanuit het contract. Je moet nog steeds voldoen aan het contract ook tijdens de beheerfase. Dus er zitten dingen gewoon hard in het contract die je vast wilt leggen anders 'kan je niet meer aan het contract voldoen. Vervolgens heb je ook die beheerder hierbuiten die daadwerkelijk die lantaarnpaal moet beheren. Die wilt inderdaad misschien wel weten: mag ik dat lampje zomaar vervangen? Dat hoeft niet perse in je contract te staan, of je een lampje mag vervangen of niet. Maar dat is wel zijn informatie behoefte. Dat gebeurt vanaf twee kanten. Een deel dat opgelegd wordt en een deel van 'je moet zelf het beheer gaan doen' dus dan hebben wij ook daar informatie voor nodig.

30:23 Zit daar soms wel eens tegenstrijdigheden in met de top-down en bottom up approach.

Dat gaat meer over detailniveaus. Er kunnen nooit tegenstrijdigheden zitten. Je kan hooguit voor die beheerder bijvoorbeeld teveel informatie vastleggen van 'dat hebben wij niet nodig'. Dat wij dan weer zeggen: Ja maar vanuit het contract gezien moeten wij dit wel gaan leveren. Je krijgt dan een berg informatie. Daar is dan de truc in om dat goed te beheersen. Daar hebben wij allemaal mooie databases voor en trucjes. Maar ook die informatie behoefte van bijvoorbeeld de beheerder die ook weer na ons komt. Dus de regio beheerder. Die wordt ook vastgelegd. Die ligt in de ILS vast en RWS ook. Die hebben een OTL geschreven 'ik wil deze eigenschappen hebben van die

lantaarnpaal'. Kunnen misschien totaal andere eigenschappen zijn die wij nodig hebben voor het beheer.

31:34 Hoe zit het met de betrouwbaarheid van de informatie als je zoveel data vastlegt bij het up-to-date houden?

Dat is iets waar we aan moeten wennen`. Ik moet zeggen dat we dat nog niet heel actief doen. Dan praat je meer over configuratie management. Dan komt dus voort uit die ILS, configuratie management. Dat doe je eigenlijk als bouwbedrijf altijd al, maar je rekt dan nu op naar de bouwperiode en nu ga je het onderhoud doen. Daar heb je veel meer versies van die objecten. Die betrouwbaarheid van die informatie zou sowieso 100 procent moeten zijn, anders kan je net zo goed niet vastleggen. Dat wordt geëist in die ILS. Iedere drie maanden of maandelijks moet je die leveringen doen van die informatie. Dus RWS heeft hun informatie behoefte beschreven en daar zeggen ze: Van die informatiebehoefte moeten we in ieder geval iedere drie maanden een update krijgen. Dat betekent dus ook dat wij maandelijks die data bijwerken en dat die jongens die buiten lopen, gewoon moeten registreren en moeten verwerken in die database. Doen ze dat niet dan hebben wij ook zelf een probleem, want dan weten we zelf niet meer welke armatuur of welke kabels er liggen.

33:14 Extra data gegevens kost natuurlijk extra inspanning. Hoe kijk jij tegen de inspanning t.o.v. wat Rijkswaterstaat nu echt nodig heeft?

Dat is ook iets wat Rijkswaterstaat aan het leren is in die OTL leggen zij specifieke informatiebehoefte vast van die lantaarnpaal. En die zie je dat die nu heel erg aan het groeien is die OTL. Ze zitten nu ook al einde van het jaar komt versie 2.0. Allemaal tussenversies geweest. Voor mij lijkt het erop alsof ze eerst gekeken hebben naar hun huidige beheerssysteem, dat hebben ze allemaal op één grote hoop geveegd van 'dit moeten wij in ieder geval hebben', want dan kunnen we onze huidige beheerssystemen vullen. Nu zijn ze een soort evaluatie aan het doen 'wat staat er nu in onze huidige beheerssystemen en wat doen we er eigenlijk mee?'. Ze beginnen nu weer te schrappen en dingen wat slimmer in te delen. Er ook zit taxonomie in die OTL. Dat betekent dat er ook overerving in zit. Dus je had op een gegeven moment de onderste laag objecten daar hingen echt tientallen eigenschappen aan die je moest invullen. Een gek voorbeeld: Een sluisdeur had een telefoonnummer. Dat is niet logisch. Maar vanuit die oude beheerssystemen is dat op één grote hoop zat dat er in. En dat was hun informatiebehoefte van 'doe dan maar alles'. En nu zijn ze dan weer aan het evalueren van 'wat hebben wij nu eigenlijk echt nodig'. Dus er moet wel degelijk gekeken worden naar 'wat heb ik nu echt nodig' en vraag ik niet teveel en vraag ik niet te weinig? Want heel bot gezegd: als je het vraagt, moet het ook betaalt worden door iemand. Uiteindelijk komt dat terug op de opdrachtgever. Dat wordt gewoon in één keer afgeprijsd.

35:34 Dus eigenlijk vanuit opdrachtgevers perspectief is het eerst kijken naar wat je echt nodig hebt dan alles te verzamelen?

Het is ook heel logisch dat ze dat gedaan hebben, want er is een hele revolutie geweest in het verzamelen van informatie. Normaal leveren we dat in documenten en gingen ze dat zelf in hun databases verwerken. En nu doen ze dat via die COINS levering en willen ze

dat geautomatiseerd laten doen en moet een opdrachtnemer moet die informatie gaan invullen in hun systeem. Dan logisch dat je dan maar alles opeist, want dan weet je zeker dat je compleet bent. Dat had ik ook gedaan. Je moet ergens beginnen. Ga je dan beginnen vanuit nul en je informatiebehoefte bepalen of zeg je: We hebben al een informatiebehoefte en vanuit daar gaan we kijken of we dat daar kunnen optimaliseren. Dat zijn twee aanpakken die je kan kiezen.

37:06 Wat doen jullie met de as-design tekeningen? leggen jullie die bijvoorbeeld ook vast in het informatie model voor asset management?

Ja. Er zit een logische volgorde in bij ons. Wij doen aan lifecycle management. Dus wij gaan ontwerpen en wij gaan eerst conceptuele dingen ontwerpen. Dus we gaan een lantaarnpaal ontwerpen en daar willen we graag wat over zeggen. Dus wij kunnen iets zeggen over bijvoorbeeld als Besix zijnde hebben we informatie behoefte over alle lichtmasten op dit project. Vervolgens zeggen we: dat is leuk en aardig, maar we hebben ook nog iets in het contract staan over die lichtmasten, dus we hebben een 'as required' lichtmast als het ware en daarvan zeggen we dat 'as required' ding is van type lichtmast, waar we al iets algemeen over gezegd hebben, waarvoor we hebben gezegd we willen het aantal lux weten. Op type niveau leggen we vast, we willen iets over alle lichtmasten willen we altijd lux weten. Vervolgens zeggen wij: Ja, maar dat betekent dus dat de lichtmast die gevraagd wordt in het contract daar kunnen we gewoon die eisen aan relateren plus onze eigen informatie aan toevoegen. Het geeft ons de mogelijkheid om iets te zeggen over alle lichtmasten en ook over die ene specifieke lichtmast. Vervolgens gaan we natuurlijk ons ontwerpproces in en gaan we kijken naar al die eisen die je aan die ene lichtmast aanhangen, kunnen we dat wel ontwerpen? Dus we gaan een ontwerp maken van dat ding 'as design'. En daarvan zeggen wij 'die moet hetzelfde zijn' als die 'as required'. En vervolgens kan je daar dan de check doen en voldoet dat 'as designed' ding nu aan die gestelde eisen. Dus je zou dit kunnen zien als OTL en dit is dan de instantie daarvan. Dus die ene lichtmast op die locatie, die gevraagd wordt in ons contract. Daar hangt allemaal informatie aan, daar hangen die contracteisen aan. Vervolgens ga je dat ding ontwerpen maar wil ik wel weten, voldoe ik nu aan dat contract. Dat kan ik alleen maar doen als ik zeg: ik heb een 'as required' lichtmast waar eisen aan hangen, nu heb ik er één ontworpen en kan je zeggen die zouden hetzelfde moeten zijn om te verifiëren. Vanuit die 'as designed' ga je bouwen, vervolgens zeg je: dit voldoet. Dat betekent dat we door kunnen gaan naar de volgende fase de 'as built'. We gaan buiten dat ding zetten wij die lichtmast neer. Daar komen ook keuringen op die lichtmast. En dat moet op basis zijn van dat ontwerp natuurlijk. Dus dat ding dat ik daar neerzet, moet wel dat ding zijn wat ik ontworpen heb. Dus ook hier heb ik die verificatie. Hebben wij nu wel gebouwd wat ik ontworpen heb. Je kan nog steeds iedere keer zeggen: Dit ding is van type lichtmast. Dat kan ook altijd.

40:43 Wordt het op die manier ook geleverd aan Rijkswaterstaat. Dat zij ook die 'as design' tekeningen ontvangen en wat kunnen zij ermee doen met hun beheer?

Zij verplichten zelfs die tekeningen te leveren. We hebben natuurlijk ook twee ernaast zitten. Dat is vervanging van de lichtmast. Dan wil je weer checken: is die hetzelfde als de as-built informatie. Dus, ik zet een nieuwe lichtmast neer die platgereden wordt bijvoorbeeld. Ik kan ook zeggen: Dat type lichtmast bestaat niet meer. Dan wil je een nieuw type lichtmast zetten. Dan moet je weer kijken is dat wel 'as required'. Voldoet dat nog steeds. Dat kan alleen als je die op orde hebt. Anders kan ik die check niet meer maken. Dus die informatiebehoefte heb je nodig om hier dat beheer te kunnen doen. Want er is nooit zoveel aan de hand als er niets veranderd. Heel stom, maar bijvoorbeeld gloeilampen gingen op een gegeven moment weg. Ik had ontworpen dat ik een gloeilamp ging ophangen en nu moet er ineens een spaarlamp in.

42:24 Waarom zou je de informatie nodig moeten hebben van oude ontwerpen als die vervangen worden door bijvoorbeeld revolutionaire ontwerpen?

Het kan zijn dat ik mijn hele ontwerp moet aanpassen, dan ga je weer terug naar je 'requirements' en ga je weer een nieuw 'design' maken. De oude 'as designed' en 'as built' tekeningen die moet je bewaren. Het is eigenlijk een versie van dit ding. Dus je zet één lichtmast neer en daar hebben we gewoon een versie van. Als er iets veranderd eraan, dan heb ik een versie 2 van die lichtmast. Dus daar hang je de nieuwe informatie aan die versie 2 en ik heb mijn historische informatie in versie 1.

43:04 Wat is nu de meerwaarde van die historische gegevens, die een heel ander ontwerp heeft?

We moeten altijd terug kunnen halen of we voldoen aan het contract. Dus daar is het belangrijk voor. Dus je wilt af en toe terug kunnen kijken: Welke beslissingen heb ik genomen en waarom. Dus misschien wordt het interessant om straks te weten: Maar waarom hebben we nu overal LED lampen op gehangen. In je 'as required' hoeft bijvoorbeeld niet gesproken worden over die gloeilamp, maar vul ik dat in, in mijn ontwerp: Dat ding moet een gloeilamp zijn. Dus ik heb al die informatie nodig, om hier nog wat te zeggen over vervanging bijvoorbeeld. Uiteindelijk is dit natuurlijk wat wij gaan bouwen. En wij vinden dit niet zo heel interessant. Totdat het complex wordt en dan moet je altijd weer teruggrijpen naar 'wat is er nu gevraagd in het contract'. Ik maak een nieuw ontwerp. En dat zet ik neer.

44:11 Dus uiteindelijk kunnen die beheerders ook al deze gegevens achterhalen, dus ook de historische gegevens?

Dat is nu het idee met die ILS en de OTL. Maar hoe dat precies is ingericht dat weet ik niet. Dat is volgens mij wel het doel van Rijkswaterstaat. Terwijl ze normaal gewoon deed je geen versie beheer op je objecten en systemen en dan kregen ze gewoon een berg met informatie en moesten zij het zelf uitzoeken. Dus als wij een nieuw type lichtmast hadden neergezet. Dan kregen ze gewoon de informatie over de nieuwe type lichtmast. Succes daarmee. En nu moeten wij dat zelf invullen. Dan ligt het beheer nu aan onze kant, wat eerst niet was. We hoefden ook het beheer niet te doen van die lichtmast. Dus dit is heel erg belangrijk voor ons. Om überhaupt het beheer uit te voeren. Dus dit is onze informatie behoefte. Maar dat zou ook dezelfde informatie moeten zijn als die beheerder, want we doen hetzelfde beheer eigenlijk van het object.

45:17 De beheerder moet dus op dezelfde manier werken als hoe jullie dit hebben ingericht.

Dat is hetzelfde voor bij die weg, hebben wij die discussie. Waarin je bijvoorbeeld een ongeluk krijgt op een bepaald stuk weg. Daar lag een bepaald type asfalt. Nu is dat asfalt bijvoorbeeld niet voorradig of denkt die beheerder 'ik leg er iets anders neer dat is veel goedkoper'. En dan wil je eigenlijk weten, welke eisen er gesteld werden aan dat asfalt. Dus die beheerder moet het straks terug kunnen halen 'ik ga wat vervangen kan ik daar zomaar een andere type asfalt in gooien of hebben we met een bepaalde rede in het ontwerp bijvoorbeeld gekozen voor dit specifieke asfalt type'. Dus dat is wel degelijk informatie die beheerders nodig hebben. Misschien hebben wij wel een heel duur mengsel neergelegd voor geluidsreductie en denkt de beheerder 'dat is duur we doen wel iets anders'. Met de informatie weten ze eigenlijk dat het aanleggen van ander asfalt eigenlijk niet kan. Dus dit is onze informatie model. Dit is zowel PIM als AIM. Wij zijn verantwoordelijk voor die hele keten. Ik kan het wel opsplitsen, maar het schiet er niets mee op, want ik heb die informatie toch wel nodig. Ik kan wel een ander model zetten, maar dan zal je zien dat ik dit ook weer maakt. Het gebeurt trouwens wel.

47:22 Is echt alle project informatie nodig voor je asset management of is er ook project informatie wat je niet nodig hebt? En hoe gaan jullie daarmee om?

Nee, niet alles. Project informatie gaat zelfs zo ver dat wij bijvoorbeeld zelfs onze memo's en vergadernotulen bijhouden, die waarschijnlijk niet meer relevant. Wij gaan daar ook een soort filter overheen leggen, met informatie die wij meenemen. Denk niet dat die informatie weg wordt gegooit, want we bewaren alles.

48:08 Dus jullie nemen bepaalde gegevens vanuit het PIM mee en andere gegevens niet?

Soms kiezen we ervoor dus voor 'we starten een nieuw model proppen daar de oude informatie in' en zeggen we nu hebben we het beste management. Soms zeggen we 'nee we laten het hele project gewoon door rollen en we gaan bepaalde dingen verbergen'. We kunnen het nog wel altijd terughalen, want dat is een eis dat we aan ons zelf gesteld hebben, herleidbaar is, is heel belangrijk voor ons. Dat zie je ook in dit model terugkomen, herleidbaar.

48:46 Dus eigenlijk voeren jullie alles terug op dit model en filteren jullie op basis van wat van belang is voor asset management?

Dat zouden wij eigenlijk moeten doen. Maar we hebben niet echt heel veel projecten die echt klaar zijn. Het model verandert niet. Het is hetzelfde model met een andere informatie behoefte. Dus je hebt minder informatie die ik meeneem vanuit de projectfase naar mijn asset management fase.

49:39 Denk jij dat er een verschil moet zijn in PIM en AIM qua begripsbepaling?

Dan krijg je weer dat je met mensen te maken hebt. Die zijn altijd bang dat ze dingen kwijt raken. Dus het ligt er aan welk team er achter zit. Je moet bepalen in het begin van jouw project wat project informatie is en informatie voor asset management. Ga je dan het risico lopen, dit gooi ik eruit en misschien kom ik tekort of zeg je we nemen

gewoon alles mee in één model, we hebben misschien overbodige ballast maar daar kijk ik gewoon niet naar. Dus dat is een keus die wij als bedrijf nemen. Vinden wij het erg om die overbodige ballast bijvoorbeeld in ons model staat? Daar hebben wij toch geen last van. Niemand klikt erop. Vaak laten wij overbodige informatie staan en beginnen we langzamerhand het model af te slanken. Het is niet zo dat we de behoefte in één keer kunnen beschrijven. Dat kun je niet. We kunnen niet 30 jaar in de tijd kijken. We zorgen dat het hele model draait en dan horen we vanzelf wel, we missen wat dit moet daarnaartoe. Maar een hele duidelijke strategie daarvoor hebben wij niet. Ik heb daar eigenlijk geen antwoord voor.

51:42 In hoeverre moet de EAM van RWS aansluiten op jullie geleverde COINS data? Kunnen bijvoorbeeld oude beheerssystemen gebruikt blijven worden?

Dat hoeft dus niet. Dan ga je naar de techniek kijken die erachter zit. Daar zijn methoden om die informatie modellen. Daar moet je afspraken over maken, maar je hoeft niet exact dezelfde informatie model te hebben. Dat tweede kan ik niet beantwoorden. Dan moet je inderdaad kijken naar de informatie model wat je aangeleverd krijgt. Ben je dan compleet? En krijg je dat ook nog technisch gezien voor elkaar. Dat zou je moeten vragen aan iemand die dat systeem beheert plus aan iemand die die informatie gaat aanleveren, want die moeten afspraken maken over hoe die modellen eruit zien. Nu heeft RWS er al over nagedacht en die zegt ik ga dat niet voor ieder project ga ik die afspraak maken. Vandaar dat ze die OTL hebben en zeggen ze we hebben COINS. COINS is een soort framework, daar zit ook een informatiemodel achter voor die data uitwisseling, ongeacht wat voor data er in zit. Dus dat is zeg maar een informatie model. Dat is het COINS informatiemodel. Dit is puur voor de data uitwisseling. Vervolgens hebben wij een informatie model bij Besix. Wij hebben onze eigen wolkje. Hiertussen moeten afspraken gemaakt worden. Hoe ga je dit vertalen naar dat en vervolgens heeft RWS of de beheerder die heeft ook zo'n informatie model staan in zijn EAM system, die kan er weer anders uitzien. Die link je dan weer hieraan. Dus zij maken ook onderling afspraken. In ieder geval moet dit model daar aanpassen. Maar COINS is de gemeenschappelijke deler. Dus daarom moet je deze afspraken aanhouden. Maar dit is ICT waar ik het nu over heb. Als je de afspraken die in COINS staan in het model krijgt van de oude systemen, als je die op elkaar 'gemapt' krijgt dan kan je elk model gebruiken voor elk systeem. Je moet altijd mappen. Als je niet mapt dan heb je geen gemeenschappelijke deler en dan kan je nooit communiceren met elkaar. Het is net alsof twee mensen een verschillende taal spreken. Als die allebei die verschillende taal blijven spreken dan kun je elkaar nooit verstaan. Maar als ze allebei Engels beginnen te spreken dan gaat dat veel makkelijker. RWS is bezig met AIR en ze zijn dus bezig met dit landschap aan te passen dat aansluit op COINS plus de OTL, waar je de informatie behoefte in vastlegt. Voor ons ligt dat buiten ons scope. Wij kijken niet naar die ontwikkeling. Het kost de markt wel veel geld iedere keer dat COINS een update krijgt.

56:54 Vanwaar al die updates?

Er zijn wat andere dingen aan de hand. COINS is nog geen standaard. COINS is eigenlijk bedoeld als uitwisselingsstandaard, ongeacht wat je erin stopt. Je zou het kunnen vergelijken als een zip bestandje. Dat zip bestandje kan je openen op je Mac of

windows computer. Zo zijn er afspraken gemaakt hoe de structuur van zo'n zip bestandje eruit ziet. Dat zou je eigenlijk willen ongeacht wat ik in het zip bestandje stop. kan ik altijd zippen en altijd weer uitpakken. Maakt echt niet uit wat ik erin stop. Zo zou COINS moeten werken. En wat ze nu bij COINS ook hebben gedaan is dat ze daar gezegd hebben 'je moet daar ook wat over objecten zeggen en je moet iets over eisen zeggen'. Dus ze hebben er informatie behoefte in gestopt. Het is niet alleen maar data uitwisseling geworden maar ook informatie behoefte standaard. Dan ga je dingen mixen met elkaar. En dan wordt het wel complex. Dan moeten ze vaker wat dingen aanpassen tot het puur alleen bedoeld is voor data uitwisseling. Maar als je dit puur alleen voor data uitwisseling zou maken dan zou het niet meer uitmaken wat hier gevraagd wordt, want het past altijd hierin. En nu hebben ze een klein stukje hierin gestopt. Er zaten wat mensen die er belangen hadden. Belangen worden heen en weer gegooid in COINS. Daardoor zie je nu dat bepaalde keuzes in COINS niet handig zijn, waardoor ze in de OTL niet krijgen wat ze willen hebben, want dan moet er weer aangepast worden. Terwijl als ze COINS puur alleen data uitwisseling standaard hadden gemaakt dan hadden ze in de OTL alles kunnen vragen wat ze wilden. Daar zijn ze nu dus mee bezig. COINS 2.0 is dus meer gericht op data uitwisseling standaard. Nog steeds niet 100 procent, maar beter dan nu. Bij COINS moet het dus niet uitmaken of ik nu een 3D model in stoppen of eigenlijk software die we geprogrammeerd hebben erin stoppen.

Appendix F4: Informatie Manager (Gemeente Amsterdam)

Joseph Steenbergen

0:20 In hoeverre heb jij te maken met asset management

Als informatie manager hebben we dagelijks contact met Asset Management. Om dat te laten zien is het goed om toe te lichten wat Zuidas dok precies is. Zuidas dok zelf is in feite niets meer dan een groot bouwproject. Ik ben projectleider Bim-zuidas dok. Bim-Zuidasdok is een los project wat in feite niets te maken hebt met het project Zuidasdok, maar een los project van RWS, Amsterdam en ProRail om het bouwproject met BIM te integreren. Het klinkt groot, maar het gaat alleen maar om de informatiestroom tussen aannemer en beheerder. Dan worden er beschrijvende data die het project oplevert aan de beheerders, zodat de beheerders hun asset management kan plegen. Dus eigenlijk nogal vrij basaal een vrij laag informatie niveau zeg maar.

1:49 Wie stelt dan nu eigenlijk de eisen? Het projectbureau of de beheerder?

Het projectbureau namens de beheerder. Het is een heel goed punt inderdaad. Want de beheerder praat niet rechtstreeks met de aannemer. Dat gebeurt soms wel, maar in de regel heb je inderdaad een project of het nu bij het ingenieursbureau wordt uitgevoerd of voor Zuidas dok. Het projectorganisatie is verantwoordelijk voor het overbrengen van de eisen van de beheerder naar het project en omgekeerd voor het overbrengen van informatie die die aannemer weer aanlevert terug naar de beheerder. Het gaat bij ons om beschrijvende data. En dat is inderdaad de rol van het project, maar als projectleider BIM Zuidas dok vertegenwoordig ik wel de belangen van die beheerder. En voor de Zuidas dok zijn dat dan weer verschillende beheer organisaties in Amsterdam. Voor MET hebben wij een apart bedrijf die de metro en tramsporen beheren. We hebben een organisatie die heet Verkeer en openbare ruimte. Dat is de organisatie die gaat over alle maaiveld inrichtingen over de wegen over het groen en de bankjes etc. Dan heb je nog onderscheid in de kader stellend deel van die organisatie en het uitvoerende deel van de organisatie. Want de uitvoering van de beheer van de organisatie zit nog in de voormalige stadsdeel. Amsterdam had zeven verschillende stadsdelen met een eigen bestuurscommissie. Er zit dus een scheiding tussen de operatie en kader stellende organisatie. Dan hebben we nog waternet. In Amsterdam is dat de beheerder voor alle water gerelateerde zaken. Ook het waterleiding net, de riolering en de grachten etc. En waternet is weer de uitvoerende organisatie van het hoogheemraadschap Amstel Gooi en Vecht. Maar gemeente Amsterdam huurt waternet in feite in voor alle watertype in Amsterdam. Een vrij complexe organisatie met allemaal grote beheerders belangen. En als projectleider BIM Zuidas Dok zorg ik dat ik die belangen bij elkaar krijg en dat ik dat weer met het project Zuidas Dok afstem, want ik praat niet met de aannemer maar ik praat met het project vooralsnog. Die aanbesteding loopt nu en op het moment dat de vergunning heeft plaatsgevonden, dan ga ik wel in gesprek met die aannemer om ervoor te zorgen dat we dat proces van informatie uitwisseling goed gaan inrichten.

4:13 Waarom worden de belangen van de beheerders niet vóór het opstellen van het contract gesteld?

Dat is de theorie inderdaad. Eigenlijk is iedereen het erover eens dat de beheerders in een vroeg stadium moeten worden aangehaakt. Maar als je bijvoorbeeld kijkt naar de verschillen tussen ProRail

en Amsterdam, dan hebben zij nog geen protocol voor hoe informatie overdracht moet plaatsvinden aan het eind van het project bijvoorbeeld. We hebben geen protocol waarin staat beschreven, welke informatie dan moet worden geleverd. Dat hebben wij gewoon nog niet georganiseerd. En dat heeft alles te maken met de organisatie structuur van Amsterdam. Dat is mijn beeld in ieder geval. Maar Amsterdam bestond nog uit zeven kleine koninkrijkes die alles zelf op een eigen manier regelde en niet alleen als koninkrijkje, maar ook als beheerdiscipline. Dus je had zeven stadsdelen die bijvoorbeeld wegen beheerden en dat deden ze alle zeven op een verschillende manier. Dat was ongelooflijk ingewikkeld tot nu toe om te zorgen dat wij als stad Amsterdam op dezelfde manier ten eerste op dezelfde manier onze informatie gingen vastleggen, want het kan zo zijn dat in het ene stadsdeel iets een struik genoemd wordt en in het andere stadsdeel een boom. Wij gebruikten ook niet dezelfde informatie standaarden. Tegelijkertijd zie je dat een organisatie als het Amsterdams ingenieursbureau voor de hele stad werkt. Er zit nog een heel verhaal achter, maar met name door de complexe organisatie zijn wij nog niet in staat geweest om dat op stedelijk niveau te regelen. Dat is het historisch perspectief. Het wordt nu wel anders ingestoken. We hebben al een tijdje een programma Asset Management, wat eigenlijk Asset Management implementeert op dezelfde manier. En daarbij gaan we ook uit van de landelijke standaarden, zoals IMBOR. Stap één is dus dat iedereen zijn informatie op dezelfde manier gaat vastleggen. Daar zijn de beheerorganisaties en het programma asset management zo druk mee bezig dat ze met een soort oogkleppen aan het organiseren zijn.

6:33 Dus de BIM en Asset Management ontwikkelingen lopen naast elkaar?

Op dit moment komen die ontwikkelingen echt letterlijk bij elkaar. Die stadsdelen zijn wel opgeheven en zijn nu bestuurscommissies geworden. Er zijn twee organisaties eind verantwoordelijk voor asset management. MET en verkeer en openbare ruimte, maar ieder voor zijn eigen beheerdomein. MET voor de sporen en verkeer en openbare ruimte voor de rest wat je buiten ziet. Dan hebben we het alleen over de GWW en dus niet over de woningbouw etc. En wij hebben nog niet zolang geleden als gemeente Amsterdam met de vertegenwoordigers met de belangrijkste beheerorganisaties en het ingenieursbureau een startverklaring ondertekent en afgegeven. Dat we als gemeente Amsterdam ook gaan Bimmen. En dan met name BIM inzetten voor Asset Management. Dus BIM wordt als een hulpmiddel gezien. Er komt een nieuwe omgevingswet. Een hele belangrijke verandering is dat die nieuwe omgevingswet ondersteund moet gaan worden door een digitaal stelsel. Dat de burger een gelijke informatie positie geeft als de overheid. Dat betekent dat wij als gemeente alle informatie over onze assets buiten zodanig moeten gaan vastleggen, dat moeten we overigens in het hele land hetzelfde doen, zodanig dat die burgers erbij kunnen. Het heette vroeger de laan van de leefomgeving. Er komt een heel stelsel van informatie uit, waarin wij als overheid alle informatie over de omgeving vastleggen. Dat gaat heel ver. Over fysieke assets, maar ook andere informatie. Wij zien BIM dus als een soort hulpmiddel om die informatie op een juiste manier binnen te krijgen. Want wat je ziet is dat de gemeente Amsterdam werken samen met heel veel aannemers. Dus als die aannemers op hun eigen manier die informatie blijven aanleveren dan kunnen we die informatie ook nooit zinvol gebruiken. Alleen als we daar heel veel geld in stoppen dan zou je dan dat kunnen doen met die informatie. Dus je zou het ook om kunnen draaien, je kan die aannemer ook voorschrijven wat die moet leveren. En dat uitgangspunt hebben wij nu vastgelegd. Dat

zijn wij ook aan het vastleggen in het nieuw beleid wat door het bestuur bekrachtigd gaat worden. Daarbij zien wij BIM als een heel belangrijk instrument. Dat benaderen we vanuit de gedachte van de levenscyclus gedachte. En wat je ziet in die levenscyclus, heb je een idee fase, een planvormingsfase, ontwerpfase, realisatiefase, beheer en gebruik, sloop en herbestemming. En ieder van die fases is nu nog belegd bij een ander bedrijf. Die bedrijven heten nu nog 'resultaten verantwoording eenheden', voor wat het waard is. We hebben ook nog een bedrijf die de ruimtelijk ordening doet. Dan nog het ingenieursbureau. Je hebt nog een bedrijf dat de grondexploitatie doet. De openbare ruimte is verantwoordelijk voor de lichtmasten etc. Maar BIM gaat over iets groters. Dat gaat over de hele life cycle. De uitdaging was alleen: Al die bedrijven waren een soort koninkrijkje en niemand had er echt direct belang bij om de informatie cyclus over die life cycle heen goed te organiseren. Het feit dat dat wel gebeurd heeft alles te maken met de reorganisatie. Dus de verantwoordelijkheden voor beheer zijn centraler neergelegd. En er zijn alle technologische ontwikkelingen die het mogelijk maken om deze informatiecyclus veel beter en efficiënter in te richten. En BIM is één van de hulpmiddelen daarbij. Waar we nu naartoe gaan is een 3D model voor heel de stad waar alle relevante informatie in zit. Een soort single source of truth. Wat je nu ziet is dat ieder van die bedrijven nog zijn eigen data set heeft.

11:43 Is deze single source of truth dan een soort BIG BIM data?

Dat hoeft niet perse in één BIM te zitten. Ik geloof ook niet in die theorie van één groot BIM model. Dat kan je wel vergeten. Waar we wel naar op zoek zijn, dat is ook ons uitgangspunt bij de inrichting van ons informatielandschap 'IV Ecosysteem', dat onze data centraal staat. Het gaat dus om de koppelbaarheid van die data en dat je applicaties kan zien als een soort intermediair tussen datasets en dat je daarna iets met die data kan doen, terwijl nu nog vaak de applicaties leidend is. Als je die dat dan zou willen hebben, dan zou je dus die applicatie moeten openbreken of je moet hele ingewikkelde export processen toepassen.

12:17 Interoperabiliteit speelt hier dus een belangrijke rol in?

Het gaat met name over de interoperabiliteit tussen data en de systemen moeten dat dan faciliteren. Dat is ook één van onze uitgangspunten in het nieuwe beleidskader over hoe we om willen gaan met ruimtelijke informatie is dat wij dus daar waar mogelijk, het liefst internationale open standaarden gebruiken. Een standaard als de VISI standaard, is dan wel een proces standaard, IMBOR, IFC speelt dan wel minder een rol, het zit nu nog met name in de gebouwen. Maar er is nu ook een IFC in ontwikkeling voor GWW. Stel dat dat een goede standaard wordt dan omarmen wij die meteen. Wij hebben COINS voor zuid-as dok voorgeschreven. En wij gaan absoluut met COINS, sterker nog, wij hebben Willem Peters, de bedenker van COINS ingehuurd om ons OTL zo in te richten dat het goed in de COINS systematiek werkt. En wij zien COINS als een IDM. Het wordt onze standaard voor informatie uitwisseling. En die COINS container sturen we per definitie via VISI. Het is een proces standaard voor formele communicatie in de bouw. Maar die principes waarop VISI gebaseerd is, is veel breder toepasbaar. In Amsterdam zie je dat VISI alleen maar gebruikt wordt in de ontwerp en realisatiefase, vooral met de aansturing met aannemers. Je kan het ook prima gebruiken in je interne

organisatie om ervoor te zorgen dat besluitvorming over projecten ook intern goed wordt vastgelegd. Binnenkort start ook het project dat het ingenieursbureau als opdrachtnemer en de beheerder via VISI gaan laten uitvoeren. Dus naast de relatie tussen ingenieursbureau en aannemer. Dus eigenlijk gaan we een stukje naar voren in de keten met de toepassing van VISI.

15:06 Wat is de kracht van VISI toepassen intern en hoe gaan jullie om met de dynamische aspecten?

Het maakt je proces transparanter. Je kunt altijd terug herleiden wat er precies gebeurd is in je proces en je kan het verantwoorden. Je zou ruimte moeten bieden voor de dynamische aspecten. Onze raamwerk worden volgens mij nog op project basis ingericht. Maar op het moment dat er besluitvorming moet plaatsvinden is er van te voren al vast gelegd wie er over wat een besluitvorming mag nemen. Ik denk niet dat dat heel dynamisch is. Over goedkeuring en afwijzing daar heb je allerlei standaarden processen voor. Dat project is nog in voorbereiding en ik ben daar zelf ook niet direct bij betrokken alleen via de ontwikkeling van de OTL. Maar VISI is gebaseerd op de DEMO methodologie, dus het gaat ervan uit dat alles een transactie is. En in die zin kun je volgens mij voorafgaand aan het project je raamwerk zo flexibel inrichten dat je een project de ruimte geeft om zich aan te passen aan wat de opdrachtgever vraagt. In feite is bij de relatie tussen beheerder en ingenieursbureau in dit geval, het ingenieursbureau de toezichthouder. Dat is niet zoveel anders dan de relatie tussen ingenieursbureau en aannemer, omdat je eigenlijk alleen maar formele afspraken maakt over wat de aannemer volgens bestek of volgens contract gevraagd hebben. Dat toetsen wij steeds. Dat zijn ook SMART en meetbare afspraken.

17:47 Hoe zie jij dan asset management vanuit jouw rol?

Eigenlijk als projectleider ga ik sowieso nergens over. Er is altijd iemand anders die mij een opdracht geeft en over dingen besluit. Maar als je kijkt naar instrumenten als ILS en OTL dan is Asset Management kader stellend. Die bepalen KPI's, kaders, die bepalen uiteindelijk wat ik uitvraag. Dus die zeggen bijvoorbeeld: Zorg ervoor dat IMBOR wordt gemodelleerd in de OTL of zorg dat de PAS55 op één of andere manier verwerkt wordt. Zorg dat ik functies kan koppelen aan objecten. Dat bepaalt de beheerder dat bepaal ik niet zelf. Vanuit de beheer organisatie komt de kaderstelling. En ik ben er eigenlijk wel trots op dat wij in Amsterdam onszelf daarin onderscheiden van andere organisaties. Bij RWS zie je dat het een losstaand BIM programma is, wat heel veel moeite moet doen om de beheerder aan te sluiten. Dat hebben wij ook, maar wij hebben het omgedraaid en wij hebben net zo lang gewacht met het starten van een BIM ontwikkeling totdat de beheerder zegt: Het moet. En dat punt hebben we nu kortgeleden bereikt. Met alle directies van de beheerorganisaties, ook de directie van het ingenieursbureau. Met onze eigen directie hebben wij gezegd: BIM is geen keuze meer, we moeten gaan BIMMEN.

19:33 Wat maakt het onderscheid met RWS qua het initiëren van BIM vanuit beheer?

BIM wordt geïnitieerd vanuit het project bureau en het BIM programma. En Herman Winkels, van wat ik observeer, daar toch best wel geïsoleerd op opereren, terwijl BIM

programma 2018 is afgelopen en dan moet alles worden overgedragen aan de staande organisaties. Dus ik ben ook heel benieuwd naar de strategie van Herman om dat gerealiseerd te krijgen.

20:02 Wat is de rol van het projectbureau en het ingenieursbureau in jullie BIM proces?

Eigenlijk is de rol van het ingenieursbureau vrij klein. Als het ingenieursbureau een project gaan doen, moeten zij weten wat er in de omgeving zit en wat er in de omgeving zit en wat er in het project gebied zit. Zij moeten ook weten: de informatie die zij maken, zodanig kunnen aanleveren terug aan de beheerder, zodat de beheerder er ook iets mee kan. Zij zijn uitvoerder. En als je kijkt naar het breder begrip van wat BIM is kijkt, dan zijn ze nu ook bezig met het 4D, 5D en 6D modelleren en clash detectie. Maar dat is veel meer gericht op het intern ontwerpproces. Daar heeft de opdrachtgever wel baat bij, want hoe minder fouten er zitten in het ontwerp, hoe minder de opdrachtgever moet betalen. Vaak is de asset owner vaak ook de opdrachtgever. Of je het mandateert aan iemand anders of dat je het zelf doet maakt niet uit. Wat ik het mooie vind aan onze situatie is het feit dat die opdrachtgevers, dus de beheer organisaties zijn eigenlijk opdrachtgever voor BIM. Dus nogal een flinke statement zonder dat er nu al te veel gaat gebeuren. Het zit nu wel complex. Als je kijkt naar de gemeente Amsterdam, het is een grote organisatie. Vaak heeft Amsterdam daardoor ook grotere projecten, maar de bulk van de projecten zijn vaak kleiner dan een miljoen. Hoe ga je nu om met een ILS en OTL als je die werken door kleine en middelkleine bedrijven gaat uitvoeren. En hoe laat je kleine en middelkleine bedrijven groeien naar een situatie, waarin zij ook gewoon informatie conform OTL kunnen leveren. Dat is volgens mij nog niet geregeld. Een ILS is volgens mij veel eenvoudiger toe te passen voor kleinere bedrijven.

23:46 De informatie belangen van het ingenieursbureau zijn eigenlijk heel klein in dit proces?

In zekere zin wel. Aan de andere kant wat er ook gebeurd is de vraag: Wat moet ik nu uitvragen, kan ik niet een standaard eisen catalogus van maken. Dus daar heeft het ingenieursbureau ook een rol een. Maar als je kijkt naar de projecten: Dit is het gebied, hier moet iets gebeuren. En in feite wat er dan gebeurd is: Het ingenieursbureau pakt de informatie over dat gebiedje, gaat ermee aan de slag, maakt een ontwerp, besteedt dat eventueel aan, laat het uitvoeren en zorgt dat de informatie over het nieuwe gebied weer terug geleverd wordt naar de beheerder. Dat is natuurlijk heel plat, daar komt natuurlijk veel meer bij kijken. Maar als je kijkt naar de informatiestroom kijkt is dat wel wat er gebeurd. En vooralsnog in de huidige situatie is dat er een revisie tekening gemaakt wordt en die wordt aan de beheerder gegeven: Beheerder is dit goed? Dan gaat de beheerder naar buiten dan gaan ze kijken. Wordt er een inmeten gedaan en dan is het goed. En negen van de tien gevallen gebeurd er eigenlijk heel weinig met die informatie en wordt het niet direct op basis van die revisie tekening terug in de beheerssystemen verwerkt, maar sturen ze een landmeter naar buiten en laten we die op basis van een lijstje met meeteisen, nog een keer het werk inmeten. Daar verlies je gewoon heel veel geld op. Dat zijn één van die dingen.

25:05 In hoeverre betrek jij ook het ingenieursbureau bij het vaststellen van de eisen voor zo'n informatie model?

Waar je het vroeger had over BIM, dan praat je over 3D, 4D en 5D modellen. En die worden ook absoluut gebruikt bij het ingenieursbureau bijvoorbeeld. Maar wij hebben nog beheerders die werken in excel, die hebben niet eens een GIS kaart of iets dergelijks. En de informatie behoefte van zo'n beheerder, als je puur vanuit de beheers doeleinde bekijkt is het vaak heel anders dan de ingenieur. Die moet tot de millimeter weten: past dit in mijn bestaande omgeving en daar zit ook een 3D vraagstuk, terwijl die beheerder alleen maar hoeft te weten: waar staat die boom. Dan weet ik dat ik hem daar kan gaan snoeien, bij wijze van spreken.

26:31 Ik kan mij voorstellen dat het ingenieursbureau ook baat heeft bij het hebben van zo'n informatie model. Waarom wordt er niet gekeken naar het gebruik van zo'n informatiemodel voor het ingenieursbureau?

Zover zijn wij echt nog niet. Maar wat het verschil is tussen literatuurstudie en een advies van hoe het zou moeten, dan krijg je uiteindelijk te maken met een organisatie die al draait en die al staat. En dan moet je zorgen dat daar een BIM geïmplementeerd wordt. En dan krijg je een hele andere route.

27:45 Vanuit RWS wordt geïnitieerd vanuit PB en het BIM programma. Hier in Amsterdam wordt BIM dus geïnitieerd vanuit de beheer organisaties. Waarom wordt er niet vanuit beide partijen samen geïnitieerd?

Ik weet niet of het wenselijk is om voor ieder project de informatiebehoefte van een ingenieursbureau al bij oplevering van een project vast te leggen in verband met een eventuele vervolgproject of dat je daar slimmer mee om kan gaan door eventueel die informatie, die je als ingenieur nodig hebt om achteraf in te zetten. Tegelijkertijd BIM is ook begonnen bij het ingenieursbureau. Dat komt simpelweg door het feit dat BIM begonnen is als de opvolger van 2D CAD als ik het heel erg plat sla. Het komt vanuit de doorontwikkeling van CAD. De toepassingen van BIM lagen in het verleden vooral in het geavanceerd modeleren van 3D, 4D, 5D modelleren van bouwwerken. En wat je nu ziet, nu BIM een geaccepteerd verschijnsel is geworden, dat de beheerder denkt: Hier heb ik ook belang bij. De informatie van dat bouwwerk is niet allemaal van belang, maar voor een groot deel kan ik die informatie gewoon hergebruiken in mijn beheer. En wat je nu ziet gebeuren is dat we voor één project helemaal groot aan het uitpakken zijn en ook in samenwerking met al die betrokken partijen. Maar dat is echt de eerste.

29:06 Denk je dat er dan een onderscheid gemaakt moet worden tussen een model voor beheerders en een model voor projecten?

Ja dat weet ik wel zeker. Wij zijn bezig met het ontwikkelen van de model voor beheerders in kleine stapjes. Wij hebben ook heel veel discussie: Wij vragen nu bijvoorbeeld van een lichtmast: de hoogte, de locatie en lamp. Maar als we een stapje verder gaan, als het mee zit voor tunnels uitwerken, is welke functionele eisen worden aan dat object gesteld. Dus eigenlijk de relatie leggen tussen beheer en systems engineering. Dan kom je tot een pad, dat uiteindelijk het ingenieursbureau

dichterbij bij het beheer komt. Dan kun je heel het BIM model integreren in je OTL. Je kan uiteindelijk toe naar een catalogi met standaard eisen aan een object, die je weer in je OTL ontsluit naar je aannemers. En als die informatie dan ook wordt terug geleverd, de informatie wordt toch al vastgelegd, kun je ongetwijfeld ook wel tot een model komen, waarbij die informatie ook ergens vast wordt gelegd voor de toekomst. Alleen zover zijn wij absoluut nog niet. Wat je nu bij ons ziet bij de grote beheerders, zie je registratie over het algemeen in 2D en soms zelfs zonder kaart. Wij gebruiken vaak een Geo gebaseerd beheer systeem. Daar zitten puntjes, vlakken en lijnen in en daar hangen karakteristieken aan en attributen.

31:24 Waarom kiezen we niet voor een informatie model, waarin alles gedetailleerd is gespecificeerd, zodanig dat het ook belangen behartigd van andere partijen?

Maar dat wordt ook wel gespecificeerd. Als je naar een brug kijkt, als je kijkt naar wat een ingenieur van een brug nodig heeft en als je kijkt naar wat de beheerder van een brug wilt weten, dan is dat op een hele andere informatieniveau. Wij hebben bijvoorbeeld ook nog niet de middelen. Wat wij nu archiveren dat zijn voornamelijk Pdf's en nog niet eens CAD bestanden. Wij zijn nog niet in staat CAD bestanden duurzaam te bewaren. En als je kijkt naar een brug. Die wordt een keer gebouwd, maar die is vaak meer dan 100 jaar in gebruik en zeker hier in Amsterdam. Daar liggen bruggen die eeuwen oud zijn. Hoe ga je nu de informatie die de ingenieur nodig heeft überhaupt vast leggen, zodanig dat die het ook kan hergebruiken. Daar zijn helemaal nog geen oplossingen voor. Autocad komt ieder jaar met een nieuw data formaat als het niet vaker is. Of met een nieuwe versie van dwg standaard. Met de ontwikkeling als IFC wordt het een stuk beter. Dan krijg je bestandsformaten die een standaard hebben voor de informatie die erin zit. Voor het bestandsformaat zelf is het nog niet open. Als je kijkt naar GIS heb je een shape file, dat is echt een open bestandsformaat en dat kan iedereen ook gaan openen. Alleen een dwg moet je echt een autocad programma hebben. En als je dan een tekening van 2014 wilt openen met je 2012 versie dan heb je al een probleem. Dus überhaupt de digitale duurzaamheid van die data is gewoon nog niet op orde. Dat is één ding. Daarnaast de organisatiestructuur dat al die bedrijven een eigen belang hebben. Openbare ruimte heeft er bijvoorbeeld geen belang bij dat het ingenieursbureau informatie nodig heeft. Dat hebben ze natuurlijk wel, maar dat is een heel erg lange termijn perspectief. En alles wat je uitvraagt kost geld per definitie. Dus het gebeurt gewoon nog helemaal niet.

33:31 Kan je stellen dat de meeste kansen voor een informatie model liggen bij beheer organisaties?

Niet perse. Maar je moet ook een afweging maken: welke investering levert mij op dit moment het meeste op? En daarvan denk ik inderdaad beheer organisaties. Zorg dat je de informatie voorziening op orde krijgt. En dan kun je van daaruit uitbreiden. Eigenlijk wat we doen is dit stukje van de life cycle, tussen realisatie en beheer: Zijn we dit stukje beter aan het organiseren. Maar we zijn tegelijkertijd ook aan het nadenken over strategieën om uit te breiden. Maar als je kijkt naar de veranderingen van alleen al de implementatie van een ILS en een OTL teweeg kan brengen, dat is echt groot. Er zijn een aantal mensen full time er al jaren mee bezig überhaupt, voordat een standaard

onderdeel van het werkproces is geworden. Er zitten hele grote gaten tussen de theoretische benadering en de realiteit. De technologie is geen probleem, maar je moet de mensen meekrijgen die in je organisatie zitten. Mensen moeten ten eerste beseffen dat het iets oplevert en dat ze er iets aan hebben. Maar ook de energie investeren in het aanleren van een nieuwe werkwijze. Je gaat er met een OTL op een hele andere manier werken, dan dat je vroeger deed. Stel je informatie op een andere manier. Je moet andere processen inrichten. Je moet de informatie die binnenkomt toetsen. Je moet goedkeuren. Maar je kan heel veel dingen automatiseren. Tot nu toe zaten mensen heel veel dingen in te kloppen in het systeem.

33:31 Kan je stellen dat de meeste kansen voor een informatie model liggen bij beheer organisaties?

Niet perse. Maar je moet ook een afweging maken: welke investering levert mij op dit moment het meeste op? En daarvan denk ik inderdaad beheer organisaties. Zorg dat je de informatie voorziening op orde krijgt. En dan kun je van daaruit uitbreiden. Eigenlijk wat we doen is het stukje van de life cycle, tussen realisatie en beheer: Zijn we dit stukje beter aan het organiseren. Maar we zijn tegelijkertijd ook aan het nadenken over strategieën om uit te breiden. Maar als je kijkt naar de veranderingen van alleen al de implementatie van een ILS en een OTL teweeg kan brengen, dat is echt groot. Er zijn een aantal mensen full time er al jaren mee bezig überhaupt, voordat een standaard onderdeel van het werkproces is geworden. Er zitten hele grote gaten tussen de theoretische benadering en de realiteit. De technologie is geen probleem, maar je moet de mensen meekrijgen die in je organisatie zitten. Mensen moeten ten eerste beseffen dat het iets oplevert en dat ze er iets aan hebben. Maar ook de energie investeren in het aanleren van een nieuwe werkwijze. Je gaat er met een OTL op een hele andere manier werken, dan dat je vroeger deed. Stel je informatie op een andere manier. Je moet andere processen inrichten. Je moet de informatie die binnenkomt toetsen. Je moet goedkeuren. Maar je kan heel veel dingen automatiseren. Tot nu toe zaten mensen heel veel dingen in te kloppen in het systeem. Als je tegen dat tegen die mensen die dat inkloppen doen gaat vertellen: We gaan alles digitaliseren. Dan denken ze: Ik ben straks mijn baan kwijt. Daar krijg je ook mee te maken met dat soort dingen. Dus die uitdaging ligt veel meer op het menselijke vlak dan op technische vlak. Technisch kan het allemaal al. Dat is niet zo moeilijk. En wat je ook nog ziet is dat de overheid, nu een echte rol pakt bij het überhaupt denken en voorschrijven van open standaarden, zoals IMBOR. Maar ook als je kijkt naar het RVB met een BIM standaard, RWS met hun BIM Protocollen. De enige die daar echt belang bij heeft is de overheid. Weer een andere dwarsstraat: Maar als je kijkt naar de verdienmodellen van Autodesk, Bentley etc. Die hebben er niet echt baat bij als we als overheid zeggen: je moet dit open data formaat gebruiken. Nu ben je als je eenmaal autodesk gekocht hebt dan ben je gek als je overstapt. Dat is wel een situatie waar wij naartoe willen. Dat die data centraal komt te staan en niet meer de applicatie.

37:14 Is het zo dat bedrijven alsnog Autocad gebruiken omdat het al gewent zijn, ook al schrijf je een open data format voor?

Dat is prima. Als uiteindelijk het formaat dat wij willen hebben maar geleverd wordt. Dat wij eigen processen organiseren. We vertrouwen op de kwaliteit van de opdrachtnemer om ons te leveren wat wij vragen en of hij nu een hamer of een zaag gebruikt. Zo zouden wij onszelf ook moeten organiseren. Daar zijn we nu mee bezig. Maar dat is nog een karwei. Wij hebben dingen die groeien, historisch gezien zo. Het is niet van te voren bedacht dat wij zeven versies van microstation en twaalf van autodesk operationeel hebben binnen één bedrijf. Er is een reorganisatie geweest, waarbij alle ingenieursbureaus van de stadsdelen nu samen gevoegd zijn met het ingenieursbureau van gemeente Amsterdam. Met als gevolg dat er nu één ingenieursbureau is met meer dan 500 mensen in dienst. Maar die hadden een eigen software omgeving. Dat had tot gevolg dat er meerdere versies van microstation en autocad gebruikt werden.

38:54 Hoe zijn de belangen van beheer organisaties tot stand gekomen?

Goede vraag. Daarmee raak je ook het verschijnsel dat in ieder stadsdeel iets anders werd vastgelegd. En de lange discussies wat we dan wel moeten vastleggen. En voor een deel heeft dat te maken met beheerders die zeggen: Kun je dat ook leveren? Doe mij dat dan ook maar. Die leggen maximaal hoeveelheid informatie vast, terwijl ze misschien maar een kwart gebruiken. En bij de andere zitten er weer mensen die heel analytisch nadenk over: wat heb ik nu eigenlijk nodig om te kunnen beheren? En dat ga ik uitvragen. En daar zit een heel landschap van informatie behoeftes tussen. En ook dat is weer zo gegroeid. De ene beheerder legt er van oudsher dit en dat vast. En er zat ook nog vaak een persoonlijk smaakje aan vast. Wij hebben een programma Asset Management, die aan het zorgen is dat een ieder beheersysteem van bomen de informatie op dezelfde manier wordt vastgelgd. Jarenlange discussie over geweest en die lopen nog steeds, van wat we moeten vastleggen.

40:46 Hoe ben je omgegaan met die verschillende belangen?

Daar heeft gemeente Amsterdam iemand voor ingehuurd, een programma manager Asset Management. Die is eindverantwoordelijk om het op één lijn krijgen van de stadsdelen en verkeer en openbare ruimte. En het enige wat ik doe is aankloppen bij het programma asset management van: Wat is jullie informatie standaard geworden? Geef die maar en dan zorg ik ervoor dat die in de OTL gemodelleerd wordt. De semantische discussie van hoe wij een boom noemen hoef ik mij gelukkig niet bezig te houden. Tegelijkertijd zijn er natuurlijk wel veel verschillende belangen.

41:31 Het begint dus allemaal bij het programma Asset Management?

Het initiatief is begonnen vanuit het ingenieursbureau of tenminste vanuit het ingenieursbureau zijn we ooit benaderd met de vraag: wat gaan wij doen met Zuid-as Dok. Zuid-as Dok is voor ons een ongelofelijk belangrijk project. Rijkswaterstaat en Prorail gingen samen BIM toepassen. Toen hebben zij Amsterdam gevraagd: Gaan jullie mee of niet? Dat heeft heel veel tijd gekost. Eigenlijk bijna een jaar gekost. Dat idee

kwam bij mij en mijn collega van het ingenieursbureau binnen. Daar zijn wij mee gaan lobbyen, met name mijn andere collega. Dat heeft een jaar gekost om de directie van die vier beheer organisaties een brief te laten ondertekenen, gericht aan de opdrachtgevers van de Zuid-as Dok: Wij verzoeken jullie namens ons de ILS en OTL te gaan gebruiken. Dat hebben wij dus wel gedaan, vanuit het belang van die beheerder. En de meerwaarde van BIM voor de beheerder. En dat zit hem dus niet in het 3D model, maar in het structureren en organiseren van informatie stroom tussen aannemer en beheerder. Zodat je ook intern je processen beter kan beheeren en organiseren. Wij weten 100 procent zeker dat de informatie in onze beheersysteem onvolledig en voor een deel onjuist is. En we zien BIM als instrument om daar verandering in te brengen. En dat is niet van het één op de andere dag. Ieder deel van de openbare ruimte wordt ooit een keer geraakt door een project. Dan hebben we die informatie wel op orde. En dan is het dan nog de vraag: Ga je die informatie 2D of 3D vastleggen. Daar zal ook ooit een keuze in gemaakt worden. En die hangt, denk ik, vooral samen met die omgevingswet, wat daar uit gaat komen. Amsterdam is daar al een fel vertegenwoordiger van het standpunt dat de omgeving ook in 3D moet. Dat wilt niet iedereen. Volgens mij wilt RWS het ook niet per definitie. Bij de gemeente gelukkig wel. Er zal ergens een moment komen dat wij ook informatie in onze beheersystemen gaan 'verbimmen'. Alleen wat wij nu wel doen, de beheersystemen worden allemaal opnieuw ingericht. Tenminste de informatiemodellen voor het beheersysteem worden allemaal opnieuw vastgelegd. En die informatie wordt dus ook aangepast conform dat informatiemodel. Laat dat nieuwe informatiemodel nu net de informatie zijn wat wij in de OTL stoppen, daar hebben wij geluk mee. Goede samenloop van omstandigheden. RWS heeft het een stuk moeilijker denk ik.

43:58 Wat is de relatie met IMBOR?

Wij gaan werken met IMBOR. IMBOR is nog niet compleet vastgesteld. Wij hebben een principe afspraak dat wij op dezelfde manier omgaan met de data. En dat wij vervolgens IMBOR doen. Wij hebben ook nog discussies over NEN vs CROW. De NEN systematiek is voor met name kunstwerken en wegen en als je een conditiemeting voor wegen gaat doen kun je bijvoorbeeld volgens het CROW systematiek doen of de NEN systematiek. De één zegt A en de andere zegt B. Hoe verwerk je dat dan in IMBOR. Want IMBOR is een CROW georiënteerde norm, terwijl voor kunstwerken en wegen wij in Amsterdam de NEN norm gebruiken voor zover ik weet. Dat past niet helemaal lekker op elkaar. Daar hebben wij lange discussies over.

45:02 Hoe denk jij over BIM in het algemeen?

Het is voor ons vooral een instrument om die 'i' te organiseren. De 'm' van model. Het is meer Bouwwerk Informatie Management. En dat model is alleen maar een hulpmiddel. Het is alleen een weergave van data, waar het ingenieursbureau toevallig gebruik van maakt en wat nog veel meer gaat worden. Wat bij de beheerder vooralsnog niet leeft. Wat absoluut meerwaarde heeft, maar dat is nog niet geland.

45:53 Wordt de OTL puur voor de beheerder organisaties gebruikt of ook voor andere organisaties?

Het was oorspronkelijk puur voor de beheerder, maar overal begint het besef te leven dat ook door een beleidsmaker of door een gebiedsontwikkelaar gebruikt gaat worden. Wat je ziet schuiven is dat die informatiebehoefte niet alleen door de beheerder gedefinieerd wordt straks, maar dat wij ook aan het nadenken zijn over een proces of systematiek om ervoor te kunnen zorgen dat de informatiebehoefte van de hele organisatie is afgestemd en niet alleen specifiek op die van de beheerder, maar ook bijvoorbeeld voor de burger. De burger, en dat zie je straks met de nieuwe omgevingswet, die wilt dezelfde informatie kunnen beschikken als wij. Die wilt misschien wel ook nog hele andere dingen weten. Als je kijkt naar bomen, die zijn niet alleen interessant voor de bomenbeheerder, maar ook de GVB die legt de relatie tussen het voorkomen van bomen en voorkomen van een bepaald soort ongedierte. Allerlei milieubewegingen, maar ook beleidsmakers die geïnteresseerd zijn in hoe groen is Amsterdam nu eigenlijk en hoeveel parkeerplaatsen kunnen we nog schrappen om er bomen op te zetten. Dus informatie zie je altijd als enkelvoudig vastleggen en meervoudig gebruik. Maar dat is één van die basisprincipes waarop we onze informatie inrichten. Zorg ervoor dat wij single sources of truth hebben van een informatiebron.

47:25 Als je dat zou willen, zouden niet alleen beheerorganisaties betrokken moeten worden?

Dat is het punt. Je moet ergens beginnen. En als je het te groot maakt. Dan gaat het gewoon niet werken. Het wordt nu al moeilijk genoeg met de vier beheer organisaties die we daar hebben om daar afspraken over te maken. Laat staan dat je met de hele gemeente gaat kijken wat je wilt hebben. Zover zijn we echt nog niet. Dat is wel het lange termijn perspectief, maar dat is lange termijn. Maar dat besef dat eraan voorafgaat, dat informatie ook voor andere mensen vastgelegd moet worden, dat is er absoluut. We zijn een gemeentelijke organisatie die het geld van de belastingbetaler op een goede manier moet inzetten. Als we één of andere megaproject zouden bedenken, waarbij we iedereen zouden betrekken dan weet je dat de proces kosten megalomaan zouden zijn en de resultaten nihil. En het is voortdurend zoeken naar een balans tussen de investering die je doet.

48:41 Gestructureerd opbouwen dus?

Ja, maar zonder een blauwdruk te maken vooraf. Volgens een soort SRUM methodologie steeds kleinere stapjes te zetten en dan evalueren: Wat kunnen wij nu beter doen. Dat betekent dat we een heel klein stapje hebben genomen in die lifecycle en nu ook echt primair de aandacht in het belang van de beheerder hebben. En dan vertrouwen wij erop dat als we dat goed regelen, dat ook de informatie stroom terug naar een nieuw project gaan leveren.

Appendix F5: Adviseur Asset Management (RD RWS) Bart vd Heuvel

0:02 Hoe zie jij asset management vanuit jouw rol en hoe passen jullie dat toe voor de regionale dienst?

Voor mij is asset management, zoals ook in de theorie wordt gezegd, is de balans tussen de kosten, risico's en de prestatie die je levert. Dat is ook precies waar wij ons ook op richten: de optimalisatie en het aanbieden van bepaalde keuzes aan onze beslissers. Deze risico's, deze kosten met deze prestaties ga je lopen. En kies maar uit welke scenario je wilt kiezen. Dat is uiteindelijk het doel wat wij willen. We willen onze DT laten kiezen tussen wat zij kunnen doen en dat doen we op verschillende manieren.

0:59 Hoe zit de relatie asset management met het project bureau en BIM programma?

Rijkswaterstaat werkt eigenlijk in twee vormen. Rijkswaterstaat doet aanleg, dus is met grote projecten, zoals BIM zijn ze iets nieuws aan het maken. Normaal gesproken met grote wijzigingen in het areaal of nieuwe objecten, nieuwe wenselijke weg zou onze HID opdrachtgever zijn. In dit geval zijn de projecten zo groot dat onze DG zelf de opdrachtgever voor is, dat een laag hoger gaat. Maar in principe geven wij de opdracht om iets te realiseren, daar zit vaak ook de beleid DG achter met bepaalde wensen. En wij gaan dan vanuit asset management kijken: Als dit gemaakt gaat worden, dan moeten wij dat beheren, moeten bepaalde prestaties mee gehaald worden, dus dan gaan wij onze klanteisen meegeven: Dit soort dingen moeten voldoen. Dat begint bij vrij hoge prestatie eisen stellen aan zo'n project. Dus functioneel, hoeveel motorvoertuigen moet het kunnen afvoeren. Maar ook hoe vaak moet het beschikbaar zijn, dat is ook met beweegbare bruggen. Hoe vaak mag het niet beschikbaar zijn op jaarbasis. Hoeveel onderhoud mag je dan regulier plannen, zodat in het ontwerp ook al rekening mee gehouden kan worden en mee gerekend kan worden. Dat gaan wij op deze manier oplossen, door dan onderdelen in te zetten of door wat voor ontwerp afweging je kan maken.

2:36 Gebruiken jullie BIM als tool voor asset management?

Ja BIM is echt nog wel in een fase, waar we kennis mee aan het maken zijn. Wat je nu nog ziet is dat wij nu niet echt van BIM gebruik maken in die fase waar ik het over heb. BIM wordt bij ons vooral gezien als een vernieuwing van de areaalgegevens overdracht. Maar die zitten nog niet zo met eisen en met prestaties. Zover zijn wij nog niet met projecten. Zeker nu met SAAONE, want dat is één van de eerste projecten die wat met BIM gingen doen. Maar dat zou uiteindelijk ook naar een bepaalde structuur moeten gaan naar degene die ermee gaat ontwerpen bijvoorbeeld. Die een ontwerp gaat maken en daarop moet valideren, ga ik met wat ik ontwerp heb halen wat er gevraagd wordt en aan welke eisen moet het voldoen. Daarin zie ik dat BIM wel een rol zou kunnen spelen. Maar dat is nog een paar stappen verder dan dat wij nu zijn.

3:37 Zie jij BIM dan als een tool voor de ontwerpfase en build fase of zie jij BIM ook als een tool voor beheerfase?

BIM zie ik niet als een tool. Als je een aanleg hebt gehad dan gaat het in onderhoudsfase. Rijkswaterstaat onderhoud zelf niets, dat laten wij ook door marktpartijen doen. Dus in onderhoud heb je ook communicatie met je opdrachtnemers nodig over wat voor bepaalde dingen zij moeten uitvoeren, wat voor prestaties moeten ook die gaan leveren. Dan praat je over andere soorten afspraken dan met aanlegonderhoud. Meestal is dat een stuk minder abstract. En ook daarin heb je die overdracht met zo'n opdrachtnemersteam, projectteam binnen RWS als beheerder. Dat zijn stappen die gemaakt worden. Je ziet dat BIM in DBFM contracten toegepast worden. Daar zit aanleg en onderhoud gecombineerd in. Dus daar hebben we één partij die wij aan de voorkant dat soort eisen meegeven dat is nog ergens zoeken, hoe we die areaal gegevens uitwisseling, maar ook over prestatie gegevens en over dat soort dingen doen. Je hebt ook aanlegprojecten waar geen onderhoud aan vast zit. Ik denk dat dat in de toekomst ook nog voorlopig zo blijft. En daar zal je echt zien dat we een pakket van aannemer X krijgen met BIM in een bepaalde standaard en met dezelfde standaard naar een bepaalde opdrachtnemer kunnen wegzetten voor onderhoud.

5:23 In hoeverre werken jullie aan een ILS voor de onderhoudsfase?

Dat is nog in de proeffase bij RWS. Zuid-Nederland is voor zijn prestatiecontract, onderhoudscontract een proef aan het draaien hoe zij een goede opbouw van de ILS zouden kunnen doen. En de rest van Nederland speelt dat nog niet zo op onderhoud.

5:46 Hoe wordt de kennis vanuit het BIM programma van RWS gebruikt?

Regionale diensten zijn er in het algemeen niet echt mee bezig. Het is iets nieuws, het is iets wat op hen afkomt en er is wel een behoefte, maar een directe behoefte is niet altijd even groot. BIM richt zich nu heel erg binnen RWS op de overdracht van opdrachtgever naar opdrachtnemer en ook weer terug. Die stroomlijn en overdracht van gegevens goed te informeren.

6:55 Hoe zit het met de wens voor een OTL bij de regionale dienst?

Wij willen informatie hebben en die vragen wij ook uit, maar nog niet per definitie via de ILS. Het heeft te maken met hoe RWS werkt. RWS is een grote organisatie. Er lopen honderden projecten tegelijk. Er is gekozen om met een paar projecten tegelijk te beginnen. In Noord-Holland kan ik zomaar 20 of 30 projecten of contracten aanwijzen die met iets bezig zijn in mijn areaal, waar ik iets mee uit moet wisselen. Dat deden wij voorheen altijd met oplever dossiers. Daar hadden wij ook standaarden voor gemaakt zelf. Dat ging meestal wel wat fout in zo'n overdracht. Van ons naar de opdrachtnemer en ook weer terug. Er is wel behoefte dat het beter gaat, maar er is niet binnen de RD nog niet echt: We doen nu BIM met z'n allen en we doen ook niet overal BIM. De behoefte is latent aanwezig en wij hebben niet perse behoefte aan BIM, maar aan juiste overdracht van gegevens. Of BIM daarvoor de oplossing zou kunnen zijn dat moet ook landen. En onze systeem moet daar ook aangepast op worden, want de beheer management systemen die nu draaien bij ons die kunnen de informatie die daaruit geleverd wordt in die vorm kunnen ze niet aan. Dus die moeten handmatig verwerkt

worden. Er is wat dat betreft ook behoorlijk wat scepsis aan de kant van de RD van: Wat gaan wij nu krijgen? Krijgen we überhaupt wel wat? En hoe ziet dat er dan uit?

9:10 Is het dan eerst wachten op het in orde maken van het beheersysteem?

Ja en dat duurt niet even. Wij hebben een Areaal Informatie Rijkswaterstaat, onze nieuwe BMS. Daar wordt hard aan gewerkt, maar dat is één grote puzzel die nog niet in elkaar zit. Dus wij weten nog niet precies hoe dat in elkaar zit. Wij zijn ook nog risicomijdend op het vlak van: Gaan wij dingen vergeten als wij een standaard neerzetten, als wij nieuwe applicaties introduceren, die dat bijvoorbeeld zou aankunnen. Dus gaan wij gegevens missen die wij nu in onze huidige applicaties hebben. En op zo'n moment merk je echt dat RWS met 9000 mensen, die allemaal ergens een belang bij hebben en die allemaal niet per definitie zien dat hun belang geborgd wordt d.m.v. zo'n introductie. Dat ligt niet alleen aan regionale dienst, dat ligt ook bij andere afdelingen van Groot Projecten en Onderhoud. Die nemen er afstand mee, want ze zijn bang dat de informatie die zij nu krijgen en nodig hebben voor hun werk, misschien niet meer krijgen of niet in de vorm zoals zij zouden willen.

10:40 Als de AIR van RWS uit ontwikkelt is, is de stap voor het werken met een ILS makkelijker?

Ja, dat denk ik wel. Want als AIR zich bewezen heeft en aantoonbaar goed is dan is het geen probleem. Alleen voordat wij AIR hebben gemaakt, is het de vraag: Hoe snel kan dat? Moeten we het in één keer perfect doen. Of gaan we eerst delen doen. En daar zit wel een deel van het probleem in denk ik, want we gaan niet in één keer iets perfect doen. En dan de angst dat je iets dan vergeet of dat je dat nooit meer zal krijgen die is erg groot. Dan merk je dat de hinder macht ook optreden: Ik ga daar voor liggen, want straks kan ik mijn werk niet meer goed doen.

11:34 Wat vind jij ervan dat de beheerders van RD RWS betrokken moeten worden bij het opstellen van een ILS voor objecten, die in het beheer van RD RWS zijn?

De leverspecificatie wordt opgetrokken naar een contract document. Dus een contractuele afspraak tussen opdrachtgever en opdrachtnemer. Feitelijk gezien heeft de beheerder partij over de Regionale Dienst geen contractuele verhouding met de opdrachtnemer. Daar begint het al. Dat is iets wat geregeld moet worden. En de leverspecificatie, hoe die in de contracten komt, is vaak dusdanig abstract en niet specifiek dat die voor een regionale dienst ver van zijn bed staat. Dus gaan wij vrij functioneel abstract eisen stellen. Verwijzen wij naar standaarden, verwijzen wij naar OTL bijvoorbeeld. In de OTL, daar wordt het spannend, want daar gaat het aansluiten op de informatie die wij nu hebben en nodig hebben. Hoe is de decompositie vorm van de OTL, dat is een behoorlijke hik up. Het ene systeem gebruikt NEN 2767 afgeleide en heeft ook drie niveaus uit die NEN code en dan drie niveaus van onze netwerk daarboven neergezet. Die structuur, daar proberen wij Rijkswaterstaat in die structuur in te duwen, maar er zijn bijvoorbeeld ook installatie technische onderdelen in tunnels die componeren op een hele andere manier. Daar is de gedachte meer naar installatie typen te decomponeren in plaats van naar elementen en bouwdelen.

14:13 In hoeverre wordt jullie behoefte opgenomen in de ILS?

Rijkswaterstaat is wat dat betreft diffuus. Wij hebben zeven regio's, we hebben regio's van twee of drie districten, die allemaal een anders in het spelletje zitten, die ook andere behoeftes hebben. De één loopt voor en de andere loopt achter en een andere omdat ze veel meer gericht zijn op elektro technische dingen. Dus die behoefte is niet uniform over heel Nederland. En die OTL willen ze wel voor heel Nederland één maken, daar zie je al een probleem in. Dat geldt voor die beheer management systemen ook. Ik heb een bepaalde behoefte, mijn collega uit Midden-Nederland heeft voor een groot deel dezelfde behoeftes, maar heeft ook bepaalde andere behoeftes. Dus er zitten ook plusjes en minnetjes bij. De vraag is in hoeverre wil je daaraan voldoen en wat voor positie geef je zo iemand. Maar als je die positie niet geeft en je forceert dan helpt dat ook meestal niet echt.

15:31 Merk je dan een soort eilandvorming binnen RWS, waarin ieder zijn eigen belangen heeft?

Eigen belang is het niet echt. Wij hebben wat dat betreft wel een zelfde belang. Alleen hebben wij soms een andere focus van dat belang. Dat is puur vanuit kennis van persoon of vanuit ervaring. Volgens mij is het probleem dat dat nog niet uniform is en nog niet te krijgen is. En dan kan je aan je OTL kant heel veel organiseren, maar als dat de afnemende kant daar niet één beeld over kan geven dan heb je het heel lastig. Of je erkent dat iedereen wat anders heeft en je kijkt hoe je daar de oplossing zoekt.

16:27 Waar zit dan de oplossing in: erkennen of uniformeren?

Er is niet één oplossing. Dat zal denk ik per regio verschillen wat de oplossing daarvan beter zou zijn. Hoe asset management uitgevoerd wordt uniformen wij wel steeds. Ik ben met mijn collega's van andere regionale diensten in overleg over hoe wij instandhoudingsplannen maken, hoe wij prestatie gestuurde instandhouding programma maken en wat voor informatie daarvoor nodig is. Daar zie je dat wij daar wel stappen in maken om dat te uniformeren. Dus die stroom zal misschien wel binnen afzienbare tijd geüniformeerd zijn en kan dus prima in een OTL gevangen worden: Deze informatie op die manier gestructureerd, deze data heb ik daarvoor nodig. Dan kan je dat leveren en structuren. Alleen dat gaan niet alleen over prestatie gestuurde instandhoudingsplannen of gewone instandhoudingsplannen, wij hebben nog veel meer dingen. We hebben ook de aantoonbaarheid van het veilig zijn van objecten, machineveiligheid, zorgplicht waterkering. Daar moet ik ook invulling geven over hoe ik dat doe.

18:02 Zijn dit voorbeelden voor Asset Management?

Dat is een goede vraag. Wat is asset management? Zoals dat in de uitvoering is valt dat wel binnen mijn bakje. Dat moet ik wel doen. En of dat dan zuiver asset management is, heb ik mijn twijfels bij, maar er wordt wel verwacht dat ik dat uitvoer. Asset management is nog niet afgebakend van wat het is. Wij hebben als regio geen stormvloedkeringen, die hebben zij in Westland-zuid wel. Die hebben daar weer hele andere eisen aan. Dat maakt in diverse opzichten dat het van elkaar verschilt. Per regio

is het areaal anders, de omgeving is anders. Is dat asset management? Ik ga niet direct nee zeggen, maar het neigt er wel naar. En wat je ook ziet is dat er heel vaak van districten ook verwacht wordt dat zij verantwoordelijk zijn voor alle tekeningen en alle schema's. Als je storingsoplossing hebt, de district is daar dan verantwoordelijk voor. Die informatie van aanleg moet daar naartoe komen. Daar gaan zij zich ook zorgen over maken. Dat zijn collega's binnen mijn afdeling, die zijn daar landelijk mee bezig om dat ook af te stemmen. Wat is dat dan en hoe structureren wij dat dan? Als je het aan mij vraag is tekeningbeheer geen asset management. Als ik kijk naar mijn asset management en wat mijn verantwoordelijkheden zijn, dan heb ik weleens geroepen: Ik gebruik nooit een tekening. Tekening gebruik ik niet. Nog nooit een tekening uit de kast gepakt, hooguit dat ik één doorgronden wat de relatie tussen onderdelen was, een schema ergens vandaan gehaald. Dat zijn as-built tekeningen van installaties of van betonwerk: waar zit de wapening en hoe dik is de wapening.

20:37 Zie je dat als informatie voor asset management?

Het is informatie over assets, jazeke. Maar voor mijn asset management taak die ik heb in het afwegen van risico's, prestaties en kosten heb ik die informatie nagenoeg niet nodig. Voor de uitvoering van onderhoud daarentegen van storingsoplossing of voor het aanpassen van objecten, daarvoor is het wel nodig. Alleen daarvan hebben wij gezegd: Dat valt onder proces 'aanleg en onderhoud' bij ons. Dus daar hebben wij een andere tak voor verantwoordelijk gesteld, die aanleg en onderhoud bij ons uitvoert. Die heeft het meeste belang bij een goed tekening pakket.

21:17 Is beheer en onderhoud geen asset management?

Als je zuiver gaat kijken naar asset management wel, maar binnen RWS niet. Binnen RWS hebben wij dat gescheiden. Er zijn proces eigenaren binnen het bestuur vastgesteld, zoals de afdeling GPO. Die doet aanleg. PPO die doet aanleg, maar vooral onderhoud. En de regionale diensten die doen omgeving Asset Management. Wij hebben gezegd aanleg en onderhoud zie ik als onderdeel van mijn asset management keten, want zonder aanleg en onderhoud kan ik wel mijn asset management gaan doen, maar daar schiet ik niks mee op.

22:01 Wat is voor jouw het verschil tussen de asset manager, zoals gesteld door Rijkswaterstaat en asset management?

Dat is terminologie. Binnen mijn district ben ik aangenomen als adviseur asset management. En mijn leidinggevenden noemen mij asset manager. De vraag welke stempel leg je erop: wie is asset manager? Als je feitelijk gaat kijken naar asset owner, asset manager en serviceprovider dan zou ik geen asset manager zijn. Wat wel logisch is, de asset manager die delegeert door, dus die kan best door delegeren via zijn HID's naar een directeur of misschien naar een afdelingshoofd, maar naar een adviseur delegeren dat denk ik, als asset manager rol te ver gaan. Dat ik in die keten een bepaalde rol heb die vrij nieuw is, met de komst van asset management ontstaan is, dat ik risico afwegingen maak, prestatie in relatie breng tot kosten, dat maakt dat ze heel makkelijk zeggen: Dat is dan de asset manager. Als je formeel gaat kijken naar inderdaad de asset owner, asset manager en serviceprovider, dan ben ik het niet. Maar

in de volksmond is iedereen gauw geneigd om de adviseurs als asset manager te bestempelen. Ik schrijf nergens dat ik asset manager ben. Dat vind ik belangrijk om die onderscheid te maken, maar ik accepteer inmiddels dat die term zo gebruik wordt. Je moet je eigenlijk ook afvragen is het erg en in dit geval RWS vrij hiërarchisch ingericht dus het is niet zo dat, doordat men mij asset manager noemt dat zij ook de verantwoordelijk die daarbij leggen.

26:01 Wanneer worden de belangen van de beheerder van RD RWS betrokken in de OTL?

Aan de voorkant wordt dat gelegd. In de klant eis specificatie zeggen wij net zo goed dat er bepaalde eisen meegegeven wordt.

26:20 Dus jullie worden wel betrokken voordat het contract opgesteld wordt?

Ja en nee. Ja formeel wel en nee omdat, maar dit is mijn mening, omdat we vrij ver terug gaan op de standaarden die gemaakt zijn. De uitvraag van informatie kunnen wij best wel noemen dat wij een opleverdossier willen en dat wij dat op een bepaalde manier gestructureerd willen hebben en dan verwijzen wij al gauw conform het moet in Ultimo komen of conform het datamodel te krijgen zijn of conform de OTL. Dat blijft een beetje functioneel. De echte keuzes worden in de OTL gemaakt over hoe dingen gestructureerd zijn: wat wil ik nu weten van een brug bijvoorbeeld. Dat specificeren wij niet expliciet.

27:19 Waarom wordt dat niet gespecificeerd?

Aan de ene kant is dat in de fase waarin je nu zit, een project opstarten en de druk die erop zit en ook de acceptatie van in welk detailniveau ga je uitvragen. Als je echt je datamodel wilt gaan uitwerken, in allemaal klanteneisen, dan kom ik aan klanteneisen lijst die enorm lang gaat worden als ik alles gaat specificeren. Daarbij blijft ook dat ik elke keer hetzelfde gaat specificeren. Bijvoorbeeld van elk paal wil ik hetzelfde weten. Wij proberen in dat proces, denk ik, afstand te nemen van detail. En dan gaan we terecht en soms onterecht vanuit dat er een standaard in het contract is vastgelegd, waaraan het contract moet voldoen, bijvoorbeeld een OTL dat het daar dan in zit.

28:22 Dus jullie gaan er al vanuit dat het in de OTL al goed geregeld is voor jullie beheer?

Deels, voor sommige mensen wel. Daar wordt ook wel deels aan gewerkt om daar invloed op uit te oefenen. Je ziet dat BIM dat wel begrijpt en dat ze daar ook in validatie sessies zoeken naar: wat wil je nu weten van zo'n asset? Wat voor eigenschappen geven wij mee? Hoe relateren wij dat aan andere objecten. Daar wordt wel op ingezet. Alleen daar wordt niet door iedereen heel veel tijd ingestoken. Niet op een concreet project, maar in het algemeen. Als we bijvoorbeeld naar de OTL gaan kijken en naar een brug. Dan ga ik specificeren: wat wil ik van een brug in het algemeen weten. Ik wil een bepaalde levensduur weten, kosten, faalkansen, constructieve dingen.

29:28 Op welk detailniveau wil je dat dan weten?

Dat is het een beetje. Aan de ene kant zie je dat de 'willingness' van mensen om dat te specificeren, als er een contract begint, dat die er wel enigszins is, maar dat alles moet relatief snel. Maar als het voor iets abstracts als de OTL, wat niet direct voor nu voor jou een project is, dan haken mensen vaak af. Dat is dan geen prioriteit van nu. Met als gevolg dat die OTL nooit een volwassen vorm gaat krijgen, omdat niet iedereen zijn informatie behoefte daarin goed kan vastleggen. Met als gevolg dat als je een project uit gaat vragen waar je het gaat hebben over: mijn collega's hebben nagedacht over de OTL of je gaat een lijstje noemen van wat je allemaal wilt hebben. En dan ga je hebben: Dat detailniveau dat is niet wat wij in de ILS willen, wij willen het abstracter doen. Het is een beetje een moment.

30:48 Hoe wordt de OTL op dit moment gebruikt door de RD RWS?

Op het moment zijn we nog niet in die fase. De DBFM contracten die nu lopen die BIM toepassen en OTL toepassen, daar vind nu wel bepaalde transactie plaats tussen opdrachtgever en opdrachtnemer, dus project bureau en opdrachtnemer. Daar mankeert vaak ook nog wat aan. De marktpartij zijn ook opzoek naar hoe dat precies moet. Maar die slag vervolgens naar de regionale dienst, die vindt nog niet plaats. En dat heeft inderdaad de reden dat de BMS nog niets klaar zijn om dat te ontvangen.

31:40 Dus eigenlijk stopt de OTL bij het project bureau van RWS?

Een project bureau heeft een belang dat die transactie goed plaatsvindt en dat zij bepaalde informatie hebben en daar rolt dan de OTL uit. Dus eigenlijk kan het project bureau, denk ik dat zou je kunnen vragen aan hun, waar een contractmanager een COINS container ontvangt, die kan die zelf niet openen en hij kan er zelf niet inzitten. Laat staan dat die kan beoordelen, wat erin staat goed is. Misschien dat een technisch team dat kan. Daar zie je dat het BIM nu ook met BIM beheerders op in zet dat zo'n project bureau dat zelf dat kan gaan beoordelen. Maar die kunnen er in feite niets mee en die denken dan: ik stuur het door. En de ontvangende partij, de regionale dienst, is daar geen mogelijkheid om het te lezen, want het beheer management systemen zijn nog niet beschikbaar of in mindere mate geschikt om die gegevens eruit te halen. Het is vaak ook dat wij die gegevens niet nu nodig hebben. De gegevens die nu uit het project komen, daarvan moeten wij alleen het project controleren of alles constructief goed is. Maar ik ga pas als regionale dienst gaan we het pas gebruiken op het moment dat wij in de beheerfase zitten. Een stuk verder weg. Dan is die informatie pas voor ons relevant. In asset management maak ik dus afwegingen in de onderhoud die ik moet uitvoeren. En ik mag aannemen dat dat niet binnen twee jaar gebeurt. Met garantie hebben wij dat afgekocht, dus daar focus ik mij niet echt op. Ik focus mij op prestaties die over de komende jaren gaan plaatsvinden en over hoe veel geld dat gaat kosten en welke vervangingsstrategie en onderhoudsstrategie ik daarin zou gaan.

33:49 Asset management is dus kijken naar de lange termijn?

Ja, dat is het idee wat ik probeer te zeggen inderdaad. De termijn voor mij wat asset management betreft is zeker in relatie tot zo'n project. Ik mag er feitelijk gezien vanuit gaan dat dat project dat aan mij wordt opgeleverd voldoet aan de richtlijnen.

34:09 Moet je bij de beginfase dan ook niet kijken wat het oplevert op de lange termijn?

Ja dat ga ik ook doen, maar dat hoeft ik niet a la minute te doen. Daar heb ik tijd voor. Bijvoorbeeld wij gaan een sluis bouwen, die blijft 30 jaar bij hun onderhoud, dus het is sowieso lastig wat ik daarvan moet vinden of niet.

34:36 Kijken jullie als regionale dienst niet naar hoe er beheerd moet worden in die 30 jaar, zodat het op de langere termijn ook goed blijft, betreft prestatie kosten en risico's?

Er zijn eigenlijk twee situaties. Bij de Coentunnel zijn er de eerste DBFM contracten. Daar is vrij hard ingezet: een DBFM, de aannemer gaat dat doen, wij willen daar niets van weten. Daar zijn wij vrij snel op teruggekomen. Bij SAA hebben wij een andere strategie. Wij willen informatie hebben, gegevens krijgen, wij willen weten wat er ligt. Daar zie je dat wij een volgende stap gaan krijgen, dat wij betrokken willen zijn bij bijvoorbeeld SAA a9, in hoe die aannemer onze eisen gaat verifiëren in zijn ontwerp. Op die manier hebben wij contact met ze. En omdat daar 30 jaar onderhoud zit kunnen daar ook eisen aan zitten. Ik heb bijvoorbeeld ook eisen aan de niet-beschikbaarheden voor onderhoud. Dan kan ik ook zien hoe hij gaat onderhouden en wat voor strategie hij daar op na houdt en hoe hij denkt dat te realiseren. Dan kan ik daarover vragen stellen over waarom die denkt dat dat zo is en daar kan ik dan van leren. Ik kan bijvoorbeeld zeggen: Dat kan niet zo. Als ik dat over moet nemen, dan kan ik inschatten wat krijg ik terug en wat moet ik daar aan doen om daar vervolgens ook die prestaties te halen en dat heeft ook invloed op mijn lange termijn: wanneer moet ik mijn asfalt onderhouden. Hoe kan ik daarop plussen of minnen. Wat voor risico's levert dat op. Dat soort vragen die moet ik stellen, maar dat hoeft niet direct na de overdracht. Daar heb ik best wat tijd voor. Wat ik overgedragen krijg in een D&C contract, dat gaat de eerste jaar nog wel mee, dus daar heb ik best wel even tijd voor. Wij gaan ervan uit dat dat nog blijft voor een jaar. Bij de Coentunnel hebben wij ons ontzorgd voor 30 jaar onderhoud. Weliswaar zaten er boeteclausules in. Maar wij zijn erop teruggekomen, omdat wij nog steeds de verantwoordelijkheid heb. Bij SAA hebben wij de verantwoordelijkheid richting de rijksbegroting. Rijkswaterstaat krijgt betaald over het areaal wat zij heeft qua kosten en onderhoud. Wij zijn beheerder, dus wij hebben ook nog verantwoordelijkheden ten aanzien van veiligheid. Die kunnen wij niet door mandateren aan de markt. Wij hebben nog gebruikers. Er zitten allerlei onderdelen die niet bij de aannemer liggen, waardoor we wel meer zouden moeten weten. En je ziet bij de volgende DBFM contracten dat daar steeds meer richting die opdrachtnemer in die specificatie vaak naar verificatie en validatie wordt gekeken: Hoe ga je die dingen realiseren? Onze klanteneisen worden ook beter daardoor.

38:48 Worden die klanteneisen als regionale dienst gesteld?

Ja. Wij als regionale dienst stellen eisen aan wat zo'n netwerk of object zou moeten doen. Dat gaat op boutje en moer niveau of wij vragen vrij concrete onderdelen van er moet conform richtlijn x zijn, maar ook abstracte eisen. Daar werken wij nu aan, waarin wij een hele beperkte set aan klanteneisen stellen en ons niet gaan bemoeien aan: je moet je houden aan deze regelgeving. Alles wat in regels staat daar moet je aan voldoen. Dan ga je dat niet meer voorschrijven, want dat staat al in de richtlijnen. Wij gaan er

vanuit dat die eisen op prestatie niveau, topeisen, klanteisen voldoet. Wij hebben er vertrouwen in dat wij die niet meer voor hoeven voor te schrijven dat die bijvoorbeeld een vluchtstrook moet toepassen. Want als die geen vluchtstrook toepast dan gaat die namelijk meer afsluiten en meer hinder veroorzaken bij zijn onderhoud, dan kan hij zijn werk niet meer uitvoeren zonder dat het verkeer erlangs kan.

40:25 Op welk detailniveau zouden objecten voor het beheer van RD RWS beschreven moeten worden?

Een lantaarnpaal is een goed voorbeeld. Dat schetst ook de afhoudendheid van heel veel regionale diensten om echt iets vast te leggen en daarvoor te gaan. Als je een lantaarnpaal hebt, dan wil je weten wat voor armatuur erop zit, wat voor lamp en hoe lang zoiets mee gaat. Soms wil je nog van de installatie weten hoe die is aangesloten. Hoe is dat allemaal veilig. Wij hebben bijvoorbeeld lichtmasten die zijn bots vriendelijk. Als je met een auto tegen een lantaarnpaal aanbotst dan wordt je er niet omheen gespiesd, maar dan breekt dat ding netjes af. Die vielen spontaan, zonder dat iemand daar tegenaan reed. Daar waar je de vraag stelt aan areaal gegevensbeheer: Waar staat die lantaarnpaal? Dan zegt hij van: Geen idee, want dat is niet een eigenschap dat wij vastgelegd hebben. Dat ging over een bepaald merk, een bepaald type dat ook nog in een bepaalde periode geproduceerd was. Dat is niet wat wij aan de voorkant afgesproken dat wij daarbij zouden halen, we weten hoeveel masten er zijn, welk armatuur er zitten, hoe hoog ze zijn en schema's hoe ze aangesloten zijn en we hebben ook wat fabrikanten informatie ergens in een pdf in het opleverdossier, maar we hebben niet vastliggen, waar welke type lichtmast waar precies staat. We verwachten ze hier, maar veel verder komt je niet. Dan zie je ook zo'n trigger: dan moeten we dat voortaan gaan vastleggen. Er moet dan voortaan in de OTL moet dus, als je een lichtmast gaat opleveren, moet zijn merk, type afschuifconstructie of die gekeurd is, dan gaan we een hele rits aan nieuwe dingen vastleggen. Dan heb je dat vastgelegd, maar volgende week komt er een nieuwe vraag over diezelfde lichtmast, want dan is er iemand verblind door het lampje of die armatuur die laat los. Er komen steeds nieuwe informatie vragen naar boven. Hoe ga je dat dekken? Daar zit ook een deel van angst. Ik kan nooit een complete informatie behoefte aan jou leveren.

43:35 Hoe worden die informatie eisen dan bepaalt in zo'n dynamische omgeving en hoe gaan wij zo veel informatie actualiseren?

Het wordt steeds groter en het wordt ook steeds meer en wij nemen ook nooit afscheid van bepaalde informatie. Het actualiseren in de vorm meer erbij zetten. Dat gebeurt wel. Dingen eraf halen is lastig. Stel je voor dat ik nu conform de OTL, welke aanrijconstructie erin zit en welke armatuur erop zit en welke merk de lamp is en wie dat geïnstalleerd heeft, want het kan ook nog zijn dat diegene de lampen niet goed geïnstalleerd heeft en dan wil ik weten waar hij nog meer een lampje geïnstalleerd heeft. Dan ga ik die eigenschap toekennen aan zo'n lichtmast in de OTL, maar alle lichtmasten die er nu staan, daar weet ik het niet van. En daar weet ik de komende tien jaar ook nog steeds niet van en misschien de komende dertig jaar ook nog niet. Maar als ze vervangen worden dan wordt die informatie wel bijgewerkt. Zo blijf je constant achter iets aanlopen.

45:16 Moet het niet ergens beginnen?

Ja, maar zeker in zo'n dynamische omgeving waar de vragen naar dingen steeds normaler wordt. Natuurlijk dat moet ik toch kunnen ophoesten? Op google kan je alles vinden, dus waarom zouden wij dat niet kunnen? Wat ga je uitvragen aan een opdrachtnemer om zo'n OTL te vullen als die blijft groeien, is het dan nog wel reëel, want dan ga je zoveel investering vragen om alles vast te leggen. Je kan het zo gek niet verzinnen en we kunnen het vastleggen. Dat vind ik wel een dilemma: Hoe ver ga je? En in projecten hebben wij daar mooie oplossingen voor, die stellen het vast. Voor dit project geldt deze versie van de OTL en voor het volgende project geldt de versie daarna. Dat is voor een project één versie vastgelegd. De aannemer weet daarvan. Aan de beheerkant heb ik daar feitelijk niets aan, want ik heb 30 projecten en die gaan alle 30 een andere versie opleveren, die armer of rijker is of toch net iets anders gestructureerd is, omdat we dat bedacht hadden. En hoe komt dit dan bij elkaar?

47:10 Het vastleggen van heel veel informatie betekent automatisch ook het actualiseren van heel veel informatie. Legt dat geen druk op de markt?

Dat denk ik zeker. Ik denk dat je je af moet vragen of dat handig is. Wat mij betreft zit daar wel een dilemma van hoe ver ga je met actualiseren. In mijn optiek heeft het BIM programma, zoveel mogelijke partijen goed te kunnen voorzien van informatie uit één model, maar dat zou je het beste bij hun kun vragen. Wij gebruiken decompositie. Bij BIM hebben ze een taxonomie bedacht omdat de decompositie het niet meer aan kon. Er waren verschillende decomposities die niet op hetzelfde niveau praten met elkaar. Kijk bijvoorbeeld naar asfalt, dat bestaat uit verschillende lagen. De ene type beschreef de bovenbouw en daarmee bedoelde die alle tussenlagen en de toplaag. Een andere systeem beschreef dat dan los en dat heette dan bovenbouw. Is dat dan het hele pakket of is dat dan één laag. Dan zie je dat je nooit iedereen kan dienen, daar zitten gewoon andere informatie vragen achter, waardoor het dan ook anders opgebouwd is.

Een asfaltspecialist in deze toren kan een hele andere vraag hebben dan iemand die vervanging van asfalt moet programmeren. Terwijl over hetzelfde dingetje gaat. Dat hebben ze bij BIM slim aangepakt door een taxonomie te kiezen, alleen nu snapt niemand het meer. Dat is het gevolg daarvan. Buitenwereld weet niet wat taxonomie is in hoe die in elkaar zit en wat dat dan betekent. Dat begrijpen denk ik alleen een paar mensen bij BIM. Ik denk dat de rest van RWS, zeker het grootste deel van RWS geen idee heeft wat het inhoudt en wat precies de relaties zijn. Maar er is wel de streven om iedereen te dienen denk ik.

49:37 Hoe zou zo'n ideale OTL er dan voor jou uitzien, qua detailniveau?

Op basis van mijn rol wil ik van een bepaald niveau weten: levensduur en dergelijke. Ik kan op mijn niveau vrij abstract blijven. Mijn collega die binnen mijn afdeling werkt, die is installatie verantwoordelijke. Die heeft een andere behoefte en die gaat gedetailleerder. Die heeft een verantwoordelijkheid dat als iemand geëlectrocuteerd wordt aan die kast waar hij tegenaan staat dan staat hij voor de rechter en wordt hij door er niet goed mee om te gaan veroordeeld.

50:31 Zie je dan een toekomstige OTL, waarin heel veel specifieke informatie wordt vastgelegd, als de ideale OTL voor iedereen?

Die is afhankelijk van je rol, taak en verantwoordelijkheden. Dat wij niet meer gaan denken: Ik denk dat jij dat nodig hebt. Dan vul ik het alvast in, want als jij dat dan aan mij komt vragen dan kan ik dat leveren. Dus iedereen vanuit zijn verantwoordelijkheid en zijn taak kan omschrijven wat die wilt en in die OTL terug kan krijgen. En dan niet perse in de OTL, want de OTL is alleen een manier van structuren. Maar dat de informatie die hij nodig heeft om zijn vraag te beantwoorden dat die daarin moeten zitten. En feitelijk hoeft de gebruiker de OTL niet te zien of te kennen, hij hoeft alleen wat daarin zit op een bepaalde manier gevisualiseerd te zien daarvan.

51:35 Dus eigenlijk zie jij een hele grote database dat alle belangen behartigd, inclusief het probleem van actualiseren en de werkdruk?

Ik denk dat je alle groepen, dat zijn niet Regionale diensten, PPO, GPO etc, maar dat zijn binnen de afdelingen groepen mensen, die misschien maar uit drie of vier mensen maar bestaan, dat die bepaalde taken en rollen vertellen die moeten hun informatie vragen kunnen specificeren of kunnen uitleggen en kunnen neerleggen en die moeten die informatie vragen of informatie behoefte hebben en die te herleiden zijn in de OTL. Die moet daarin staan. En dan krijg je inderdaad een grote database met alle gevolgen daarbij. Als dat de huidige ambitie van BIM en de huidige insteek van het programma dan denk ik dat dat de vorm is. Dat is heel groot en moeilijk. Je zou ook met één sector kunnen beginnen. Dus je zou bijvoorbeeld alleen mijn collega's, die hetzelfde werk doen als ik, kunnen bevragen en daarvan één standaard neerleggen. En dan een volgend groepje te doen. Dat je niet in één keer één grote goede OTL hebt. Dat zou ook kunnen.

53:11 In hoeverre kan je stellen dat de OTL noodzakelijk is voor asset management?

De OTL is een middel om een bepaalde structuur te brengen aan data die je uitvraagt. Dus in die hoedanigheid is de OTL op zichzelf is niet noodzakelijk. Maar dat iets komt om bepaalde gegevens beschikbaar te krijgen is noodzakelijk voor mij. En daarom denk ik dat de OTL op dit moment de vorm is en daardoor noodzakelijk is. Ik zie geen andere oplossing daarvoor. Ik denk als je dit aan de gemiddelde asset manager zou vragen: is de OTL noodzakelijk? Zou je best nog eens het antwoord 'nee' kunnen krijgen, omdat de OTL zit niet per definitie in de mindset, is niet een tool voor de asset manager. De gegevens behoefte of de data behoefte die erin beschreven staat is belangrijk, maar vooral de data die op die manier er gestructureerd uitkomt is van belang voor mij. Hoe GPO, PPO structuren of uitvragen of borgen heb ik weinig boodschap aan eigenlijk. Ik wil alleen over deze gegevens kunnen beschikken, want dan kan ik mijn ding doen. Ik wil hem wel op zo'n manier gestructureerd hebben. Zo ver kan ik ook gaan. Zo gestructureerd wil ik hem krijgen. Dat hoeft niet te zijn dat die zo wordt opgeslagen. Dat interesseert mij eigenlijk ook niet. Dat gaat soms fout. Sommige mensen hebben er wel een mening over andere helemaal niet.

59:03 Zit er voor jou een verschil in informatie dat nodig is voor asset management en project informatie dat niet nodig is voor asset management? En wat zou dat dan zijn?

Voor projecten heb je heel veel informatie nodig om een transactie en bepaalde dingen te organiseren, daar heb ik minder belang bij, want dat is niet mijn werk en ik moet er vanuit gaan dat zij dat prima regelen. Waar ik wel graag zicht op wel hebben is hoe zij wat voor ontwerp afweging zij hebben gemaakt. Wat hun verificatie op hun ontwerp is en validatie. Dat zijn wel dingen, dat ik zie als een taak van het project, maar dat is wel wat ik in mijn beheer en onderhoud later nodig heb. Wij hebben een gemeentelijk in het beheer hier in Noord Holland. Daar staan nu zes pompen in en het is uiterst lastig voor ons om terug te gaan en om in documentatie terug te zien waarom zit er nu zo'n zesde pomp in. Feitelijk gezien hadden vijf pompen misschien wel goed zijn geweest. Hebben die het gebouwd om de zeespiegel stijging te borgen? Of nog meer detailniveau: hoe de redundancy ingebouwd is in besturingssystemen? Als je een eis stelt, zeker bij waterkering en waterkering, zijn die eisen heel strak aan de voorkant altijd gesteld geweest. Bepaalde eisen moet je toetsen. Maar waarom hebben ze juist gekozen voor een bepaalde reserve onderdelen? Wat denken ze daarmee te bereiken. In de verificatie proces kan je zien dat bijvoorbeeld 99% beschikbaar moet zijn en dan is de kans van uitval van een pomp is zo groot. Dus dan doen wij een bypass of handbediening etc. Die keuzes wil ik graag terugzien. Vaak hebben ze die prestatie eisen aan de voorkant meegenomen. En de prestatie die ik aan de achterkant moet realiseren moet ik relateren aan: wat moet ik dan vervangen, hoe belangrijk is schakelaar x. As-designed tekeningen vind ik dan weer minder interessant. De keuzes daarachter zijn interessant. As-designed tekeningen zouden voor een onderhoudspartij interessanter zijn. Want als er een storing is, dan weet hij welke schakelaar dat is en wat hij eraan kan doen.

63:28 Wat zou informatie zijn dat uit projecten worden gegenereerd dat helemaal niet van belang is voor de fase daarna?

De hele administratieve stroom van vertalingen, zouden helemaal niet interessant zijn voor mij.

68:09 Moet project informatie van bijvoorbeeld clash detection in het archief komen?

Ik denk van niet, want dat is een ontwerp dingetje dat je opgelost hebt. En dat is niet zozeer aan een eis te voldoen, maar dat is om je uitvoerbaarheid te realiseren. Dus inderdaad. Ik heb weleens geroepen: 3D is allemaal aardig, maar heb ik verder niet heel veel aan. Voor projecten zelf is dat handig. Bijvoorbeeld voor clash detection inderdaad. Maar als het er eenmaal ligt heb ik er als asset manager niet heel veel belang bij. Dus niet alles hoeft worden vastgelegd.

Appendix F6: Systems engineer (Hochtief) Kenzo Oijevaar

0:20 Wat is asset management voor jou en wat is de relatie van asset management met jouw rol?

Ik werk bij een aannemer natuurlijk. Dat is denk ik belangrijk om te vermelden. En asset management is het managen van assets. Dus op het moment dat je het over iets hebt, dat kan een object zijn, moet daar iets mee gebeuren: een levenscyclus. Dus dat gaat erover dat je een asset hebt of een object hebt en die maakt een levenscyclus door. En gedurende de levenscyclus gebeurt er van alles met dat ding. Dus als het een lantaarnpaal is, dan wordt die uiteindelijk gemaakt, die wordt geplaatst, die wordt daarna onderhouden, dan wordt er een armatuur vervangen dan wordt er daarna een vormpje aan gelast dan komt er nog iets anders. Dan gaat die terug naar de sloop, wordt die her gesmolten en ontstaat er een nieuw product. En dan hangt er dan uiteindelijk vanaf vanuit welke partij je praat wat de definitie is van die asset. Je kan dus zeggen voor de levenscyclus is het van start, dat is van een idee in iemands hoofd tot die niet meer bestaat is voor iemand de hele levenscyclus. Dat is niet voor iedereen van belang. Voor namelijk een opdrachtgever is het van belang zolang dat object binnen de scope van zijn of haar verantwoordelijkheid valt. Dus op het moment dat ik die lantaarnpaal aanschaf als opdrachtgever of laat plaatsen, op dat moment is het interessant voor mij tot en met die weggaat. En het zelfde geldt voor de aannemer. De aannemer is ook op een bepaalde moment in de levenscyclus zegt die: Hier moet een lantaarnpaal komen, ontwerp die misschien ook, hangt van het contract af, en uiteindelijk tot het einde van het contract houdt dan de interesse voor die asset houdt daarmee op. Dus voor elke stakeholder zijn er verschillende gedeelte in de levenscyclus die van belang zijn om iets een asset te kunnen noemen vanuit jouw perspectief.

2:37 Dus eigenlijk kan je stellen dat de aannemer een deel van de levenscyclus van de opdrachtgever vervult?

Dat hangt van het contract af. Want je hebt ook DBFMO contracten, waarin je opeens wel verantwoordelijk bent, bijvoorbeeld bij bijvoorbeeld DBFMO gebouwen, waarin je het hele onderhoud en het gebruik dat doe jij ook als aannemer. Dan moet jij ook zorgen dat de lampen en de armaturen goed zijn. Als die niet goed zijn dan ga je daar wat aan doen om dat te verbeteren. Dan ga je die asset als het ware als geheel verbeteren. Maar dat hangt dus heel erg van de perspectief af. En dat maakt ook de discussie heel erg moeilijk. Omdat je heel veel verschillende belangen hebt om daarover te praten. De personen die buiten het project staan, die milieukundig belang hebben, die zullen vanuit milieu oogpunt zeggen: Let op voor de totale levenscyclus, want als je dat duurdere materiaal kiest, zou dat wel beter zijn voor CO2 uitstoot. Maar voor de opdrachtgever, die heeft daar misschien geen geld voor over of wilt dat niet. En voor de aannemer zal binnen de context van dat contract wellicht nog minder interessant zijn, omdat die maar wordt beoordeeld en gefinancierd krijgt tot het einde van een bepaalde fase. Er zit dan geen mechanisme in.

4:09 Er zit geen incentive in om rekening te houden met operaten?

Ja en dat is heel erg belangrijk. Maar dat geldt eigenlijk voor elk partij in het geheel. Want je hebt altijd een bepaald belang en vanuit dat belang kijk je naar een asset. En iemand die dus een hele nauwe definitie heeft van asset is waarschijnlijk, omdat vanuit belang of de visie of hoe die persoon dat ziet nog altijd dat kleine belang maar nodig heeft. Je hoeft niet een object te beschouwen over een de hele levenscyclus. Dat is niet relevant. Bijvoorbeeld met de inkoop van kleren. Wil jij als opdrachtgever weten waar je kleding is gemaakt? En ben je überhaupt in staat als stakeholder, als je het over kleding hebt, om in te schatten of die katoen wel goed en duurzaam is gemaakt? Dat houdt ergens op.

4:53 In hoeverre heeft de opdrachtgever invloed op die incentive?

Die heeft invloed doordat hij een contract op een bepaalde manier vormgeeft. Maar die opdrachtgever is vaak een opdrachtgever van de overheid en die krijgt meestal ook een incentive mee van de politiek. Al met al zal die op een bepaalde manier kijken naar de assets, omdat de opdrachtgever door zijn opdrachtgever ook belang hecht aan om te kijken naar je levenscyclus. Dus je moet kijken: Die heeft ook een trap. De opdrachtgever die wij hebben, hebben ook een opdrachtgever. En dat is vaak de ministerie. De ministerie heeft weer een politiek beeld erover.

5:30 Dus eigenlijk begint het op strategisch niveau?

Zij berekenen het helemaal door. Want wij geven aan onze onderaannemers, dus bijvoorbeeld de leverancier van die lamp, geven wij ook een bepaalde contract mee. Dat contract is weer ingegeven door die Ministerie. Want de ministerie gaat bepalen of er wel of geen belang wordt gehecht of er een bepaalde weg moet komen of niet. Je kan zelfs vanuit milieukundig oogpunt zeggen: Los het anders op. Dus dat hangt er dus net vanaf. Dat is denk ik heel erg belangrijk. Het is belangrijk om dat onderscheid heel scherp te houden. Want als bijvoorbeeld de aannemer kijkt naar assets gaat vergelijken met hoe de opdrachtgever kijkt, maar ook hoe gemeentelijk bedrijf kijkt dan Rijkswaterstaat zou heel anders zijn. Want een gemeentelijk beleid is afhankelijk van politiek die van zijn of haar wethouder vandaan komt. Wat ook weer een ander idee kan zijn dan de landelijke politiek. Dat maakt het heel complex. Zeker als je het hebt over infrastructuur. Dat loopt door alle verschillende dingen heen, daar heb je met Rijkswaterstaat te maken als met gemeente etc. Die hebben allemaal verschillende belangen. En die spelen allemaal mee in het bepalen van hoe er gekeken wordt naar die asset. Maakt het een stuk makkelijker als je heel afgesloten terrein hebt. Neem bijvoorbeeld Schiphol of een raffinaderij. Daar door je ook asset management, maar dan kan je het beschouwen binnen die context van die grens. En dan kan je zeggen: Ik heb daar 800 gebouwen op en al die gebouwen hebben een bepaalde asset filosofie op zitten. Daar heb je controle op dat geheel. Dat maakt het net iets anders.

7:26 Dus in de publieke sector spelen meer belangen een belangrijker rol dan in de private sector als een raffinaderij?

Ja en dan is het goed om te zeggen: Ga met je stakeholders aan tafel zitten en ga gezamenlijk bepalen, wat wij daaronder verstaan en ga gezamenlijk de functionele eisen definiëren. Dat is dan ook de afkadering van de definitie van wat wij verstaan onder

asset management. Daarmee los je het eigenlijk op. Maar dat proces is helemaal niet zo eenvoudig, want voordat je de mensen aligned heb met diezelfde definitie, dat is een lastig proces. Maar daarmee is wel de enige methode om dat te doen is inderdaad te praten met die verschillende mensen om erachter te komen wat het is. Nu is het wel zo dat waarschijnlijk bij het definiëren van de eisen, je de aannemer nog niet erbij betrekt. Maar dat je daarna wel met de aannemer die context: houd rekening op deze manier met asset management, want dat vinden wij belangrijk dat jij daar rekening mee houdt. Dus bijvoorbeeld houd wel rekening met CO2 uitstoot over levenscyclus, waarderen wij ook. Als jij daar meer mee weet te doen, door een sterkere reductie te krijgen CO2, dan zullen we er meer geld tegenover zetten dan als je dat niet doet. Dat soort incentives kan je inbouwen.

8:50 In hoeverre is het van belang om na het winnen van een contract samen met de aannemer te zitten om de informatie vast te stellen, in de zin van welke informatie hebben wij nodig als opdrachtgever en welke informatie hebben jullie nodig als opdrachtnemer?

Dat zijn twee dingen. Als je kijkt naar auto's. Als je een auto koopt dan heb je een car configurator. Daar zegt de opdrachtgever, de autokoper, vullen we in wat we willen hebben. Wij hebben dit type auto en willen het in een bepaalde kleur, open dak etc. Dan houdt het op. Dan zie je de prijs en dan bestel je het. En eigenlijk wat je besteld dat krijg je. Of nu uiteindelijk die fabriek en die leverancier hoe zij intern werken is voor jou als opdrachtgever helemaal niet relevant, als je het maar zo geleverd krijgt. En natuurlijk zijn veranderingen daarover van belang. Als uiteindelijk blijkt dat de dealer de velg niet meer kan leveren, kunnen dat dan andere velgen zijn? Prima, dan moeten daar afspraken over gemaakt worden dan krijg je misschien korting. Andersom als jij denkt later: Ik ben die xenon verlichting vergeten. Dan zegt de dealer: je hebt dit al besteld om het later in te bouwen is duur. Het is niet van belang om van elkaar te weten wat men exact nodig heeft. Het raakvlak van die belangen is wel van belang. Voor die aannemer is het niet van belang om te zeggen: Waarom is groen beter dan paars als kleur.

10:40 Is dat niet afhankelijk van het contract? Als je bijvoorbeeld een DBFMO contract bent aangegaan en de opdrachtgever wilt dat jij bepaalde informatie vastlegt, dan heb jij daar toch ook belang bij voor jouw onderhoud als aannemer?

Ja. Maar wat jij wilt vastleggen voor jouw onderhoud is dus niet relevant voor de opdrachtgever.

11:00 Maak je dan een onderscheid in wat je moet leveren aan de opdrachtgever en wat je zelf gebruikt als aannemer?

Ja. En daar zal een overlap zitten. Sommige dingen zou je zowel zelf nodig hebben als moeten leveren.

11:24 In hoeverre zou je dan de aannemer moeten betrekken in de zin van dit is project informatie en dit is informatie nodig voor jullie asset management?

Dat hangt weer af van wat het project is. Op het moment dat je een project hebt waarbij je vanaf de ontwikkeling als aannemer dat allemaal levert dan is er geen informatie. Je hebt dus niks nodig van iemand anders. Op het moment dat je een stuk brug heb, waar je een stukje aan gaat bouwen, alle informatie leveren over dat andere ding, want dan kunnen wij het goed bouwen. Maar er zit een balans tussen. Je hoeft niet als aannemer, als je het zelf bouwt, dan zal jij het meeste weten over welke schroefje nu waar zit. De vraag is nu: wat moet de opdrachtgever weten? is het noodzakelijk voor de opdrachtgever om exact de locatie van dat schroefje te weten om een asset te kunnen managen? Dat hangt dus van het contract af. Als je een DBFMO contract hebt dan wordt het een hele lange stuk. Gedurende dat hele lange stuk is echt niet noodzakelijk voor de opdrachtgever om te weten waar dat schroefje zit. Dat is pas van belang als er ooit een overdracht wellicht komt. Je contract houdt op en dan moet je iets gaan overdragen. Maar dan nog is van belang om te zeggen: Waarom is het van belang voor de opdrachtgever ooit om te weten waar dat schroefje zit. Dat hangt af van de vraag. En het is wel zo als de opdrachtgever daar goed over na heeft gedacht en die weet wat die uitvraagt en die weet ook waarom die het nodig heeft, natuurlijk moet die dat uitvragen en dan moet het geleverd worden door die aannemer. Alleen waar de opdrachtgever zelf voor moet waken is dat die niet alles maar gaat uitvragen om het uit te vragen. Want er zijn twee dingen. Hij zorgt ervoor dat het project duurer wordt, want die aannemer die moet meer doen om alle informatie leverbaar te maken, conform de specificatie, conform COINS een containertje maken. Maar de COINS container is de implicatie in hoe je informatie aanlevert. Als je een andere systeem hebt intern, waar je ook informatie hebt zitten om die transfer te maken in hoe je het moet leveren, zit allemaal geld in. Moet allemaal worden gedaan. Ook omdat COINS constant in verandering is, het is niet een stabiel systeem. En aan de opdrachtgevers kant is het ook zo dat als hij al die data ontvangt, dan betekent dat ook wat voor zijn eigen organisatie. Dan moet die in staat zijn om die data die hij ontvangt ook zo goed te kunnen verwerken, dat als iemand later bij een volgend project iemand die informatie nodig heeft, dat die de informatie te voorschijn kan toveren. Dat vraagt wel wat voor je organisatie. Dat heb je ook niet zo voor elkaar. Daar zit natuurlijk een leer effect bij. Maar er zit ook een balans bij. Dat heb je bijvoorbeeld in Engeland gezien. Daar is nu de vraag: Hoe kan je met minder informatie dingen toch voor elkaar krijgen? Je kan niet alles vastleggen, want je systeem wordt helemaal gek. Je krijgt dat niet gemanaged op een gegeven moment meer. Dus dat is de valkuil voor de opdrachtgever om maar alles te specificeren, waar je eigenlijk niet weet wat je allemaal niet nodig hebt. Maar dat is ook moeilijk, want als je dit voor het eerst aan het doen bent, hoe weet je dan wat je nodig hebt? Dat zijn hele moeilijke vragen.

14:37 Hoe zit het met de tegenstrijdige belangen van informatie specificatie van bijvoorbeeld Rijkswaterstaat en de aannemer als het gaat om informatie over maintain in een DBFM contract?

Een top-down benadering is niet goed. Waarom zou Rijkswaterstaat informatie over maintain willen hebben? Als wij intern met BIM bezig zijn dan doen wij precies hetzelfde als wat jij ook zegt. Wij gaan met de mensen aan tafel zitten, wij kijken naar het contract en wij kijken naar alles wat er is. Dan bepalen wij eigenlijk wat wij gaan doen

met BIM. Je kan niet alles op het gebied van BIM doen en dat hoeft ook niet. Je moet gewoon kijken: Ga je de hoeveelheden en de staat direct uit je BIM model kunnen trekken, ja of nee? Soms wel of soms niet. Soms kan je dat prima op een traditionele manier doen door gewoon te kijken in een calculatie programma, soms kan je dat direct genereren vanuit een 3D model. Dat zijn ook kostenafwegingen, want het kost heel veel effort om dat heel goed voor elkaar te krijgen. Maar je kan ook zeggen: Soms is het wel nodig. Maar dat hangt van het project af. Wereldwijd doen we dat daar hebben wij wel ervaring mee. Maar juist door use-cases te maken om juist te bedenken van: Waar hebben wij het voor nodig en wat gaan wij dus doen. Hetzelfde geldt precies hiervoor. Wat heeft de opdrachtgever nodig zelf en moet niet op de stoel van de aannemer zitten. De aannemer moet zelf in staat zijn om te bedenken wat hij zelf nodig heeft om zijn werk zo goed mogelijk uit te voeren. Zij moeten denken: wat heb ik nu voor informatie nodig om ten eerste gedurende het proces mijn proces te kunnen managen. Dus hoe heb ik in de gaten of het goed gaat met mijn assets. Dus welke informatie of dashboard heb ik nodig om te zien of het goed gaat? Een dashboard dus om te kunnen zien als een aannemer een maintain contract heeft erbij, zoals DBM, kan zien: gaat het goed? Hij moet kunnen monitoren: Heb ik er vertrouwen dat de aannemer zijn werk goed doet. Daar moet hij een dashboard voor hebben. En daarna is het zo als het contract ophoudt dan gaat moet die informatie die daar is verzameld, moet hij dan bedenken: wat is nu de informatie die ik nodig heb om deze asset goed te kunnen managen in de toekomst? En dan kan die zeggen: Ik weet het niet, geef mij alles maar. Maar dat is niet de stelling, want dan weet de opdrachtgever ook zelf niet wat die met die informatie moet en is die dus ook niet in staat om na die grens dat goed te blijven managen, want hij weet eigenlijk niet wat die aan het managen is. Zij moeten weten: wat is mijn dashboard om te vertrouwen of de aannemer het goed doet en daarna als de overdracht plaatsvindt: wat heb ik nodig om zelf een eigen dash board te kunnen vormen, zodat wanneer ik alle informatie krijg en ik weet niet wat ik nodig heb kan ik dus ook die asset niet goed managen, want ik weet niet waar ik op manage.

19:53 Kan je daarmee stellen dat de opdrachtnemer gewoon moet uitvoeren wat de opdrachtgever specificeert, zonder te kijken naar wat daarna de informatie belang is voor de opdrachtgever?

Ja. En wat ik mij kan voorstellen dat er twee ontwikkelingen tegelijkertijd gaan. De ontwikkeling vanuit de ontwikkeling 'hoe gaan wij ermee om' en anderzijds 'in projecten zelf wordt het ook ontwikkelt'. Ik kan mij best voorstellen dat de opdrachtgever nu zegt: Ja, dat is heel mooi theorie, maar hoe zorg ik er nu voor dat ik aannemers kan helpen? Want ik weet dat zij het lastig hebben. Maar dan kom je op een ander punt. Twee dingen moet je uit elkaar halen. In de formele wereld is het zo dat je een aannemer in dienst neemt die weet waar die het over heeft en als jij een contract afsluit dan weet hij wat hij moet doen. Anderzijds heb je het over de echte wereld, waarin er nog genoeg aannemers zijn die hier helemaal geen ervaring in hebben. En dan kan je dat wel uitvragen, maar dat is dan heel erg lastig. Dan heb je dus twee dingen: Enerzijds gewoon zuiver contract houden en anderzijds iets doen, zodat je de aannemers kan helpen om daar goed mee om te gaan. Dat zijn wat mij betreft twee verschillende componenten. Want de werkelijk zit natuurlijk weerbarstiger dan dat wij kunnen zeggen dat de hele Nederlandse markt,

zowel de opdrachtgever als opdrachtnemer, allemaal volwassen genoeg zijn om het allemaal goed te doen. Dat is niet zo. Maar wat je dus moet doen is wel die twee dingen goed uit elkaar houden. Dus nog steeds als opdrachtgever professioneel zijn en ervoor zorgen dat jij weet als opdrachtgever: Dit heb ik nodig om mijn assets goed te managen. Daarnaast een analyse doen: Dit zijn de dingen die de aannemers of andere partijen niet goed genoeg kunnen en ik ga daarbij denken hoe ik ze daarbij kan helpen. Want ik wil niet dat hierdoor mijn projecten misloopt. Dus wij gaan bijvoorbeeld een BIM Loker inrichten. Dat is al gebeurd dus. Of andere zaken inrichten om ervoor te zorgen dat die aannemers geholpen zijn. Dat kan je als gemeente ook doen. Als jij bijvoorbeeld informatie wilt hebben: Hoe moet zo'n aannemer dat dan goed doen? Daar kan je wat mee doen. Maar dat zijn voor mij dus twee dingen. Dus voor mij zijn het twee dingen: Zuiver contract en tools, middelen en hulp van mensen om in staat zijn goed te kunnen leveren. Die moeten professioneel zijn en specificeren wat zij nodig hebben. Dat is al heel erg lastig. En dat is ook één van de redenen dat zij weinig vertrouwen hebben in de aannemer en andere partijen. Dat blijkt uit ervaring dat dat moeilijk is in projecten. Anderzijds is het ook zo dat heel veel opdrachtgevers niet weten welke informatie je nodig hebt, dus maar alle informatie uitvragen. Dat moeten ze niet doen. Ze moeten zelf erachter gaan staan: Dit heb ik nodig, dit is mijn dashboard om te weten of het goed gaat met mijn assets. En als ik hier een rood metertje zie staan, dan weet ik dat er iets moet gebeuren aan asset drie bijvoorbeeld. Dan ga ik naar asset drie toe en dan gebeurd er iets. Of als ik het uitbesteedt, dat kunnen aannemers zijn of asset management partijen of management partij, en er schiet weer een bepaald metertje uit, dan kan zeggen: Dat gaat niet goed met die asset management partij die doet zijn werk niet goed. Dan kan je jantje van je eigen organisatie zeggen: Ga eens even langs en kijken waarom dat metertje nu rood uitslaat.

23:44 Dus alle maintain informatie is puur bedoeld als dashboard?

Ja, behalve als die organisatie zijn onderhoud zelf doet. Want dan kom je op het punt dat die organisatie zijn eigen aannemer is. Maar alsnog kan je die zelfde gelaagdheid aanhouden. Je kan nog steeds voor het management binnen de gemeente kan je ervoor zorgen dat die een dashboard heeft en vanuit daar in de gaten te houden en hij besteedt dat uit, soms aan zijn eigen organisatie en soms extern. Maar die gelaagdheid blijft hetzelfde. En voor zijn eigen interne organisatie moet die eigen interne onderhoudsorganisatie moet ook weer een beeld hebben van: Hoe dan wij dat nou? Hoe gaan we dat managen? Die geleerde lessen die die in zijn interne organisatie weglegt, zou die bijvoorbeeld kunnen gebruiken om andere aannemers en andere partijen te helpen een stapje verder te komen. Hoe dat eruit zou moeten zien dat weet ik niet, want dat vind nog niet plaats.

24:47 Vanuit het perspectief van systems engineering, in hoeverre maken jullie onderscheidt tussen een informatiemodel voor het project en een informatie model voor asset management?

Ik denk dat dat twee dingen zijn. Je bekijkt met een bepaalde bril naar die informatie. Dus je bent aannemer en je hebt dus een project. Dat heeft een startdatum en een einddatum. En dat geldt ook voor de gemeente Rotterdam. Je hebt een startdatum en

een einddatum met een asset. En dat geldt ook voor zijn opdrachtgever. En dat zijn allemaal project an sich. Daarmee kijk je naar dat project. Dus al met al, ik kijk naar de informatie die ik nodig heb tussen moment a en b. Daar ga ik naar opzoek. En alle informatie die ik nodig heb binnen het afgekaderde gedeelte zit in één database. Daar maak ik geen onderscheid in.

26:11 Als wij dus praten over een DBFM contract dan is maintainen een project?

Dan is dat dus mijn startdatum ontwerpen en mijn einddatum na 25 jaar onderhoud. Dat zie ik als een project. Je ziet nog steeds dat in al die fases dat daar nog traditionele opknipningen in zit. En dat ook de database en de software die er bestaat in de markt: Ultimo, Maximo etc. Onderhoudsgedeelte en daarvoor. In de hele praktijk bestaat nog steeds het onderscheid. En ook bij opdrachtgevers, die hebben ook onderhoudsmanagement systemen, prestatie meetsystemen etc. Die beginnen allemaal pas bij onderhoud. Wat je nu wel ziet als verandering is dat je langzaam ziet komen dat bij instandhouding dat je ook een onderhoudsmanagement of prestatie management systemen er wel in komen. Het begint een klein beetje naar voren te komen. En je ziet een transitie wel gebeuren dat het onderhoudsgebeuren mee naar voren getrokken wordt. Alleen dat is nog lang niet zoals ik dat zeg. Ik zeg: Dat moet één systeem zijn, waarbij je de informatie gewoon ergens vastlegt en je hebt dus een specificatie van die informatie die je wilt vastleggen: je wilt over een brugdek weten hoe lang die is, hoe hoog, wanneer er voor het laatst onderhouden is, wie hem ontworpen heeft. Dus allemaal verschillende soorten informatie. Die wil je filteren op een bepaalde manier. Ik heb nu voor mijn ontwerp deze informatie nodig, knopje aan, filter ontwerpfase. Dan zie ik wat er in mijn ontwerpfase over is. Maar dat is nog niet de praktijk. Dat ligt aan verschillende dingen: Men weet nog niet welke informatie men nodig heeft, technische systemen zijn nog niet ingericht etc. Dat zie je wel steeds meer gebeuren bij de grotere aannemers, maar de kleinere aannemers zie je dat niet. De vraag is ook wat voor informatie wil je nu vastleggen?

28:55 Wat wordt er gedaan met informatie die gegenereerd worden uit projecten die helemaal niet van belang zijn?

Alle tekeningen zitten gewoon in een standaard SharePoint site. Dat staat los van de vraag die je stelt. De vraag is heb je de tekeningen nodig voor je onderhoudsfase? Als je bijvoorbeeld in je trade off fase een afweging maakt tussen een tunnel of een brug. Die is niet meer belangrijk, tijdens je onderhoudsfase. Het is een tunnel of brug geworden.

29:56 Als die informatie niet nodig is voor je onderhoud, voor wat zijn die tekeningen dan wel nodig?

Omdat dat wel nodig is om naar toe terug te kunnen verwijzen gedurende de rest van de ontwerpfase. Als je je VO bepaalt, moet je daarna wel terug kunnen gaan naar waarom heb ik dat besloten. Want je ziet ook met de informatie die je niet vastlegt, dat wij later weer moeten uitzoeken hoe het zat. Want bijvoorbeeld op een gegeven moment hebben wij gekozen voor een bepaalde fasering, eerst weghelpt één dan weghelpt twee, dat kom je later in het proces en dan denkt men: Dat is dom bedacht. Maar daar zou een hele goede reden voor zijn geweest. En als je de reden niet goed hebt bewaard, dan ga je het wiel

weer opnieuw uitvinden heb je allemaal re-work. Die informatie heb je dus zeker nodig om later geen re-work te krijgen. Om ervoor te zorgen dat men niet steeds opnieuw het wiel moet uitvinden. Wat het wel is, dat als je de onderhoudsfase in gaat, dat je heel veel van die informatie niet meer nodig hebt. Wat wel nodig is, is je as-built informatie. Dus je moet eigenlijk een nulmeting doen: Hoe ziet mijn werk er nu buiten uit? En wellicht dat je bepaalde dingen wel bewaard, bepaalde keuzes wel bewaard, want stel je hebt het over armaturen. Bij onderhoud kan je best op een gegeven moment als je je onderhoud management meet, zou je best kunnen zeggen: Mijn armatuur functioneert niet goed. Die ga ik veranderen. Als blijkt dat in de eerdere fase armatuur x daar echt niet in kan dan moet je wel die informatie weer bij je kunnen hebben. Dan moet je wel die informatie bij je kunnen hebben. Dus er zit wel degelijk bepaalde dingen in. Dus dingen die je nodig hebt in je onderhoud zouden ook keuzes zijn geweest in het verleden om ervoor te zorgen dat later niet alsnog de verkeerde keuze weer wordt gemaakt. Wat het wel kan zijn is dat je nog steeds ziet: Deze hebben het toen niet gedaan? Ja, maar er is nu een heel nieuw product op de markt gekomen. Even toetsen, die kan nu weer wel. Dan ga je die alsnog doen. Dus die informatie is wel belangrijk om te houden, maar dat heeft er vooral mee te maken: wat zijn dus aspecten waar dat op kan gebeuren. Op een armatuur kan dat gebeuren. Maar het zal niet zo zijn dat de hele boog van die brug daar, dat die boog ineens in corrosie uitgeroeid gaat worden. Nee, die blijft staan, die wordt met een andere verf behandeld.

32:34 Wat zou echt informatie zijn die helemaal niet van belang is ook voor de rest van de levensfase van je assets?

Bijvoorbeeld of het een tunnel of een brug is. Op een gegeven moment is het ook niet relevant bijvoorbeeld als je naar onderhoud toe gaat: weten hoe de faseringen eruit zag tijdens de bouw. Ik zou niet weten waarom dat nog belangrijk is. Dus daar zit zeker wel informatie in die je eigenlijk niet nodig hebt. Of hoe je bouwterrein inrichting was. Niet relevant.

33:08 Wat wordt met dat soort informatie gedaan en waarom?

Die blijven in het systeem. Omdat wij een beleid hebben, waarbij alle documenten die ergens worden gemaakt, die worden altijd ergens in het systeem gezet en die blijven daarmee bewaard.

33:30 Waarom worden die bewaard als na de bouw die documenten niet meer nodig hebt?

Ik weet niet wat er niet met die documenten gebeurt. Daar moet ik schuldig blijven. We laten vaak die grafiekjes zien met: hoeveel informatie gaat er verloren tijdens elke fase. Dat betekent ook dat ergens informatie verdwijnt die men wel nodig heeft gehad. Dat is dus andersom geredeneerd. Het is beide kanten op. Dus eigenlijk heb je twee kanten op enerzijds heb je informatie die niet goed is vastgelegd, met andere woorden: Daarmee gaat er iets verloren. Anderzijds gaat er misschien informatie mee, die niet nodig was geweest. Ik moet jou schuldig blijven, want ik weet niet of de oorspronkelijke faseringstekeningen die er ooit zijn gebruikt worden meegenomen. De onderhoudsfase moet namelijk nog in gaan. Wat je veel ziet in andere contracten. Je begint een hele

nieuwe systeem op te bouwen. Ik heb een beheer management systeem, ik heb een PMS daarnaast etc. En de systemen die ik ervoor had, dat is een apart project geweest. Daarmee zie je dat de informatie meegaat wat ook vaak veel rust kan geven.

36:41 Is asset management alleen kijken naar de life cycle van een asset of is er nog meer?

Even in perspectief. Als je een lantaarn hebt dan is die lantaarnpaal in een fabriek gemaakt. Dit is de levenscyclus van een lantaarnpaal. Die lantaarnpaal wordt vervoert naar het areaal. In het areaal wordt hij telkens verplaatst. Dan een armatuur vervangen etc. En na een x aantal jaar gaat hij weer weg. De levenscyclus van dat ding valt gedeeltelijk buiten de scope. Er kunnen ook levenscyclus buiten het areaal plaatsvinden, die erin komen en weer doorgaan. De enige die wat kan vinden van het overstijgende levenscyclus is een overheid. Want de overheid die kan bepalen dat hij iets zo belangrijk vindt dat die grondstoffen zelfs ergens vandaan moeten komen om ergens naartoe te leveren. En die kan iemand financieel vergoeden als die zorgt dat dat hele goede grondstoffen zijn. Dan nog, hoever gaat de opdrachtgever om daadwerkelijk te weten of een bepaalde grondstof mee gaat met de scope van asset management. Het hangt maar net van je focus af en wat je opschrijft en uitvraagt. Dus eigenlijk wat jouw groepje van mensen bij elkaar vindt dat bepaalt de definitie van asset management voor dat project. En je kan niet van te voren zeggen: De levenscyclus is dit. Sommigen zullen het belangrijk vinden om ook buiten de kaders te kijken en misschien helemaal terug te gaan naar de arbeidsomstandigheden in het land waar het staal wordt gewonnen. Anderen zeggen: Dat is niet relevant. ik wil gewoon de laagste staalprijs hebben.

39:57 Kan je dan stellen dat de aannemer een kleinere asset management scope heeft?

Ja dat heeft die ook. Maar dat is altijd zo. Want als ik een huis heb en op het moment dat ik er ga wonen, dan heb ik interesse in dat huis. Maar wat er daarvoor precies is gebeurd, hangt van mij af als persoon of je het wel of niet belangrijk vindt.

40:44 Om hetzelfde voorbeeld te noemen met het huis. Als je een kind hebt die een eigen kamer heeft. Kan je dan stellen dat dat kind onderdeel uitmaakt van jouw asset management?

Ja. En ergens houdt die scope ook op van dat kind. En ook het product dat binnenkomt. Daarbinnen zal die misschien wel iets doen. En dan is het ook nog weleens zo dat het kind met teddie naar papa en mama toe komt: Het oog is eraf. Het oog wordt gefixt en gaat weer terug. En misschien gaat teddie daarna nog naar de bak van de kringloop en wat daarna gebeurd weet je dus niet. Dus als je gaat kijken naar de gemeente Rotterdam dan is het belangrijk: Wat verstaat men nou als gemeente onder Asset management. Wat is de definitie volgens asset management, als kind in die speelruimte. Wat is jouw definitie. Want je kan onmogelijk met alles rekening houden. Dat kan je wel trachten maar dat is bijna onbegonnen. Wat is nu belangrijk en wat is de levenscyclus voor jou. Waar begint het met iets waar je rekening mee houdt en waar eindigt het? Is het zo dat als iets binnenkomt ik bepaalde eisen heb aan hout, zoals FSC hout. Of is het alleen zo dat het is ingegeven door wetgeving van hogere dingen? Maar daarbinnen wil ik wel iets, want ik vind bijvoorbeeld mijn omgeving belangrijk, de leefbaarheid etc. Het gaat om de

definitie. Daar kan je de gemeente mee helpen met: Wat verstaan jullie eronder? Die definitie wordt daarmee leidend voor al het asset management contract. En die bepaalt dus ook: welke informatie vraag je uit richting de markt. En daarbij moet je eigenlijk dat onderscheid in het begin maken van: Ik ben professioneel, dit heb ik nodig als mijn eigen dashboard om te kunnen zien. En dit heb ik nodig om invulling te geven aan de asset management behoefte. Daarmee moet je dus ook afbakenen: Ik vraag nu dit uit aan de markt. Dat is deze scope. Daar kan ik onmogelijk verwachten dat zij daar ook rekening mee houden. Of je moet het waarderen op een bepaalde manier en zeggen: houd er rekening mee met de leverancier dat ze alleen product x inkopen of ze mogen nooit product y inkopen. Dat zou wetgevend overstijgend zijn. Dat moet je in het contract vastleggen. Als het niet iets is wat in de wetgeving staat.

43:31 Kan je stellen dat afhankelijk van je asset management scope je bepaalt wat er in je contract komt te staan?

Ja en daar kan je bijvoorbeeld EMVI voor gebruiken. EMVI is een mechanisme, waarbij je dus kijkt: je hebt een prijs en jij schrijft in voor 100 euro en ik schrijf in voor 95 euro. Dan heb je nog een tweede aspect dat is dan kwaliteitsaspect. Jij stuurt plannen in en ik stuur plannen in. En jij hebt plannen en houd veel beter rekening met levenscyclus onderdelen die voor gemeente Rotterdam van belang zijn en ik hou daar minder goed rekening mee. Dan krijg jij 20 euro aftrek, dat is meestal een fictieve waarde. En bij mij zeggen ze je krijgt 5 euro aftrek. Dan win jij het uiteindelijk alsnog. Dus daarmee kan je dus in je aanvraag van welke aannemer vindt ik nu beter. Dan kan je dus zeggen: Ik vind de levenscyclus zo belangrijk dat deze aspecten, die je dan SMART moet maken, vind ik zo belangrijk en kan ik relatief goed met elkaar vergelijken kan ik daar iets van vinden. En daarmee kan je daar invulling aan geven en kan je zeggen: Dit vind ik belangrijk over asset management om mee te nemen in mijn contracten. En ik wil graag betere personen daarover kiezen. En daarna is het zo dat wat er in die plannen staat is een contractueel stuk geworden. Dus die aannemer moet zich daaraan houden aan wat die heeft opgeschreven.

44:54 Wat vind jij van het meenemen van de 'BIM capability' in de tendering fase?

Hoe bepaal je de capability van BIM? Dan zit ik met de bril op van de gemeente, want dan krijg je op een gegeven moment alleen maar aannemers die al een keer een project hebben gedaan en alle andere hebben geen kans. Dat is niet fair. Dus de capability moet je op een andere manier zien te meten. Je hebt bepaalde BIM levels. Dus wat je bijvoorbeeld kan doen is dat je de BIM levels kan toetsen. Je moet iets doen dat je bepaalde partijen een kans kan geven. Die capability level is natuurlijk goed en dat op een bepaalde manier kan toetsen. Hoe je dat op een eerlijke manier doet, zodat andere partijen kans hebben om mee te doen dat niet alleen maar is, omdat er maar twee aannemers zijn in Rotterdam, altijd die paar projecten alleen maar bouwen. Dat lijkt mij geen goede opzet.

46:27 In hoeverre heeft het toetsen van de BIM capability invloed op het stroomlijnen van het hele proces?

Dat heeft natuurlijk invloed. Het gaat er ook over, hoeveel vertrouwen heb jij als opdrachtgever dat die rotonde die je uitvraagt dat die goed gerealiseerd wordt door een aannemer. Je vraagt iets uit. En dat onderdeel van het contract is dat die over de rotonde in staat is bepaalde informatie te leveren aan jou. Dus dat is een integraal onderdeel van de uitvraag. En dat moet net zo worden beoordeeld als iets anders. Dat die stoeptegels goed ligt is fantastisch, maar ik wil ook bepaalde informatie hebben die ik nodig heb voor mijn asset management. Dus dat moet net zo zwaar worden beoordeeld.

47:26 Moet de BIM capability dan ook gespecificeerd worden in het contract?

Ja dat vind ik een goed idee. Alleen ik weet niet hoe je dat moet doen. Want inderdaad, je komt al heel snel dat je referenties vraagt, maar is dat fair? en hoe doe je dat nu? Ik denk wel dat het kan helpen. Bij een onafhankelijk certificerings instantie kan het worden weggelegd. Dat kan je bijvoorbeeld uitvragen. Je kan bijvoorbeeld zeggen: Zorg ervoor dat op dat en dat level BIM of asset management hebt bereikt na zoveel tijd. Of dat je nu al kan aantonen dat je dat level hebt. Bij de CO2 prestatie ladder werkt het zo: Je kan eerst level 3 halen. Level 5 is het hoogst. En level 3 kan je in theorie halen. Dat kan je gewoon aantonen als bedrijf. Een soort certificaat. En daarna kan je naar level 5 gaan, die kan je pas halen als je het kan aantonen in een project. En dan heb je op een gegeven moment level 5. Dus dat krijg je ook kans. Op theoretische basis kan ieder bedrijf level 3 hebben en na het contract heeft men zoveel jaar de tijd om alsnog te certificeren naar level 5. Dus kan het bedrijf nu al iets? Is er iemand die al iets snapt van BIM? Heeft die al software daarvoor? Weet die al hoe die om moet gaan met eisen management etc. Dat geeft een bepaald vertrouwen. En daarna weten wij dat je daarna moet gaan groeien dan geef ik dan de kans toe. En daarna kan je nog twee drie of vier stappen doen. Om weer terug te koppelen naar de gemeente: Dit zou leuk zijn om als initiatief te doen met meerdere gemeenten samen bijvoorbeeld of landelijk dat aannemers in Nederland certificaten moeten halen. En dan krijg je wel degelijk een methode om de aannemer te toetsen. En die toetsing laat je dan ook liggen bij een onafhankelijke certificerende instantie. Dus het bestaat al wel, maar dan voor CO2.

Appendix F7: Senior Advisor (GPO RWS) Mick Baggen

1:00 Kan ik stellen dat de OTL opgebouwd is vanuit systems engineering?

Ja. Ik probeer heel erg te denken vanuit de lifecycle van de dingen die wij construeren en de dingen die wij gebruiken. Functie is het gebruik en de lifecycle is hoe wij het maken en hoe wij het onderhouden en dispozen. En die twee elementen heb je allebei nodig inderdaad.

2:29 Hoe zie jij de relatie tussen een database conform OTL met asset management?

Goede vraag. Je zegt het terecht een database conform OTL. Dus in feite is de data die er staat niet de OTL. Dat is wat wij gemakshalve BIM kunnen noemen in één of andere digitaal model van de werkelijkheid. Wij hebben het dan vaak over het areaal en de functie van het areaal. De relatie tussen die twee is dat er in de OTL precies staat beschreven, welke soorten objecten, eigenschappen en processen op die objecten kunnen spelen. En welke functies ze kunnen vervullen. In mijn ogen is de OTL een conceptueel informatie model, waarin de informatie behoefte wordt verwoord van een partij, meestal de opdrachtgever, over de hele lifecycle. Dat is niet waar je het direct voor projecten inzet. Als Rijkswaterstaat BIM en de OTL hanteert in een project, dan zie je bij ons bijvoorbeeld de DBFM contracten en dan de informatie die wij vragen aan de opdrachtnemen: Lever mij een as-built dossier en ga je daarna het as-built dossier bijhouden gedurende die 25 of 30 jaar waarin je verantwoordelijk bent voor het onderhoud van de assets. Dus die informatie is heel duidelijk in die context gegeven door de beperkte asset management, wat mijn collega's beheer en onderhoud noemen. Dus objecten bestaan, zo ga ik ze in gebruik nemen en zo ga ik ze onderhouden. En dat doen we 25 jaar en dat is de informatie die je wilt weten in een DBFM contract. Wat je bijvoorbeeld niet uitvraagt in de huidige vorm is: lever mij een as-built dossier. Je ziet dat in het huidige dossier nog steeds wordt uitgevraagd als documentaire informatie. Dus niet als gestructureerde informatie. Dat is een belangrijke onderscheid. Je krijgt een bak met documenten. En wat er in staat, staat misschien in een metadata, maar jij moet het document openslaan en als mens gaan lezen en dan kom je tot de ontdekking wat waar staat. Wat mij met het BIM programma willen bereiken is van ongestructureerde informatie gestructureerd te maken. Je moet ongestructureerde informatie als mens opzoeken. Je wilt weten: wil je het machine-readable kunnen maken en je computer je laten helpen wat erin staat. Wil je dus grip hebben op de structuur van de documenten. Waar staan de eisen? Waar staan de ontwerpbeslissingen? Waar staat het object zelf beschreven? Als mens moet je dat zoeken en dat vind je dan.

5:39 Vanuit welke partijen zijn de informatiebehoeftes voor zo'n database vastgesteld?

Goede vraag. Dat is vastgesteld op basis van de informatie die wij in de huidige beheermanagement systeem vastleggen. Dus eigenlijk het goede antwoord zou zijn: Wij hebben gesproken met alle mensen die asset management doen in de beperkte zin. De asset is er eenmaal. Wat daarvoor gebeurt en hoe die tot stand komt dat is geen deel van de asset management cyclus. We hebben te maken met de financiering binnen

Rijkswaterstaat. Daar krijgen we ander geld voor. We krijgen geld om dingen te onderhouden. We hebben andere geldstromen, waarmee nieuwe wegen tot stand komen nieuwe grote projecten worden gedaan. Gescheiden geldstromen betekenen ook gescheiden processen bij ons. Wij hebben het nu over de mensen die in de regio onderhoud doen. En als je die mensen zou interviewen. A, dan ben je ongeveer twintig jaar bezig. Niet omdat het erg veel zijn, maar omdat die partijen ook niet weten wat ze willen. En ik doe ze een beetje onrecht als ik dat nu zo zeg. Maar als je bij Rijkswaterstaat in de regio gaat vragen: Welke informatie wil je weten? Dan kunnen ze best zeggen: We willen dit weten en we willen dat weten. Maar daar hoort één grote disclaimer bij. Rijkswaterstaat zit in een behoorlijke transitie. Zoals je weet sinds 2005 is de overheid bezig met een terugtrekking. Dus wij willen niet meer zoveel kennis hebben. Wij zeggen: De markt moet het doen. Dat betekent dus dat hier mensen weggaan, die verstand hebben van zaken. Die gaan met pensioen en worden niet vervangen. Nee, wij hoeven alleen regie te doen. Maar hoe kan je regie doen als je geen verstand hebt van inhoud? Dat is voor mij een onbeantwoorde vraag. Voor mij kan het zelfs niet. Je hebt dus een terugtrekkende beweging en die wordt versterkt doordat er contracten zoals DBFM in opkomst zijn. Waarbij in feite de markt niet alleen vraagt om te realiseren, maar ook om 25 jaar te onderhouden, gelijk vanaf het moment dat het gerealiseerd is. Dus de mensen die normaal gewend waren om areaal en beheer te krijgen dat het is opgeleverd, ziet dat areaal 25 jaar niet. Waarschijnlijk pas ruim nadat iemand met pensioen is, gaat iemand van Rijkswaterstaat dat ooit beheren. Dus, je ziet ook dat je als Rijkswaterstaat ook in verwarring bent. Welke informatie wil ik weten? Dus dit gesprek moet je wel degelijk voeren. Maar de vraag: Waar heb je de informatie behoefte vastgesteld? Wij hebben dan maar gekeken: Wat staat er in de huidige areaal management en beheer management systeem opgeslagen. Dat hebben wij onderzocht. En wij hebben gezegd: Dat gaan wij als basis nemen en dat gaan wij doen. In de informatie behoefte verwoorden en dat wordt dan in de OTL opgenomen. En dat is nu een probleem.

9:02 Je zegt dat je de informatie uit oude systemen haalt, maar met Asset management zitten we nu in een nieuwe ontwikkeling. In hoeverre klopt de informatie uit oude systemen voor jullie huidige asset management?

Dat is inderdaad moeilijk te beantwoorden vraag, die je alleen maar kan beantwoorden en inderdaad weet hoe je je asset management moet doen. En als Rijkswaterstaat asset management moet doen. En eigenlijk doet de aannemer dat, wij doen dat eigenlijk niet. Dan wil ik alleen weten, heb ik een gegarandeerde performance van een areaal. De rest hoef ik niet te weten. Dat is inderdaad een lastige vraag. Mijn stelling is eigenlijk dat het helemaal niets uit maakt hoe je je asset management doet, omdat je toch dezelfde informatie moet weten. We hebben twee soorten systemen. Geo systemen: die beantwoord, waar ligt de sluit. We hebben administratieve systemen: dit is gebouwd, het bestaat uit dat materiaal en bestaat uit deze onderdelen. Beide systemen bezit informatie die je nodig hebt. Misschien niet op detailniveau, als je inderdaad besluit boutjes en moertjes te onderhouden etc. Je moet wel weten of die bout of moer speciaal is. Daar zit een risicobenadering aan vast. Dus heel het asset management aspect, welke risico moet ik voor wat weten. Dat is eigenlijk het nette antwoord op je vraag. Je zou

eigenlijk risico analysis moeten doen en dan moet je op een specifiek niveau bepalen. Wat zou uit een generieke risico kunnen komen en wat hebben we daarna als specifiek nodig. Dus risico is het instrument wat je daarvoor nodig hebt. Maar als je daar op moet wachten, dan ben je jaren verder. En dat is de benadering die we hebben gekozen. We doen het maar niet. Het is gedreven vanuit de decompositie van de NEN2767. Dan gaan we daaraan de informatie koppelen en dat halen we uit de bestaande beheer management systeem en als het niet nodig is horen we het wel. We hebben naast het business process, waarin we zeggen: wat hebben wij nodig om asset management te ondersteunen. Maar het is zo dat we bij asset management niet weten wat we precies nodig hebben. Plus je hebt ook nog te maken met systemen, waarin informatie in vastligt. Voordat je informatie gaat weggooien denk je wel drie keer na. Veel van die systemen zijn ook end-of-life. Er is geen geld meer om ze te onderhouden, want ze worden toch ooit een keer vervangen. Maar als ze niet vervangen worden en het blijft doorgaan blijven mensen met deze systemen zitten. Dus er zit ook een druk op om vanuit technische perspectief de bestaande systemen te vervangen door nieuwe systemen. Dat is een andere drive die erbij hoort Dat is niet iets vanuit ons business process, maar vanuit IT perspectief. Dat is ook een reëel probleem. Dan moet je dus zeggen: wat ga ik doen met de data die in het bestaande systeem zit. Die moet ik dus migreren naar een nieuw BMS. En dat baseren op BIM en OTL. Maar die moet het wel kunnen overnemen

14:10 Kan je stellen dat verandering van BMS invloed heeft op verandering op de OTL?

Dat is een behoorlijke wisselwerking. Dat is een moeizaam proces. Wat hier moeilijk is, is om de klant te vinden. En het natuurlijk zo dat wij te maken hebben met heel veel klanten, die willen allemaal iets anders. Iedereen is heel erg gericht om zijn eigen toko te runnen. Het zijn allemaal vakmensen. Het feit dat de mensen moeilijk hun informatie behoefte kunnen verwoorden komt omdat ze altijd een proces gedaan hebben. Op het moment dat ze iets nodig hebben weten ze wat ze nodig hebben. Maar veel van onze collega's hebben niet geleerd om te verwoorden wat ze nodig hebben. 'I recognize it when I need it'. Ze zijn altijd gewend om on the go te ontdekken wat ze nodig hebben. Twee uitdagingen: denken op een gestructureerde na over je werk en verwoord van te voren wat je nodig hebt. Ten tweede is dat ze in een transitie zitten. Ze worden geacht om minder kennis te hebben en het feit om te sturen op andere parameters dan dat ze gewend zijn. Maar ze weten niet precies hoe dat moet.

16:13 Is dat de reden de reden voor de top down benadering? En waarom geen bottom up benadering?

Dat is inderdaad een bottom up. Het enige probleem wat wij hebben is dat wij honderden projecten tegelijkertijd hebben lopen. Wij hebben niet gekozen voor een bottom up, omdat je dan honderden verschillende data tegelijkertijd krijgt. Er wordt heel hard geroepen om te uniformeren en standaardiseren. En eigenlijk wat je stelt met bottom up, is hoe het huidige IT landschap ontstaan is. Dat betekent dus honderden beheer management systemen, die regio specifiek waren. Dat wil je dan opschalen. Maar dat kan dus niet, omdat ze het hier anders hebben georganiseerd dan daar. De uniformiteit is de insteek. Dit is de IT zijde van het verhaal. Het is natuurlijk waar wat je zegt. Men wordt geacht, degene die het project doet, het beste weet wat zij of hij nodig heeft. Maar

wij moeten verantwoorden aan de ministerie dat het geld doelmatig en rechtmatig wordt besteedt. En als je vraagt, waarom er zoveel mensen bij Rijkswaterstaat werken komt omdat het werk niet goed is afgestemd. Dus dat is dus het echt een probleem.

19:31 Hoe hebben de verschillende geldstromen invloed op processen?

Wij hebben twee gescheiden geldstromen. Allebei uit het infrastructuur fonds. Eén is voor beheer en onderhoud en daar worden we betaald: hoeveel areaal staat erbuiten, hoeveel vierkante kilometers, aantal bruggen etc. Daar wordt een SLA voor afgesloten. En dat is wat de regio nu doet. We krijgen ook geld voor het managen van het verkeer. Dat is één type geld. Nieuwe bruggen bouwen en nieuwe wegen aanleggen, dat is totaal verschillende geldstroom. En daar komt de dienst als GPO, daar krijgen wij ons geld vandaan. En dat is dus niet één geldstroom aan Rijkswaterstaat. Het is dus niet zo: Rijkswaterstaat jij zorgt, als agentschap, één geldstroom. Wij worden verantwoordelijk voor de lifecycle van de asset, inclusief: Bedenk wat er nieuw moet komen. Dat is dus nooit gebeurd, die stromen zijn volledig gescheiden. Dat betekent dat wij gescheiden geldstromen krijgen en daar mogen wij een bepaalde percentage van afkomen voor de interne inrichting van Rijkswaterstaat. Wij krijgen gewoon een geldstroom. Voor ieder project mag je 10 procent gebruiken voor de inrichting van je project organisatie, die dat project naar de markt moet brengen. Zo worden onze IT middelen dus ingericht. Dat is dus heel moeilijk om daar grip op te krijgen, omdat dat vanuit andere geldstromen wordt weggehaald.

21:51 Zou het niet beter zijn als het geld naar beheer zou gaan, zodat het vanuit beheer zou worden geïnitieerd?

Dat zou een heel goed model kunnen zijn inderdaad. Dat heeft wel één klein ander randvoorwaarden: De tweede kamer wilt rechtstreeks grip hebben op het uitkeren van zoveel geld. Dus als je dat verstoort in de inrichting van areaal, dan kan het Rijk niet meer herkenbaar sturen op de grote investering van hun geld. Dat is één van de belangrijkste redenen. Dat maakt dus een knip in de life cycle. Politiek speelt hier een hele belangrijke rol in. In het lifecycle denken is het een complex verhaal. Het is een Organizational change verhaal. Hoe doen wij nu een organizational change? Wij zijn goed in lijnen. Hoe leggen we verantwoording naar de minister. Wij zijn een project organisatie, die moet verantwoorden naar boven inderdaad. En in project dingen doen. Maar als organisatie dingen doen, over je projecten heen moet je heel erg kijken naar houding en gedrag. Mensen moeten mensen opleiden. Mijn persoonlijke mening is dat als we management hebben die geen verstand hebben van de inhoud, dan zit het management ook maar te kijken: Hoe maak je die overweging als je niet precies weet waar het over gaat. Dan is besluiteloosheid. Dat is de machteloosheid van grote organisaties. Wij moeten de trade-offs kunnen maken en wij moeten dat dus ook specificeren. Wij moeten dus snappen dat in het project situaties kunnen optreden, die dus vragen om specifieke oplossingen. Het is eigenlijk een ontwerpprobleem en je moet dan eigenlijk specificeren wat is de ontwerpvrijheid die je hebt. Dus dan ga je maar functioneel specificeren. Alleen functioneel specificeren bestaat gewoon niet.

28:52 In hoeverre zit je dan niet in de rol van de aannemer?

Niet. Eigenlijk enerzijds niet en anderzijds wel. Wat ik bedoel is dat je kan doen alsof de functie en constructie van een ding volledig gescheiden is, maar dat kan natuurlijk niet. Als je iets wilt maken die een bepaalde functie vervult, dan moet ik nadenken over welke mogelijkheden heb ik daarvoor. En dan kan je zeggen: dat geef ik helemaal aan een aannemer, maar hoe krijg ik dan een uniform wegennet? hoe krijg ik een uniform onderhoud. Dat is straks een grote uitdaging voor asset management. Die krijgen natuurlijk drieduizend kilometer asfalt, wat zij niet ontworpen hebben, maar wat zij wel op een uniform manier moeten beheren. Dat is natuurlijk een probleem. je wilt dus geen diverse oplossingen hebben. Daar ben ik totaal niet in geïnteresseerd in als Rijkswaterstaat. Helemaal niet zelfs. Dus dat je functioneel moet specificeren snap ik wel dat je die vrijheid moet geven, maar die vrijheden zijn beperkt, want daarna moeten wij het ook beheren. Als dat allemaal een zootje is, hoe moet ik dan mijn beheerstrategie erop zetten? Dus de trade off die je continu heb, niet tussen one-off product, dat is niet moeilijk. Een one-off product beheer je op een one-off manier dan richt je een specifieke organisatie in en dan ben je klaar. Dat probleem is erger als je een netwerk beheert waaruit je stukjes uit modificeert en toevoegt. Dus hoeveel ontwerpvrijheid wil je geven? Dus de grootste probleem is dus denken in producten van families. Dat is de ervaring die ik heb. Als ik kopieer machines maak en dan is de volgende kopieer machine anders, dan krijg ik een krankzinnige beheerorganisatie. Dat kan dus niet. Dus de trade off is altijd: design vrijheid geven vs. mijn beheerbaar product wat past binnen mijn netwerk, want de dingen zijn niet one-off. Die kan niemand anders maken dan wij. De aannemer die bouwt wel.

32:03 Is het nu het geval dat er nu teveel vrijheid wordt gegeven aan de aannemer?

Ik denk dat wij ons in een bocht moeten wringen om een functionele vraag te stellen, terwijl de aannemer ook geen behoefte heeft aan vrijheid. En dat alles heeft natuurlijk met de informatie behoefte te maken. De aannemer wilt gewoon weten wat hij moet bouwen. En natuurlijk heeft de aannemer wel vrijheid nodig. Laat daar geen mistanden over bestaan. Maar dat is proces vrijheid. Wat ik van de aannemerij gezien heeft. Hij of zij moet in staat zijn: ik moet eerst dit aanleggen, dan dat. Je kan het hele proces optimaliseren. Maar dat heeft vrij weinig te maken met het product dat je moet opleveren. Dus als je zegt: Hij moet de vrijheid hebben om een product te maken, dat is om het proces te optimaliseren. En als het gaat om trade offs, moet ik een grote geluidsmuur neerzetten of stille asfalt neerleggen etc. Die trade off zou de aannemer nooit moeten maken. Die moet vanuit Rijkswaterstaat komen. Waarom? Het is gewoon één netwerk. En op de netwerk wil je grip hebben.

33:54 Wordt op dit moment de trade offs door Rijkswaterstaat gemaakt?

Tot op zekere hoogte wel. Dat is de discussie continu. Mogen wij dit wel doen? Dus terugkerende overheid, waarin wij eigenlijk alleen maar mogen zeggen: Ik wil een weg van A naar B. En de aannemer en ingenieurs voeren de rest in. Maar er zijn veel trade offs die je daarin moet maken, dat kan je ook een aannemer laten doen. Maar heb ik genoeg gegevens om die trade off te maken. Hij wordt wel geacht om keuzes te maken. Maar hij wilt altijd weten: Waarom heb jij die eisen opgeschreven? Daar zit precies het dialoog in de hele aanbestedingscircus. En aanbestedingsregels zorgen ervoor dat het

moeilijk is om een open dialoog te voeren tijdens je aanbestedingsfase met al je gegadigden. Hoe ga je hiermee om? Het is een inherente spanning. Dan maak je een sprong naar de informatie behoefte. Want wat je dan ziet, bijvoorbeeld bij een grote aanleg, er is een nieuwe tunnel gekomen en een nieuw stuk weg, dan hebben wij het in beheer genomen. Informatie behoefte is dus tweeledig. Enerzijds willen zij het ontwerpdocumenten ontvangen. Dat staat dus in de opdracht. Dus krijg die een compleet dossier. Digitale documenten verdwijnen in een bak. Asset management wilt weten wat is de conditie van de bak. Maar wat hij dan niet weet: wat waren nu de oorspronkelijke eisen hiervan? Ze hebben wel een lifecycle informatie. Die zit dan wel in zijn as-built dossier, je ziet dus vooral: Hoe is die geconstrueerd? Maar waarom die zo geconstrueerd, dat weet hij niet precies. Dat zie je dat dat nu heel erg gebeurd. Er moet een groot onderhoud worden gedaan na 25 jaar en dan weet niemand meer precies hoe die in elkaar zat. Want we hebben alleen as-built dossier. Die staat in het ontwerpdocument, maar die hebben we bij de vorige reorganisatie weggedaan. dat soort zaken krijg je dus. Dus om goed asset management te doen. Dat is dus een ander soort knip. De drive van de aannemer is te doen wat er staat. heel vaak gaan ze reverse engineering om te achterhalen wat er nu stond. Dus mijn pleidooi is onafhankelijk van hoe je het organiseert is om de informatiebehoefte vast legt over de lifecycle. Dat betekent dat je ook moet vastleggen: wat waren de oorspronkelijke eisen, wat waren je oorspronkelijke ontwerpbeslissingen die je genomen hebt. Ook al heb ik dat voor mijn day-to-day niet nodig, maar dat moet net zo goed in je systeem zitten.

39:15 Hoe ga je de informatiebehoefte dat in de toekomst nodig is bepalen?

Je vraag blijft natuurlijk inderdaad. Eigenlijk moet je die discussie wel beantwoorden. Eigenlijk is het helemaal niet moeilijk om die vraag te beantwoorden. Als je objecten maakt, wil je weten waar ze liggen. Daarnaast wil je weten de eisen en ontwerpbeslissingen.

40:21 Hoe wenselijk is het om heel veel eigenschappen van een object vast te leggen? Legt dat geen extra druk op de markt om deze data te moeten actualiseren? En waar zit die grens?

Dat is risico gedreven. Het komt er eigenlijk op neer dat je een risico inschatting moet doen van: wat moet ik weten van een lantaarnpaal. Maar het moeilijk van risico inschatten hoe je ze ook verder doet. Als RWS, wij zijn overheid, worden wij aangesproken op het feit als er iets mis gaat. Wij moeten dan informatie hebben dat wij op basis van risico inschatting maar helemaal niet hebben. Dan gaan wij voor gaas. Dat betekent dat je dus altijd een risico marge moet nemen om te zeggen we gaan meer informatie uitvragen omdat wij een maatschappelijke taak hebben. Op het moment dat je dat straks niet weet en je hebt die informatie niet.

42:08 Hoe heeft RWS in voorgaande jaren gedaan zonder al deze specifieke details?

Achter de schermen zijn wij continu bezig om informatie te achterhalen. Dus er werken 9000 mensen bij RWS omdat wij continu aan het bellen zijn: weet jij toevallig dat die iets weet van dit en dat. Dat is waarom wij zoveel mensen hebben. Dus als je de informatievoorziening van deze tent goed op orde hebt, dan kun je wel met minder dan

de helft. Maar terug op die lantaarnpaal. Er zitten twee aspecten aan: Welke informatie wil je weten. En informatie dat staat opgeslagen in een catalogus. Het handige aan de OTL is dat alles van een type is. Als je types goed beschreven staan, dan ben je een business. Dan hoef ik inderdaad niet te weten of die geel is en die geel is etc. Die zijn in de gemeenschappelijke types vastgelegd. Dus er zitten twee aspecten aan die vraag: Denk je dat je heel veel informatie moet vastleggen. Dat valt wel mee. Aan de andere kant: dat is natuurlijk een risico gedreven vraag van: welke informatie wil je vastleggen. En met welke pet op moet ik die vraag beantwoorden? Is dat de A1 onderhoud en ik bel hem wel als ik hem nodig heb. Of als er iets gebeurd moet ik morgen de kamer kunnen beantwoorden.

45:58 Kijken jullie ook naar de kosten: hoe meer wij uitvragen, hoe meer dat zou kosten? En worden daarin afwegingen gemaakt?

Ja daar wordt inderdaad wel degelijk naar gekeken. Daar worden afwegingen in gemaakt. Wat op dit moment speelt en wat nog niet is geïmplementeerd is de vraag: We weten overal wel waar overal asfalt ligt, maar wat weten we nu van dat asfalt. En als je kijkt naar de A12. Is het probleem van de aannemer of is het probleem omdat wij het niet goed hebben gespecificeerd. Dat weten wij eigenlijk niet. Daar ligt dus een open vraag en die kan je alleen beantwoorden als je informatie hebt over de precieze samenstelling van het asfalt, weersomstandigheden bij aanleg etc. Dat staat allemaal in dossiers die eigenlijk moeizaam toegankelijk zijn. En als je relatie zou willen leggen in een database, dan kan dat door middel van computers. Dat soort vragen. Je weet nooit welke vragen er zullen zijn. Dat is de politiek. Morgen bedenken ze een vraag en overmorgen willen ze die beantwoord hebben. Dus in een overheidsorganisatie zit je dus in een spagaat dat je eigenlijk meer informatie paraat zou moeten hebben uit politieke dan dat je uit bedrijf oogpunt zou willen hebben. Omdat je niet voor gaas wilt gaan in de politiek. Dat is dus een aspect bij het puur bedrijfsmatig vastleggen van je informatie. Zeg het maar. Maar ik wordt er wel op aangesproken. En dat is inderdaad een extra risico die je graag verzekert wilt hebben. Dat speelt dus heel erg mee inderdaad.

48:22 Wat gebeurt er met informatie van objecten die er niet meer zijn?

Ik denk dat er een aantal redenen zijn om die informatie te bewaren. En bewaren is in dit geval: bewaren betekent dat je het altijd kan benaderen. Dat betekent dat je het kan archiveren in een back-up van je systeem. Het kan zijn dat over 10 jaar vragen kunnen zijn. Een boer gaat andere dingen verbouwen en het blijkt dat de planten niet goed groeien. Het zijn rampenscenario's. Maar het kan archeologisch onderzoek. Dus alles vast leggen.

49:57 Is er ook informatie dat niet vastgelegd moet worden?

Dat is moeilijk te bedenken. Er zit een hiërarchie in informatie om haar bedrijfsvoering te doen. Daar geldt dat wij niet perse hoeven te weten hoe vaak iets onderhouden is. Maar wij moeten na 25 jaar het contract overdragen aan een andere aannemer, en die wilt weten: is dit goed onderhouden? Maar ik moet wel zeker weten dat die volgende aannemer voldoende informatie heeft. Anders weet hij niet wat er opgeleverd is.

51:58 Is dat de reden dat alles vastgelegd wordt?

Het kunnen overdragen betekent dat je hem een dossier moet leveren. Dat hij in ieder geval weet wat de staat is van het areaal. Dus er zijn geen nul inspecties nodig. RWS weet dat. Dossier wordt altijd terug geleverd. Het is onze verantwoordelijkheid dat het goede informatie is wat wij overdragen.

52:50 Het dossier kost extra geld voor RWS. Hoe kijken jullie daartegen?

Wij worden erop aangesproken en niet de aannemer. Dus wij nemen dat voor ons rekening. De overheid kan uitbesteden wat ze willen, maar zolang de overheid verantwoordelijk blijft, dat is onze bestaansrecht. Zelfs pro rail staat iets verder af van de overheid. Zolang de kamer die politieke verantwoordelijkheden blijven houden worden wij erop aangesproken. Dus naast bedrijfsmatige en economische factoren zijn politieke factoren ook in overweging genomen.